Anexă

NORMATIV
privind
proiectarea, execuţia şi exploatarea instalaţiilor electrice aferente clădirilor

Indicativ I 7 – 2011

CUPRINS

CAP. 1 DOMENIU DE APLICARE

CAP. 2 TERMINOLOGIE, ABREVIERI

CAP. 3 DETERMINAREA CARACTERISTICILOR GENERALE ALE INSTALAŢIILOR
3.0. Generalităţi
3.0.1. Condiţii generale de bază
3.0.2. Condiţii generale comune pentru echipamente
3.0.3. Condiţii de amplasare şi montare a instalaţiilor electrice. Distanţe minime
3.1. Alimentare
3.1.1. Natura curentului
3.1.2. Tensiunea
3.1.3. Frecvenţa
3.1.4. Curentul de scurtcircuit prezumat
3.1.5. Branşamente
3.2. Puterea absorbita (cerută)
3.2.1. Generalităţi
3.2.2. Determinarea puterii absorbite
3.3. Tipuri de reţele de distribuţie
3.3.1. Generalităţi
3.3.2. Legarea la pământ a reţelelor de tensiune alternativă
3.3.3. Legarea la pământ a reţelelor de tensiune continuă
3.4. Instalaţii de securitate
3.5. Separarea instalaţiilor
3.6. Compatibilitate
3.7. Mentenabilitate

CAP. 4. PROTECŢII PENTRU ASIGURAREA SECURITĂŢII
4.1. Protecţia împotriva şocurilor electrice
4.1.1. Generalităţi
4.1.2. Măsuri tehnice şi organizatorice pentru protecţia de bază (protecţia împotriva atingerilor directe)
4.1.3. Măsuri tehnice pentru protecţia la defect (protecţia împotriva atingerilor indirecte)
4.1.4. Măsuri de protecţie
4.1.5. Măsuri tehnice suplimentare de protecţie
4.1.6. Clasificarea echipamentelor electrice din punctul de vedere al şocului electric
4.2. Protecţia împotriva efectelor termice
4.2.1. Generalităţi
4.2.2. Protecţia împotriva producerii incendiului de către echipamentele electrice

4.2.3. Protecţia împotriva incendiului în amplasamentele cu risc mare de incendiu – BE2
4.2.4. Protecţia împotriva arsurilor
4.2.5. Protecţia împotriva supraîncălzirilor
4.3. Protecţia împotriva supracurenţilor
4.3.1. Generalităţi
4.3.2. Protecţia împotriva curenţilor de suprasarcină
4.3.3. Protecţia împotriva scurtcircuitelor
4.3.4. Prevederi referitoare la natura circuitelor
4.3.5. Caracteristicile dispozitivului de protecţie la scurtcircuit
4.3.6. Coordonarea între protecţia de suprasarcina şi protecţia la scurtcircuit
4.3.7. Selectivitatea protecţiei

4.4. Protecţia împotriva supratensiunilor (supratensiuni datorate trăsnetului şi transmise prin reţele şi supratensiuni de comutaţie)
- 4.4.1. Generalităţi
- 4.4.2. Protecţia instalaţiilor electrice din clădiri împotriva supratensiunilor
- 4.4.3. Dispozitive de protecţie la supratensiuni (SPD)
- 4.4.4. Măsuri de protecţie fundamentale
- 4.4.5. Legarea la pământ şi echipotenţializare
- 4.4.6. Ecrane magnetice şi trasee pentru linii
- 4.4.7. Protecţia împotriva supratensiunilor de frecvenţă industrială

CAP. 5. ALEGEREA ŞI MONTAREA ECHIPAMENTELOR ELECTRICE

5.1. Reguli generale
- 5.1.1. Condiţii de funcţionare conform cu recomandările din SR HD 60364-5-51 şi SR HD 384.3 S2
- 5.1.2. Influenţe externe şi condiţii de instalare
- 5.1.3. Accesibilitatea
- 5.1.4. Identificarea
- 5.1.5. Independenţa echipamentelor
- 5.1.6. Montarea instalaţiilor electrice
- 5.1.7. Materiale

5.2. Sisteme de pozare, alegerea secţiunii conductoarelor
- 5.2.1. Tipuri de sisteme de pozare
- 5.2.2. Alegerea şi montarea în funcţie de influenţele externe
- 5.2.3. Curenţi admisibili în sisteme de pozare
- 5.2.4. Alegerea secţiunii conductoarelor izolate şi neizolate rigide
- 5.2.5. Căderi de tensiune maxime admisibile
- 5.2.6. Conexiuni electrice
- 5.2.7. Alegerea şi montarea pentru limitarea propagării focului
- 5.2.8. Apropieri de alte trasee
- 5.2.9. Pozarea conductoarelor electrice montate liber în exteriorul clădirilor
- 5.2.10. Pozarea conductoarelor electrice montate pe izolatoare în interiorul clădirilor
- 5.2.11. Pozarea barelor electrice
- 5.2.12. Pozarea conductoarelor electrice protejate în sisteme de tuburi, ţevi, sisteme de jgheaburi, de tuburi profilate pentru instalaţii electrice şi goluri ale elementelor de construcţii
- 5.2.13. Pozarea cablurilor electrice

5.3. Instalaţii electrice de putere
- 5.3.1. Generalităţi
- 5.3.2. Receptoare electrice
- 5.3.3. Tablouri electrice
- 5.3.4. Dispozitive de protecţie, separare (secţionare), întrerupere şi comandă

5.4. Instalaţii electrice pentru prize şi iluminat normal

5.5. Sisteme de legare la pământ
- 5.5.1. Generalităţi
- 5.5.2. Borna/bară principală de legare la pământ
- 5.5.3. Conductoare de protecţie
- 5.5.4. Conductoare PEN
- 5.5.5. Conductoare de echipotenţializare
- 5.5.6. Conductoare de legare la pământ
- 5.5.7. Prize de pământ
- 5.5.8. Dimensionarea prizelor de pământ

5.6. Sisteme de alimentare cu energie electrică pentru servicii de securitate
- 5.6.1. Prescripţii generale
- 5.6.2. Clasificarea surselor pentru servicii de securitate

5.6.3. Sisteme de alimentare
5.6.4. Circuite electrice

CAP. 6. PROTECŢIA STRUCTURILOR ÎMPOTRIVA TRĂSNETULUI
6.1. Generalităţi
6.1.1. Domeniu de aplicare
6.1.2. Termeni şi definiţii proprii
6.1.3. Parametrii caracteristici ai curentului de trăsnet
6.2. Instalaţii de protecţie împotriva trăsnetului (IPT
6.2.1. Stabilirea necesităţii prevederii unei IPT pentru o construcţie şi alegerea nivelului de protecţie împotriva trăsnetului. Evaluarea riscului
6.2.2. Cazuri în care IPT este obligatorie
6.2.3. Instalaţii exterioare de protecţie împotriva trăsnetului
6.2.4. Instalaţie interioară de protecţie împotriva trăsnetului
6.2.5. Măsuri de protecţie împotriva vătămării fiinţelor vii datorate tensiunilor de atingere şi de pas
6.3. Instalaţii de protecţie împotriva trăsnetului cu dispozitive de amorsare (PDA)
6.3.1. Generalităţi
6.3.2. Determinarea zonei de protecţie
6.3.3. Conductoare de coborare
6.3.4. Prize de pământ
6.3.5. Reguli particulare
6.3.6. Turle, clopotniţe, foişoare

CAP. 7. INSTALAŢII ELECTRICE SPECIALE
7.1. Instalaţii electrice în încăperi cu cadă de baie sau duş
7.2. Instalaţii electrice pentru piscine şi alte bazine
7.3. Instalaţii electrice pentru încăperi şi cabine prevăzute cu încălzitoare pentru saune
7.4. Instalaţii electrice pentru şantiere de construcţii şi de demolare
7.5. Instalaţii electrice pentru construcţii agroindustriale şi agrozootehnice
7.6. Instalaţii electrice pentru incinte electroconductoare înguste
7.7. Instalaţii electrice pentru campinguri
7.8. Instalaţii electrice pentru porturi mici şi ambarcaţiuni de agrement
7.9. Instalaţii electrice în amplasamente pentru utilizări medicale
7.10. Instalaţii electrice pentru sălile pentru expozitii, spectacole şi standuri
7.11. Instalaţii electrice pentru sisteme fotoelectrice de alimentare cu energie
7.12. Instalaţii electrice pentru mobilier
7.13. Instalaţii electrice pentru unităţi mobile sau transportabile
7.14. Instalaţii electrice temporare pentru structuri, dispozitive pentru agrement şi barăci din bâlciuri, parcuri de distracţie şi circuri
7.15. Instalaţii electrice pentru sisteme de încălzire în pardoseală sau tavan
7.16. Instalaţii electrice pentru rulote sau autorulote
7.17. Instalaţii electrice pentru firme şi reclame luminoase
7.18. Instalaţii electrice pentru alimentarea cu energie electrică a echipamentelor ascensoarelor, maşinilor de ridicat şi transportat
7.19. Instalaţii electrice pentru echipamente informatice
7.20. Instalaţii electrice în construcţii din lemn
7.21. Instalaţii electrice pentru racordarea bateriilor de condensatoare pentru îmbunătăţirea factorului de putere
7.22. Instalaţii electrice pentru alimentarea receptoarelor cu rol de securitate la incendiu
7.23. Instalaţii electrice pentru iluminatul de siguranţă. Condiţii de alimentare şi funcţionare
7.24 Instalaţii de balizaj

CAP. 8. VERIFICAREA ŞI ÎNTREŢINEREA INSTALŢIILOR ELECTRICE ŞI A SISTEMULUI DE PROTECŢIE ÎMPOTRIVA TRĂSNETULUI

8.1. Verificări şi punerea în funcţiune
8.1.1. Verificarea iniţială
8.2. Verificări periodice
8.2.1. Generalităţi
8.2.2. Frecvenţa verificărilor periodice
8.2.3. Rapoarte pentru verificări periodice
8.3. Intreţinerea şi verificări pentru iluminatul de siguranţă
8.4. Verificarea echipamentelor electrice de joasă tensiune
8.5. Verificarea şi întreţinerea sistemului de protecţie împotriva trăsnetului (SPT)
8.5.1. Scopul verificărilor
8.5.2. Ordinea verificărilor
8.5.3. Întreţinerea

CAP. 9. PREVEDERI GENERALE PENTRU EXPLOATAREA INSTALAŢIILOR ELECTRICE
9.1. Principii fundamentale
9.1.1. Securitatea în exploatare
9.1.2. Personalul
9.1.3. Organizarea
9.1.4. Comunicarea
9.1.5. Zona de lucru
9.1.6. Unelte, echipamente şi dispozitive
9.1.7. Planuri şi înregistrări
9.1.8. Semnalizări
9.2. Proceduri de exploatare curentă
9.2.1. Generalităţi
9.2.2. Manevrări
9.2.3. Verificări de funcţionare
9.3. Proceduri de lucru
9.3.1. Generalităţi
9.3.2. Lucru fără tensiune
9.3.3. Lucru sub tensiune
9.3.4. Lucru în vecinătatea pieselor sub tensiune
9.4. Proceduri de întreţinere
9.4.1. Generalităţi
9.4.2. Personalul
9.4.3. Lucrări de reparaţie
9.4.4. Lucrări de înlocuire

CAP. 10. BIBLIOGRAFIE
10.1. Standarde de referinţă
10.2. Acte normative

CAP. 11. ANEXE
5.1. Lista de abrevieri ale influenţelor externe
5.2. Caracteristici ale influenţelor externe
5.3. Gradele de protecţie asigurate prin carcase pentru echipamentul electric (cod IP)
5.4. Gradele de protecţie asigurate prin carcase pentru echipamentul electric împotriva impacturilor mecanice din exterior (cod IK)
5.5. Moduri de pozare de referinţă

5.6. Moduri de pozare pentru determinarea curenţilor admisibili
5.7. Sisteme de tuburi de protecţie pentru instalaţii electrice
5.8. Paturi de cabluri: Sisteme de jgheabri (SJ) si de tuburi profilate (STP) pentru instalaţiile electrice
5.9. Paturi de cabluri: Sisteme de suporturi tip scară
5.10. Curenţi admisibili, în amperi, pentru modurile de pozare de referinţă din anexa 5.5. Conductoare şi cabluri izolate cu PVC, două şi trei conductoare încărcate, cupru sau aluminiu
5.11. Curenţi admisibili, în amperi, pentru modurile de pozare de referinţă E, F şi G. din anexa 5.5. Cabluri cu izolaţie din PVC, cu conductoare din cupru
5.12. Curenţi admisibili, în amperi, pentru modurile de pozare de referinţă E, F şi G. din anexa 5.5. Cabluri cu izolaţie din PVC, cu conductoare din aluminiu
5.13. Curenţi admisibili, în amperi, pentru modurile de pozare de referinţă din anexa 5.5. Conductoare şi cabluri izolate cu XLPE, două şi trei conductoare încărcate, cupru sau aluminiu
5.14. Curenţi admisibili, în amperi, pentru modurile de pozare de referinţă E, F şi G. din anexa 5.5. Cabluri cu izolaţie din XLPE, cu conductoare din cupru
5.15. Curenţi admisibili, în amperi, pentru modurile de pozare de referinţă E, F şi G. din anexa 5.5. Cabluri cu izolaţie din XLPE, cu conductoare din aluminiu
5.16. Curenţi admisibili, în amperi, modurile de pozare de referinţă C din anexa 5.5. Cabluri cu izolaţie minerală, conductoare şi ecran din cupru, manta din PVC
5.17. Curenţi admisibili, în amperi modul de pozare de referinţă E, F şi G. din anexa 5.5. Cabluri cu izolaţie minerală, cu conductoare şi ecran din cupru
5.18. Factorii de corecţie pentru temperaturi ambiante diferite de 30°C aplicabili valorilor curenilor admisibili pentru cabluri în aer liber (K1)
5.19. Factorii de corecţie pentru grupări de mai multe circuite sau mai multe cabluri multiconductoare aplicabili valorilor curenţilor admisibili din anexele 5.10 până la 5.17
5.20. Factorii de corecţie ai grupării pentru mai multe cabluri pozate în aer liber
5.21. Factorii de corecţie ai grupării pentru mai multecabluri monoconductoare pozate în aer liber
5.22. Sarcina admisibilă pentru cabluri pozate în pământ, în condiţii normale de funcţionare
5.23. Factorii de corecţie f_1
5.24. Factorii de corecţie f_2. Cabluri cu trei conductoare în sisteme monofazate
5.25. Factorii de corecţie f_2. Cabluri cu trei conductoare trifazate
5.26 Factorii de corecţie f_2. Cabluri cu un conductor, în sisteme trifazate grupate în treflă, la 7 cm distanţă
5.27. Factorii de corecţie f_2. Cabluri cu un conductor în sisteme trifazate grupate în treflă la 25 cm distantă
5.28. Factorii de corecţie f_2. Cabluri cu un conductor în sisteme trifazate, pozate alăturat
5.29. Exemplu de alegere a secţiunii conductoarelor de fază şi neutru în funcţie de prezenţa armonicilor de ordinul 3 şi multiplu de 3
5.30 Exemple de calcul petru determinarea curenţilor admisibili ai conductoarelor şi cablurilor în funcţie de modul de pozare
5.31. Exemple de calcul petru determinarea curenţilor admisibili ai conductoarelor şi cablurilor în funcţie de modul de pozare în pământ
5.32. Secţiunile minime admise pentru conductoare utilizate în instalaţiile electrice din interiorul clădirilor
5.33. Clasificarea cablurilor.
A. Clasificarea cablurilor electrice privind comportarea la foc
B. Clasificarea şi simbolizarea cablurilor
5.34. Determinarea rezistenţei de dispersie a diferitelor prize de pământ

6.1. Evaluarea numărului anual de evenimente periculoase N
6.2. Evaluarea probabilităţii de avarariere P_X a unei structuri
6.3. Evaluarea volumului pierderilor L_X într-o structură
6.4. Evaluarea probabilităţii P'_X de avariere a unui serviciu
6.5. Evaluarea volumului pierderilor L'_X într-un serviciu

6.6. Supratensiuni de comutaţie
6.7. Evaluarea costurilor pierderilor
6.8. Izolaţia electrică a unei ITP exterioare
6.9. Evaluarea riscului. Studiu de caz pentru structuri
I. Casă din mediu rural
II. Clădire de birouri
III. Spital
IV. Imobil de apartamente
6.10. Informaţii suplimentare pentru SPT în cazul unor structuri cu risc de explozie
6.11. Harta keraunică

8.1. Metode de măsurare a rezistenţei/impedanţei izolaţiei pardoselilor şi a pereţilor în raport cu pământul sau în raport cu conductorul de protecţie
8.2. Măsurarea rezistenţei prizei de pământ (electrodului de pământ).
8.3 Măsurarea impedanţei buclei de defect

CAPITOLUL 1 .
DOMENIUL DE APLICARE

1.1. Prezentul normativ se aplică la proiectarea, executarea şi exploatarea instalaţiilor electrice aferente clădirilor, indiferent forma de proprietate, spre exemplu:

a. clădirilor civile;
b. clădirilor industriale - de producţie şi/sau depozitare;
c. clădirilor mixte (civile şi industriale - de producţie şi/sau depozitare, înglobate în acelaşi volum construit);
d. clădirilor cu fucţiuni agroindustriale şi agrozootehnice;
e. clădirilor prefabricate;
f. clădirilor aferente porturilor de ambarcaţiuni;
g. instalaţii electrice pentru iluminatul exterior şi similare aferente clădirilor;
h. localurilor medicale;
i. instalaţiilor fotoelectrice aferente clădirilor;
j. grupurilor generatoare de joasa tensiune;
k. instalaţiilor consumatorului situate în exteriorul clădirii;
l. lucrărilor de reconstruire, consolidare, modificare, extindere, reabilitare, schimbare de destinaţie sau de reparare;
m. echipamentelor electrice amplasate în medii cu risc de explozie, la care se aplică obligatoriul şi prevederile din NP-099-04.

Prin „instalaţii electrice aferente construcţiilor”, conform prevederilor Legii nr. 50/1991, cu modificările şi completările ulterioare, se înţeleg toate echipamentele electrice care asigură utilităţile necesare funcţionării construcţiilor, situate in interiorul limitei de proprietate, de la branşament/racord (inclusiv) la utilizatori, indiferent dacă acestea sunt sau nu incorporate în construcţie.

Termenii “întreprinderi” şi “instituţii” se referă la teren şi la toate dependinţele, inclusiv clădirile care le aparţin.

Tensiunile alternative nominale sunt până la 1000 V inclusiv.

Tensiunile continuu nominale sunt până la 1000 V inclusiv.

Frecvenţele care au fost luate în considerare sunt: 50 Hz, 60 Hz şi 400 Hz. Nu este exclusă utilizarea şi a altor frecvenţe pentru scopuri speciale.

1.2. Prevederile prezentului normativ nu se aplică:

a. instalaţiilor tehnologice, ca instalaţii electrice pe utilaj;
b. instalaţiilor electrice din mine şi cariere;
c. echipamentelor electrice de pe mijloacele de transport (autovehicule, aeronave, tramvaie);
d. depozitelor de materiale pirotehnice şi/sau explozive;
e. sistemelor de producere şi transport a energiei electrice (de medie şi înaltă tensiune);
f. împrejmuirilor electrice;
g. echipamentelor de reducere a interferenţelor radio, cu excepţia celor ce afectează securitatea instalaţiilor;
h. echipamentelor electrice de tracţiune (inclusiv echipamentul rulant şi de semnalizare);
i. instalaţiilor electrice de la bordul navelor şi al platformelor marine, fixe şi mobile.

1.3. La proiectarea/verificarea şi execuţia instalaţiilor electrice trebuie să se respecte prevederile Legii nr. 10/1995 privind calitatea în construcţii, cu modificările ulterioare, referitoare la cerinţele esenţiale de calitate:

a – rezistenţă mecanică şi stabilitate;
b – securitate la incendiu;
c – igienă sănătate şi mediu;
d – siguranţă în exploatare;
e – protecţia împotriva zgomotului;
f – economie de energie şi izolaţie termică

1.4 La proiectarea, execuţia şi exploatarea instalaţiilor electrice trebuie să se respecte prevederile Legii securităţii şi sănătăţii în muncă nr. 319/2006 şi ale Hotărârii Guvernului nr. 1146/2006, astfel încât echipamentele electrice de muncă care se procură şi / sau se utilizează, trebuie să îndeplinească:

a) prevederile tuturor reglementărilor tehnice române care transpun legislaţia comunitară aplicabilă sau

b) cerinţele minime prevăzute în anexa 1 (pct. 3.3), în cazurile în care nu se aplică sau se aplică parţial reglementări tehnice române care transpun legislaţia comunitară.

Prin echipamentul electric de muncă, în sensul Hotărârii Guvernului nr. 1146/2006, se înţelege orice maşină, aparat, unealtă sau instalaţie folosite la locul de muncă

Echipamentele electrice sunt însoţite de declaraţia de conformitate şi au aplicat marcajul de conformitate CE potrivit dispoziţiilor Hotărârii Guvernului nr. 457/2003 cu modificările şi completările ulterioare sau posedă performanţe echivalente cu cele menţionate şi sunt comercializate legal într-un Stat Membru al Uniunii Europene sau Turcia ori sunt fabricate legal într-un stat EFTA, parte la acordul privind Spaţiul Economic European, corespunzător proiectului.

De asemeni, trebuie să se respecte instrucţiunile producătorilor pentru alegerea şi montarea echipamentelor utilizate.

1.5 Reglementarea tehnică se referă numai la alegerea şi condiţiile de instalare a echipamentelor electrice.

1.6 Reglementarea tehnică conţine reguli de proiectare şi montare a instalaţiilor electrice astfel încât să se asigure securitatea şi funcţionarea corectă în scopul pentru care sunt prevăzute.

1.7 În cazul în care există şi alte reglementări tehnice în vigoare se vor aplica prescripţiile cele mai severe.

1.8 În capitolul 10 sunt prezentate actele normative, standardele şi reglementările tehnice conexe, menţionate în prezenta reglementare tehnică.

CAPITOLUL 2 .
TERMINOLOGIE ŞI ABREVIERI

A.

alimentare normală cu energie electrică - alimentare cu energie electrică dintr-o sursă de energie electrică (transformator, generator) prevăzută pentru a se asigura funcţionarea receptoarelor electrice ale unui consumator, în regim normal. De regulă aceasta este reţeaua publică de distribuţie.

alimentare de rezervă – alimentare prevăzută pentru a menţine, pentru alte scopuri decât cele de securitate, funcţionarea unei instalaţii electrice sau a unor părţi ale acesteia, în cazul întreruperii alimentării normale (UPS, generator).

alimentare de securitate – alimentare prevăzută pentru menţinerea în funcţiune a echipamentelor şi instalaţiilor electrice importante pentru:

- sănătatea şi securitatea persoanelor şi animalelor domestice si/sau
- pentru evitarea degradării mediului înconjurător şi a altor echipamente, dacă aceasta este cerută prin reglementări naţionale.

Aceasta poate fi UPS, generator, baterie de acumulatoare etc.

aparataj – echipament electric destinat să fie conectat la un circuit electric pentru a asigura una sau mai multe din următoarele funcţii: protecţie, comandă, secţionare, conexiune.

arsuri electrice – arsura pielii sau a unui organ, provocată prin trecerea de-a lungul suprafeţei sau în profunzime a curentului electric.

atingere directă – contactul direct al persoanelor sau al animalelor cu părţi active.

atingere indirectă – contact electric al persoanelor sau al animalelor cu părţile conductoare accesibile puse sub tensiune ca urmare a unui defect.

B.

barieră - element care asigură protecţia împotriva atingerilor directe din toate direcţiile obişnuite de acces.

barieră de protecţie – parte care asigură protecţia împotriva atingerilor directe în toate direcţiile de acces obişnuite.

bară de echipotenţializare – bară metalică colectoare care face parte dintr-o reţea echipotenţială şi care asigură legătura electrică a unui număr de conductoare electrice pentru scopuri de echipotenţializare.

bornă de echipotenţializare - bornă prevăzută la un echipament sau dispozitiv destinat să fie conectat cu un sistem de legătură de echipotenţializare.

bornă principală de legare la pământ – bornă sau bară care face parte dintr-o instalaţie de legare la pământ a unei instalaţii şi care asigură conectarea electrică a unui anumit număr de conductoare pentru scopuri de legare la pământ.

C.

canal de cabluri – element de pozare situat pe sau în sol sau planşeu, ventilat sau închis, având dimensiuni care nu permit persoanelor să circule, dar în care conductoarele şi cablurile sunt accesibile pe toată lungimea lor, în timpul şi după instalare.

circuit electric – ansamblu de echipamente electrice al unei instalaţii electrice protejate prin acelaşi dispozitiv de protecţie.

circuit electric de securitate – circuit electric prevăzut pentru a fi utilizat ca parte într-un sistem de alimentare electric pentru servicii de securitate**.**

circuit terminal – circuit electric destinat să alimenteze direct receptorul (aparat de utilizare) sau prize de curent.

coloană electrică – circuit electric care alimentează unul sau mai multe tablouri de distribuţie.

comandă funcţională – acţiune destinată să asigure închiderea, deschiderea sau schimbarea alimentării cu energie electrică a unei instalaţii electrice sau a unei părţi a acesteia pentru o funcţionare normală.

conductor – parte conductoare destinată să conducă un curent electric specificat.

conductor de echipotenţializare – conductor de protecţie prevăzut pentru realizarea unei legături de echipotenţializare de protecţie.

conductor de legare la pământ – conductor care asigură o cale conductore sau o parte a unei căi conductoare, între un punct dat al unei reţele, al unei instalaţii sau al unui echipament şi o priză de pământ sau o reţea de prize de pământ.

conductor de legare la pământ de protecţie – conductor de protecţie prevăzut pentru a realiza legarea la pământ de protecţie.

conductor de linie – conductor sub tensiune în funcţionarea normală şi capabil să participe la transportul sau la distribuţia energiei electrice, dar care nu este nici conductor neutru nici conductor de punct median.

conductor neutru (N) – conductor conectat electric la punctul neutru al sursei şi care poate contribui la distribuţia energiei electrice.

conductor PEN – conductor care asigură atât funcţiile de conductor de protecţie cât şi de conductor neutru.

conductor PEM - conductor care asigură atât funcţiile de conductor de protecţie cât şi de conductor de punct median.

conductor PEL - conductor care asigură atât funcţiile de conductor de protecţie cât şi de conductor de linie.

conductor de protecţie (PE) – conductor prevăzut în scopuri de securitate, de exemplu protecţia împotriva şocurilor electrice.

conductor de punct median (PEM) – conductor electric conectat la punctul median şi capabil să participe la distribuţia energiei electrice.

contact electric – stare a două sau mai multe părţi conductoare care se ating accidental sau intenţionat formând o cale conductoare unică şi continuă.

curent admisibil (*Iz*)– valoarea maximă a curentului electric care poate parcurge în permanenţă un conductor, un dispozitiv sau un aparat, fără ca temperatura sa în regim permanent, în condiţii date, să fie superioară valorii specificate.

curent de atingere – curent electric care trece prin corpul uman sau al unui animal atunci când acesta este în atingere cu una sau mai multe părţi accesibile ale unei instalaţii electrice sau cu echipamente electrice aflate sub tensiune.

curent în conductorul de protecţie – curent electric care apare într-un conductor de protecţie, cum sunt curentul de fugă sau curentul electric rezultat dintr-un defect de izolaţie.

curent convenţional de funcţionare – valoare specifică a curentului electric care este prevăzută pentru a provoca funcţionarea dispozitivului de protecţie într-un timp specificat.

curent de defect – curent electric care circulă ca urmare a unui defect de izolaţie.

curent diferenţial rezidual – suma fazorială a valorilor curenţilor electrici în toate conductoarele active, la acelaşi timp, într-un punct dat al unui circuit electric, într-o instalaţie electrică.

curent de fugă – curent electric care, în condiţii normale de funcţionare, parcurge o cale electrică nedorită.

curent nominal - curent electric destinat a fi transportat de un circuit în funcţionarea normală pe timp nelimitat

curent de scurtcircuit – curent electric într-un scurtcircuit determinat.

curent de serviciu – curent electric destinat să fie transportat într-un circuit electric în funcţionare normală.

curent de suprasarcină – supracurent care se produce într-un circuit electric, care nu se datorează curentului de scurtcircuit sau unui defect de punere la pământ.

curent vagabond – curent electric de fugă în pământ sau în structurile metalice îngropate în pământ şi care rezultă din legarea lor la pământ, intenţionată sau neintenţionată.

D.

defect de punere la pământ – apariţia unei căi conductoare accidentală între un conductor sub tensiune şi pământ.

disjunctor (întreruptor automat) – aparat de comutaţie apt de a stabili, de a suporta şi de a întrerupe curenţii în condiţii normale ale circuitului, precum şi de a stabili, de a suporta pe o perioadă specificată şi de a întrerupe curenţii în condiţii anormale ale circuitului (cum ar fi cele de scurtcircuit etc.).

dispozitiv de protecţie împotriva supracurenţilor – dispozitiv destinat să întrerupă un circuit electric în cazul în care curentul în conductorul sau conductoarele circuitului electric depăşeşte o valoare predeterminată în timpul unei durate prevăzute.

E.

echipament electric – echipament utilizat pentru producerea, transportul, transformarea sau utilizarea energiei electrice, cum sunt maşini, transformatoare, aparataj, aparate de măsurare, dispozitive de protecţie, sisteme de pozare electrice, echipament de utilizare curentă.

echipament fix – echipament electric fixat pe un suport sau fixat într-un alt mod într-un loc precizat.

echipament mobil – echipament electric care este deplasat în timpul funcţionării sau poate fi uşor deplasat rămânând conectat la circuitul electric de alimentare.

echipament portabil – echipament electric prevăzut pentru a fi ţinut în mână în utilizare normală.

echipament staţionar – echipament instalat într-un loc stabilit sau echipament electric care nu este prevăzut cu un mâner pentru a fi transportat şi care are o astfel de masă încât nu poate fi deplasat uşor în timpul funcţionării.

echipament de utilizare curentă – echipament electric destinat transformării energiei electrice în altă formă de energie, de exemplu luminoasă, termică, mecanică.

echipotenţialitate – stare a părţilor conductoare având un potenţial electric sensibil egal.

ecran de protecţie – ecran conductor utilizat pentru a separa un circuit electric şi/sau conductoarele de părţile active periculoase.

electrocutare – şoc electric mortal.

exploatare – toate activităţile care cuprind lucrările necesare pentru a permite funcţionarea instalaţiei electrice. Aceste activităţi cuprind domenii cum sunt: manevrare, comandă, control şi întreţinere atât pentru o lucrare electrică cât şi neelectrică.

F.

fibrilaţie – contracţii repetate şi necoordonate ale fibrelor musculare individuale.

fibrilaţie ventriculară – fibrilaţie cardiacă limitată la ventricule şi care provoacă o deficienţă circulatorie şi apoi oprirea inimii.

G.

galerie – culoar cu dimensiuni care permit ca persoanele să circule liber pe toată lungimea, prevăzut cu suporturi pentru cabluri şi joncţiunile lor cu alte elemente ale sistemului de pozare electrică.

I.

impedanţă de legare la pământ –impedanţă la o frecvenţă dată între un punct specificat al unei reţele, al unei instalaţii sau al unui echipament şi pământul de referinţă.

inspecţie - examinarea unei instalaţii electrice utilizând toate aptitudinile pentru a constata dacă alegerea echipamentului electric este corectă şi montarea acestuia este adecvată;

instalaţie electrică – ansamblu de echipamente electrice asociate care au caracteristicile coordonate pentru a îndeplini un scop dat.

instalaţie de legare la pământ – ansamblu de legături electrice şi dispozitive care fac parte din legarea la pământ a unei reţele, a unei instalaţii sau a unui echipament.

izolaţie de bază – izolaţia părţilor active periculoase care asigură protecţia de bază

izolaţie dublă – izolaţie realizată prin utilizarea împreună a unei izolaţii de bază şi a unei izolaţii suplimentare.

izolaţie întărită – izolaţia părţilor active periculoase care asigură un grad de protecţie împotriva şocurilor electrice, echivalent celui unei izolaţii duble.

izolaţie suplimentară – izolaţie independentă prevăzută suplimentar faţă de izolaţia de bază, pentru protecţie în caz de defect.

încercare - aplicarea de solicitări specificate într-o instalaţie electrică prin intermediul cărora este probată funcţionalitatea acesteia.

întrerupere automată a alimentării – întrerupere automată a unei linii conductoare prin funcţionarea automată a unui dispozitiv de protecţie în caz de defect.

întrerupere de scurtă durată a funcţionării – întrerupere de scurtă durată în timpul funcţionării pentru scopuri, cum sunt: conexiune, comandă, reglare sau observarea echipamentelor electrice.

întrerupere de scurtă durată pentru întreţinere - întrerupere de scurtă durată utilizată pentru acces la echipamentele electrice pentru întreţinere.

întrerupere de urgenţă – deschiderea unui dispozitiv de întrerupere destinat întreruperii alimentării electrice a unei instalaţii electrice pentru evitarea sau reducerea unui pericol.

întreruptor automat – vezi disjunctor

întreruptor – **simplu** - dispozitiv destinat să închidă sau întrerupă curentul într-unul sau mai multe circuite

întreruptor – **separator** – întreruptor conceput să asigure şi separarea instalaţiei sau a unei părţi a acesteia de alimentare .

L

legătură de echipotenţializare – realizare a unei legături electrice între părţile conductoare pentru a realiza echipotenţializarea.

legătură de echipotenţializare de protecţie – legătură de echipotenţializare realizată pentru scopuri de securitate.

legătură de echipotenţializare funcţională – legătură de echipotenţializare realizată în scopuri funcţionale altele, decât cele de securitate.

legare la pământ – realizarea unei legături electrice între un punct dat al unei reţele, al unei instalaţii electrice sau al unui echipament şi un pământ local.

legare la pământ funcţională – legare la pământ a unuia sau mai multor puncte ale unei reţele, ale unei instalaţii sau ale unui echipament pentru alte scopuri decât cele de securitate.

legare la pământ de protecţie – acţiune de legare la pământ a unui punct sau a mai multor puncte dintr-o reţea, a unei instalaţii sau a unui echipament, în scopuri de securitate.

legare la pământ a unei reţele – acţiune de legare la pământ a unuia sau a mai multor puncte ale unei reţele electrice, pentru asigurarea funcţiilor de legare la pământ funcţională şi de legare la pământ de protecţie.

lucrare sub tensiune – orice lucrare în cursul căreia lucrătorul intră deliberat în atingere cu părţile active sau pătrunde deliberat în zona de lucru sub tensiune, fie cu o parte a corpului său, fie cu unelte, echipamente sau dispozitive pe care le manevrează.

M.

masă - parte conductoare accesibilă a unui echipament, care poate fi atinsă şi care în mod normal nu se află sub tensiune, dar care poate fi pusă sub tensiune în urma unui defect a zolaţiei de bază.

mediu puţin periculos – spaţiu în care, în condiţii normale, este caracterizat simultan prin următoarele condiţii:

- umiditatea relativă a aerului, maxim 75%, la temperatura aerului cuprinsă între 15°C şi 30°C;
- pardoseala (amplasamentul) izolantă.

Este sinonim cu loc de muncă puţin periculos (sau normal).

mediu periculos – spaţiu caracterizat prin cel puţin una din următoarele condiţii:

- umiditatea relativă a aerului peste 75% dar cel mult 97% la temperatura aerului peste 30°C dar cel mult 35°C;
- pardoseală cu proprietăţi conductoare (de exemplu beton, pământ);
- parte conductoare în legătură electrică cu pământul care ocupă cel mult 60% din zona de manipulare;
- prezenţă de pulberi conductoare (de exemplu pilitură de metal, grafit etc.);
- prezenţă de fluide care micşorează impedanţa corpului uman.

Este sinonim cu loc de muncă periculos.

mediu foarte periculos – spaţiu caracterizat prin cel puţin una din următoarele condiţii:

- umiditatea relativă a aerului peste 97% la temperatura aerului peste 35°C;
- părţi conductoare în legătură electrică cu pământul care ocupă peste 60% din zona de manipulare;
- prezenţă de agenţi corozivi.

Este sinonim cu loc de munca foarte periculos.

mediu neconductor – spaţiu în care o persoană sau un animal care atinge o parte conductoare accesibilă care a devenit o parte activă periculoasă, este protejată printr-o impedanţă ridicată a mediului său (de exemplu pereţi sau pardoseli electroizolante):

- 50 *k*Ω dacă tensiunea nominală a reţelei este sub 500V în tensiune alternativă şi tensiune continuă.
- 100 *k*Ω dacă tensiunea nominala a reţelei este mai mare de 500 V în tensiune alternativă şi tensiune continuă şi mai mică de 1000 V în tensiune alternativă sau 1500V în tensiune continuă şi prin absenţa părţilor conductoare legate la pământ (până la frecvenţa 100 Hz în tensiune alternativă).

mentenanţă - combinaţia tuturor acţiunilor tehnice şi administrative, inclusiv acţiunilor de supraveghere cu scopul de a menţine un element într-o stare sau a readuce un element la o stare în care acesta poate să realizeze o funcţie cerută.

O.

obstacol de protecţie – element care împiedică o atingere directă întâmplătoare, dar care nu previne o atingere directă printr-o acţiune deliberată.

oprire de urgenţă – acţiune destinată să oprească pe cât de repede posibil o funcţionare devenită periculoasă.

originea instalaţiei electrice – punctul în care este livrată energia electrică a unei instalaţii electrice.

P .

parte activă – conductor sau parte conductoare destinată să fie pusă sub tensiune în funcţionare normală, inclusiv conductorul neutru (N), dar prin convenţie exceptând conductorul PEN, conductorul PEM sau conductorul PEL.

parte conductoare accesibilă – parte conductoare a unui echipament, care poate fi atinsă, şi care nu este în mod normal sub tensiune, dar care poate ajunge sub tensiune în cazul unui defect al izolaţiei de bază.

pat de cabluri – suport de cabluri constituit dintr-o bază continuă cu margini, dar care nu este acoperit cu un capac.

pământ – parte a Pământului în contact electric cu o priză de pământ şi al cărui potenţial electric nu este în mod necesar egal cu zero.

pământ de referinţă – parte a Pământului considerată conductoare, a cărei potenţial electric prin convenţie este considerat egal cu zero, care este în afara zonei de influenţă a oricărei instalaţii de legare la pământ.

părţi simultan accesibile – conductoare sau părţi conductoare care pot fi atinse simultan de către o persoană sau un animal.

pericol electric – risc de afectare corporală datorat unei instalaţii electrice.

persoană calificată – persoană care are o pregătire şi o experienţă corespunzătoare care să îi permită să prevadă riscurile şi să evite pericolele pe care le poate produce energia electrică.

persoană instruită – persoană suficient de informată, sau supravegheată de persoane calificate în domeniul electric, pentru a fi capabilă să prevadă riscurile şi să evite pericolele pe care le poate provoca energia electrică.

persoană (obişnuită) – persoană care nu este nici persoană calificată, nici persoană instruită.

prag de nedesprindere – valoare maximală a curentului electric care trece prin corpul unui om, la care acea persoană încă poate să se elibereze singură.

prag de percepţie a curentului – valoare minimă a curentului electric prin corpul unui om sau al unui animal care provoacă o senzaţie specifică pentru acel om sau acel animal.

prelată electroizolantă – prelată rigidă sau flexibilă realizată din material electroizolant, care serveşte la acoperirea elementelor care sunt sau nu sunt sub tensiune şi sau a părţilor adiacente pentru prevenirea unei atingeri întâmplătoare.

priză de pământ – parte conductoare care poate fi încorporată în pământ sau într-un mediu conductor specific, de exemplu beton sau cărbune, în contact cu pământul.

priză de pământ independentă – priză de pământ suficient de îndepărtată de alte prize de pământ pentru care potenţialul său electric să nu fie sensibil afectat de curenţii electrici între pământ şi alte prize de pământ.

priză de pământ în fundaţie – priză de pământ încorporată în pământ sub fundaţia unei clădiri, sau de preferinţă, în betonul fundaţiei unei clădiri, în general în formă de buclă.

priză de pământ de protecţie – priză de pământ a unei instalaţii sau a unui echipament pentru scopuri de securitate.

protecţie de bază – protecţia împotriva şocurilor electrice în absenţa defectului. Protecţia de bază corespunde protecţiei împotriva atingerilor directe.

protecţie în caz de defect – protecţie împotriva şocurilor electrice în condiţii de defect simplu. Protecţia în caz de defect corespunde protecţiei împotriva atingerilor indirecte.

protecţie împotriva şocului electric – ansamblu de măsuri care reduc riscul de şoc electric

protecţie suplimentară – măsură de protecţie suplimentară faţă de protecţia de bază şi/sau protecţia în caz de defect.

punct median – punct comun între două elemente simetrice ale unui circuit, ale cărui extremităţi sunt conectate electric la conductoarele de linie diferite ale aceluiaşi circuit.

punct neutru – punct comun al unei reţele polifazate conectată în stea sau la punctul median legat la pământ al unei reţele monofazate.

R.

reţea echipotenţială funcţională – reţea echipotenţială care asigură o legătură de echipotenţializare funcţională.

reţea de echipotenţializare – interconectarea părţilor conductoare, care permite asigurarea unei legături de echipotenţializare între aceste părţi.

reţea de echipotenţializare de protecţie – reţea de echipotenţializare care asigură o legătură de protecţie.

rezistenţă de legare la pământ – parte reală a impedanţei de legare la pământ.

reţea de prize de pământ – parte a unei instalaţii de legare la pământ care cuprinde numai prizele de pământ şi interconexiunile lor.

risc – o combinare a probabilităţii de apariţie şi a gravităţii de rănire sau de afectare posibilă a sănătăţii unei persoane expuse la unul sau mai multe pericole.

S.

reţea TFJP – reţea electrică a cărei tensiune nu depăşeşte valoarea tensiunii foarte joase:

- în condiţii normale şi
- în condiţii de defect, exceptând defectele de punere la pământ în alte circuite electrice

reţea TFJS - reţea electrică a cărei tensiune nu depăşeşte valoarea tensiunii foarte joase:

- în condiţii normale şi
- în condiţii de defect, inclusiv defectul de punere la pământ în alte circuite electrice

scurtcircuit – cale conductoare accidentală sau intenţionată între două sau mai multe părţi conductoare astfel încât diferenţa de potenţial electric între aceste părţi conductoare să fie zero sau aproximativ zero.

secţionare – funcţie destinată să asigure scoatarea de sub tensiune a unei instalaţii electrice sau a unei părţi a acesteia, separând instalaţia electrică faţă de orice sursă de energie electrică pentru scopuri de securitate.

separare – măsură de protecţie în care părţile active periculoase sunt izolate de toate celelalte circuite electrice, de pământul local şi de orice atingere.

separare de protecţie – separare între două circuite electrice prin intermediul:
- unei izolaţii duble
- unei izolaţii de bază şi a unei protecţii electrice printr-un ecran, sau
- unei izolaţii întărite

separare simplă – separare între circuitele electrice sau între un circuit electric şi pământul local printr-o izolaţie de bază.

separator – aparat de comutaţie care satisface în poziţia deschis prescripţiile specifice pentru funcţia de separare .

sistem de alimentare electrică pentru instalaţii de securitate – sistem de alimentare electrică pentru menţinerea în funcţiune a echipamentelor şi instalaţiilor electrice importante:
- pentru sănătatea şi securitatea persoanelor şi animalelor domestice, şi/sau
- pentru evitarea degradării mediului înconjurător şi a altor echipamente, dacă aceasta este cerută prin reglementări naţionale.

sistem de tuburi – ansamblu de protecţie închis, cu secţiunea circulară sau nu, pentru conductoare izolate, cabluri şi cordoane, permiţând ca acestea să fie instalate şi înlocuite prin tragere, utilizat în instalaţii electrice.

sistem de jgheaburi de cabluri – sistem de protecţie închis, prevăzut cu o bază şi cu un capac deplasabil, destinat protecţiei complete a conductoarelor izolate şi a cablurilor şi/sau pentru amplasarea altor echipamente electrice inclusiv echipamente de prelucrare a informaţiilor.

sistem de pozare – ansamblu constituit din mai multe conductoare electrice izolate, cabluri sau bare colectoare şi elementele care asigură fixarea lor şi, dacă este necesar, protecţia lor mecanică.

şoc electric – efect fiziologic care rezultă din trecerea unui curent electric prin corpul unui om sau al unui animal.

T.

tablou de distribuţie – ansamblu care cuprinde diferite tipuri de aparataj asociate cu unul sau mai multe circuite electrice de plecare, alimentate de unul sau mai multe circuite de intrare, ca şi borne pentru conductoarele neutre şi de protecţie.

tensiune de atingere – tensiune între părţi conductoare atinse simultan de o persoană sau de un animal.

tensiune de atingere prezumată – tensiune care apare între părţile conductoare simultan accesibile, când aceste părţi conductoare nu sunt atinse de un om sau un animal.

tensiune de defect – tensiune între un punct de defect şi pământul de referinţă, ca urmare a unui defect de izolaţie.

tensiune foarte joasă – tensiune care nu depăşeşte limitele specificate în domeniul I prezentat în SR CEI 60449.

tensiune nominală – valoare nominală a tensiunii prin care instalaţia electrică sau o parte a instalaţiei electrice este numită şi identificată.

tensiune de pas – tensiune între două puncte de pe suprafaţa Pământului situate la distanţa de 1 m unul faţă de altul, considerată a fi lungimea pasului unei persoane.

V.

verificare – toate măsurile cu ajutorul cărora este verificată conformitatea instalaţiilor electrice cu prescripţiile în uz.

Z.

zonă de acces limitat – zonă accesibilă numai persoanelor calificate (în domeniul electric) şi persoanelor instruite (în domeniul electric).

zonă de accesibilitate la atingere – spaţiu cuprins între orice punct al unei suprafeţe unde stau sau circulă în mod obişnuit persoane şi limita pe care o persoană o poate atinge cu mâna, în toate direcţiile, fără mijloace auxiliare .

zonă lucru – loc (locuri), amplasament (amplasamente) sau suprafaţă (suprafeţe) unde vor fi, sunt sau au fost realizate lucrările.

zonă de lucru sub tensiune – spaţiu în jurul pieselor sub tensiune la care nivelul izolaţiei pentru prevenirea şocului electric nu este asigurat când se pătrunde acolo fără măsuri de protecţie.

zonă învecinată – spaţiu delimitat care înconjoară zona de lucru sub tensiune.

ABREVIERI

AAR – anclanşarea automată a rezervei;
DDR – dispozitiv de protecţie la curent diferenţial rezidual ;
IPT – instalaţie de protecţie împotriva trăsnetului ;
IT – reţea cu punctul neutru al transformatorului izolat faţă de pământ (sau printr-o impendanţă de valoare foate mare) şi masele legate la pământ ;
N – conductor neutru ;
PDA – protecţie împotriva trăsnetului cu dispozitiv de amorsare ;
PE – conductor de protecţie ;
PEN – conductor comun de protecţie şi neutru;
SPD – dispozitiv de protecţie la supratensiuni şi/sau de deviere a curentului de trăsnet ;
SPT – sistem de protecţie la trăsnet;
TFJP – tensiune foarte joasă de protecţie ;
TFJS – tensiune foarte joasă de securitate ;
TN-C – reţea cu punctul neutru al transformatorului legat la pământ şi conductor cu funcţii comune: de protecţie şi neutru;
TN-S – reţea cu punctul neutru al transformatorului legat la pământ şi conductoare distincte pentru funcţiile de protecţie şi neutru;
TN – C – S - reţea în care funcţiile pentru conductorul de protecţie şi neutru sunt combinate într-un singur conductor pe prima parte a reţelei.
TT – reţea cu punctul neutru al transformatorului legat la pământ şi masele legate la prize de pământ independente.

CAPITOLUL 3.
DETERMINAREA CARACTERISTICILOR GENERALE ALE INSTALAŢIILOR

3.0. Generalităţi
3.0.1.Condiţii generale de bază

3.0.1.1. La proiectarea şi execuţia instalaţiilor electrice aferente construcţiilor trebuie să se respecte prevederile din Legea nr. 50/1991, republicată, cu modificările şi completările ulterioare şi a actelor normative subsecvente acesteia.

3.0.1.2. Proiectele de instalaţii electrice se verifică de către verificatori de proiecte atestaţi conform Legii nr. 10/1995, cu modificările ulterioare.

3.0.1.3. Începerea execuţiei instalaţiilor electrice este permisă numai după ce investitorul a obţinut avizul tehnic de racordare. Punerea în funcţiune se face numai după controlul execuţiei instalaţiilor electrice de către unităţi autorizate.

3.0.1.4. Este interzisă începerea lucrărilor de instalaţii electrice fără proiecte verificate în condiţiile art. 3.0.1.2.

3.0.1.5. Instalaţiile electrice se execută de către unităţi atestate.

3.0.1.6. Instalaţiile electrice la consumator trebuie astfel realizate încât să nu afecteze siguranţa utilizatorilor, a bunurilor şi a mediului.
Utilizatorul are obligaţia să nu efectueze modificări faţă de proiect în timpul exploatării, întreţinerii sau repunerii în funcţiune fară acordul scris al proiectantului iniţial al instalaţiei electrice sau a unui expert tehnic atestat, potrivit legislaţiei în vigoare.

3.0.1.7. Instalaţiile electrice trebuie realizate astfel încât să se evite riscul de aprindere a unor materiale combustibile datorită temperaturilor ridicate sau a arcurilor electrice, iar utilizatorii să nu fie în pericol de a suferi arsuri.
3.0.1.8. Separarea în vederea întreruperii, verificării, localizării defectelor şi efectuării reparaţiilor la instalaţiile electrice trebuie asigurată prin prevederea de dispozitive de separare (siguranţe fuzibile, cleme cu intrare ieşire, întreruptoare cu acţionare manuală sau automată cu funcţie şi de separatoare).

3.0.1.9. Toate echipamentele electrice trebuie să aibă, prin construcţie, caracteristicile cerute pentru influenţele externe din încăperea sau spaţiul respectiv.
Caracteristicile generale ale echipamentelor electrice şi modul lor de instalare trebuie alese astfel încât să fie asigurată funcţionarea în bune condiţii a instalaţiei electrice şi protecţia utilizatorilor, bunurilor şi a mediului în condiţiile de utilizare solicitate de beneficiar (tehnolog) şi ţinându-se seama de influenţele externe.

3.0.2. Condiţii generale comune pentru echipamente

3.0.2.1. Echipamentele utilizate în instalaţiile electrice trebuie să aibă aplicat marcajul CE ori să fie agrementate tehnic sau să fie comercializate legal într-un Stat Membru al Uniunii Europene sau Turcia ori sunt fabricate legal într-un stat EFTA parte la acordul privind Spaţiul Economic European, corespunzător proiectului.

3.0.2.2. Toate echipamentele folosite pentru protecţie, izolare, mascare, suporturi, trebuie să fie în concordanta cu clasa de influente externe în care se montează.
Încadrarea în clasele de reacţie la foc şi rezistenţă la foc a materialelor se face în conformitate cu prevederile reglementărilor specifice.

3.0.2.3. Echipamentele electrice se aleg ţinându-se seama de tensiune, curent, frecvenţă, curentul de scurtcircuit, factorul de putere, regimul de lucru (continuu, intermitent) precum şi alte caracteristici particulare, care trebuie luate în consideraţie la alegerea echipamentelor electrice, conform indicaţiilor producătorilor.

3.0.2.4. Echipamentele electrice se aleg respectând clasele de protecţie minime necesare în funcţie de categoria încăperilor, clasificate după influentele externe.

3.0.2.5. Dacă într-un amplasament se exercită mai multe influenţe externe, caracteristicile echipamentelor electrice se aleg astfel încât să fie satisfăcute condiţiile cele mai dezavantajoase.

3.0.2.6. Caracteristicile echipamentelor electrice alese nu trebuie să provoace efecte dăunătoare altor echipamente electrice sau să afecteze buna funcţionare a reţelei de alimentare.

3.0.3. Condiţii de amplasare şi montare a instalaţiilor electrice. Distante minime

3.0.3.1. Conductoarele electrice, tuburile de protecţie şi barele, se amplasează faţă de conductele altor instalaţii şi faţă de elementele de construcţie, respectându-se distanţele minime din tabelul 3.1. Pentru cablurile electrice se vor respecta distanţele prevăzute în normativul NTE 007/08/00 – a se vedea tabelul 3.2.

3.0.3.2. Conductoarele, barele, tuburile etc. se pot dispune pe trasee comune cu traseele altor instalaţii cu condiţia ca instalaţia electrică să fie dispusă:

- deasupra conductelor de apă, de canalizare şi de gaze petroliere lichefiate;
- sub conducte de gaze naturale şi sub conducte calde (cu temperatura peste +40°C).

3.0.3.3. Pe toate porţiunile de traseu pe care nu pot fi respectate condiţiile de la art. 3.0.3.2. şi distanţele minime din tabelele 3.1. şi 3.2, se vor lua măsuri constructive de protecţie prin prevederea de separări, izolaţii termice, ţevi metalice etc. ce vor depăşi cu minim 0,50 m de o parte şi de alta, porţiunea de traseu protejată.

Tabelul 3.1.
Distanţele minime admise pentru protecţie şi răcire între conductoare, bare, tuburi şi accesorii şi pana la elementele de instalaţii şi construcţii

Elementul de la care se măsoară distanţa	Distante minime 1) 2) (cm)									
	Conductoare, bare, tuburi (acelaşi circuit sau circuite diferite)		Conducte sau instalaţii cu fluide incombustibile				Conducte sau instalaţii cu fluide combustibile		Elemente de construcţie 3)	
			Reci T≤ +40°C		Calde T > +40°C					
	Trasee paralele	Inter-secţii	Trasee paralele	Inter-secţii	Trasee paralele	Inter-secţii	Trasee paralele	Inter-secţii	Incom-bustibile	Combu-stibile
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Conductoare neizolate[4)] montate pe izolatoare, pe pereţi, la interior	10	10	10	10	10	10	100	100	10	20
Conductoare izolate[4)] montate pe izolatoare, pe pereţi, la interior	5	5	5	5	200	150	50	50	5	10
Bare electrice montate pe izolatoare	5	5	5	5	5	5	50	50	5	10

Tuburi şi ţevi de protecţie montate:										
- aparent, în ghene;	0	0	5	3	100	50	10	5	0	tub met. 0
- sub tencuială înglobate	0	0	5	3	20	5	10	5	0	tub PVC 3
Conductoare cu izolaţie şi manta montate sub tencuială (înglobate)	0	0	5	3	20	5	10	5	0	3

1) Distanţele minime se măsoară de la suprafeţele exterioare ale conductoarelor, barelor, tuburilor, dozelor.
2) Distanţele faţă de conductoarele electrice şi alte elemente ale protecţiei la trăsnet se stabilesc conform cap.6.
3) Pentru construcţii din categoria BE3a, BE3b, cu risc foarte mare de incendiu, distanţele se stabilesc conform prevederilor din NP 099-04.
4) Pentru conductoarele electrice montate pe izolatoare, pe pereţi, la exterior, distanţele faţă de elementele din coloanele 2...7 ale tabelului sunt de minim 15 cm, iar faţă de alte elementele de pe traseu, distanţele sunt de minim 30 cm.

Tabelul 3.2
Distante minime permise pentru cablurile electrice faţă de instalaţiile tehnologice (conform NTE 007/08/00)

Nr. crt.	Denumirea instalaţiei tehnologice		Distanţa minimă, cm		Observaţii
			Intersecţii	Apropieri	
1	Conducte sau rezervoare cu fluide reci ($t \leq 40^oC$)	incombustibile	3	5	Distanţele se pot reduce până la montarea pe conductă sau rezervor, când cablul este armat sau protejat în ţeavă metalică
		combustibile	50	100	
2	Conducte sau instalaţii cu suprafeţe calde ($t_{izolaţie} > +40^oC$)		50	100	Distanţele se pot reduce în condiţiile în care cablurile sunt rezistente la temperatura respectivă sau sunt protejate termic (paravane termice, etc.).
3	Conducte de aer comprimat		20	20	Distanţele nu se normează în cazul conductelor cu presiunea aerului sub $12daN/cm^2$ care deservesc instalaţiile electrice
4	Instalaţii care prelucrează materiale combustibile solide, inclusiv depozitarea materialelor respective		100	100	În funcţie de condiţiile locale distanţele se majorează conform prevederilor din normele specifice tehnologiei sau mediului respectiv.
Distanţele indicate la pct. 4 nu se aplică pe porţiunea de intrare a cablurilor pentru alimentarea instalaţiilor respective.					

3.0.3.4. Trebuie evitată amplasarea instalaţiilor electrice pe trasee comune cu acelea ale altor instalaţii care ar putea să le pericliteze în funcţionare normală sau în caz de avarie.

3.0.3.5. Nu se admite amplasarea instalaţiilor electrice sub conducte sau utilaje pe care poate să apară condens. Fac excepţie instalaţiile electrice în execuţie închisă cu grad de protecţie minim IP 33, realizate din materiale rezistente la astfel de condiţii.

3.0.3.6. Se interzice amplasarea instalaţiilor electrice în interiorul canalelor de ventilare (cu excepţia instalaţiilor aferente instalaţiilor de ventilaţie executate din materiale fără degajare de fum şi gaze toxice).

3.0.3.7. Montarea în contact direct cu materiale combustibile se admite numai pentru cabluri rezistente la foc şi cu întârziere la propagarea flăcării (definite conform NTE 007/08/00), tuburi şi plinte metalice sau din materiale plastice (omologate pentru montare pe materiale combustibile) şi echipamente electrice cu grad de protecţie minim IP 54. Se vor respecta şi condiţiile prevăzute la subcap. 4.2 şi

7.20.

3.0.3.8. Montarea pe materiale combustibile a echipamentelor electrice cu grad de protecţie inferior IP 54 se face interpunând materiale incombustibile între acestea şi materialul combustibil sau elementele de distanţare care pot fi:

- straturi de tencuială de min. 1 cm grosime sau plăci din materiale electroizolante incombustibile cu grosimea de min. 0,5 cm, cu o lăţime care depăşeşte cu cel puţin 3 cm pe toate laturile elementul de instalaţie electrică;
- elemente de susţinere din materiale incombustibile (de ex. console metalice etc.) care distanţează elementele de instalaţie electrică cu cel puţin 3 cm pe toate laturile faţă de elementul combustibil;
- sau cele menţionate în art 4.2.3.4.2.

Măsurile pentru evitarea contactului direct cu materialul combustibil se aplică atât la montarea aparentă cât şi la montarea sub tencuială a elementelor de instalaţii electrice.

3.1. Alimentare

3.1.1. Natura curentului

3.1.1.1 Pentru alegerea soluţiei de alimentare trebuiesc luate în considerare următoarele:

- natura curentului electric (alternativ sau continuu.) şi frecvenţa;
- valoarea tensiunii nominale;
- valoarea curentului de scurtcircuit prezumat la originea instalaţiilor.

3.1.1.2 Dacă este necesară o alimentare la tensiune continuă şi sursa disponibilă este numai de tensiune alternativă, trebuie prevăzută o sursa de conversie (redresor) şi locul ei de amplasare. Acelaşi lucru trebuie prevăzut când este necesară o sursă de tensiune alternativă de frecvenţă diferită. Pentru determinarea puterii necesare a sursei se va tine seama de randamentul sursei de conversie.

3.1.2. Tensiunea

3.1.2.1 In România tensiunea nominala de joasă tensiune asigurata de reţeaua de distribuţie publică este monofazata 230 V şi trifazata 400/230V în sistem TN-C. Aceasta valoare de tensiune este armonizata internaţional (SR HD 472S1).

3.1.2.2 Limitele de variaţie admise tensiunii de alimentare, daca nu se stabileşte altfel prin contractul de furnizare, vor fi (SR EN 50160):

- pentru 95% din săptămână , ± 10%;
- pentru restul din săptămână , +10% / - 15%;

3.1.2.3 Daca instalaţiile sunt alimentate dintr-un post de transformare sau dintr-o sursă autonomă proprie tensiunile pot fi în sistem trifazat :

- 400/230 V;
- 400/690 V;
- 690/1000 V.

Ultimele 2 valori sunt în general folosite în instalaţiile industriale din considerente tehnologice.

3.1.3. Frecvenţa

3.1.3.1 Frecvenţa nominala în reţeaua de distribuţie publica din România este de 50 Hz.

3.1.3.2 Limitele admisibile de variaţie ale frecvenţei, daca nu se stabileşte altfel prin contractul de furnizare, vor fi:

- pentru 99.5% din an ± 1%;
- pentru restul din an +4% /- 6%.

3.1.4. Curentul de scurt-circuit prezumat

3.1.4.1 Valoarea curentului de scurtcircuit prezumat la originea instalaţiilor luat în considerare la alegerea echipamentului din instalaţiile de distribuţie şi utilizare trebuie determinat în conformitate cu normativul NTE 006/06/00.

3.1.5. Branşamente

3.1.5.1 Branşamentele electrice se proiectează şi se execută respectându-se condiţiile prevăzute în SR 234, normativul PE 106, pentru branşamentele electrice aeriene şi pentru branşamentele electrice subterane respectându-se şi condiţiile prevăzute în normativul NTE 007/08/00.

3.1.5.2 Soluţia de racordare la reţeaua de distribuţie publică se stabileşte de către furnizorul de energie electrică sau de alţi consultanţi de specialitate atestati în condiţiile legii.

3.1.5.3 Consumatorii alimentaţi direct din reţeaua furnizorului de energie electrică, pot fi (dacă nu se stabileşte altfel prin contractul de furnizare):
- cu branşament monofazat pentru puteri de până la 11 kVA sau
- cu branşament trifazat pentru puteri peste 11 kVA şi sub 30 kVA

3.1.5.4 Coloanele electrice alimentate din branşamentele clădirilor de locuit, comerciale, social-culturale şi administrative se proiectează şi se execută respectându-se pe lângă condiţiile din prezentul normativ şi condiţiile din SR 234.

3.1.5.5 Pentru instalaţiile electrice de iluminat şi putere (forţă) se prevede tablou electric de distribuţie comun, cu următoarele excepţii:
- dacă se aplică tarife diferenţiate pentru consumul de energie electrică;
- dacă funcţionarea receptoarelor de putere (forţă) provoacă fenomene supărătoare în instalaţiile de lumină (de ex. pâlpâiri, scăderea fluxului luminos);
- dacă este necesară separarea instalaţiilor tehnologice din considerente de siguranţă sau din considerente economice.

3.1.5.6 La proiectarea şi executarea instalaţiilor electrice trebuie respectate condiţiile din HG nr. 90/2008 referitoare la obligativitatea prevederii la consumator a aparatelor de înregistrare a energiei consumate şi a aplicării, atunci când este cazul, a măsurilor pentru îmbunătăţirea factorului de putere şi pentru limitarea regimului deformant, conform prevederilor reglementărilor tehnice specifice.

3.1.5.7 Amplasarea contoarelor de energie electrică la blocurile de locuinţe trebuie să permită înregistrarea şi citirea consumului, fără ca acestea să fie condiţionate de prezenţa sau acceptul abonatului.

3.1.5.8 Repartizarea pe faze şi respectiv pe circuitele de alimentare, a receptoarelor electrice, trebuie să se facă astfel, încât să se asigure o încărcare cât mai echilibrată a fazelor.

3.2. Puterea absorbită (cerută)
3.2.1 Generalităţi

3.2.1.1 Determinarea puterii absorbite (cerută) este esenţială pentru o soluţie economică şi sigură în funcţionare a instalaţiilor electrice, în limitele corecte de încălzire şi cădere de tensiune.

3.2.1.2 Pentru determinarea puterii absorbite, pentru o instalaţie sau o parte a acesteia trebuie ţinut cont de factorul de simultaneitate *(k_s)* şi de factorul de utilizare *(k_u)* .

k_s – este valoarea raportului dintre puterea în funcţiune simultană şi puterea instalată (consumator, tablou electric)

k_u - este valoarea raportului dintre puterea reală şi puterea instalată a unui consumator.

Factorii de simultaneitate şi de utilizare sunt necesari pentru calculul curentului absorbit de receptoare (tabloului) necesar în alegerea secţiunii conductoarelor, cablurilor, canalizaţiilor în bare şi a aparatajului. Aceştia se determină de către proiectant pe baza cunoaşterii în detaliu a condiţiilor de funcţionare şi exploatare. In lipsa acestor informaţii valori aproximative pot fi luate din tabelele 3.3, 3.4 şi 3.5.

3.2.2 Determinarea puterii absorbite

3.2.2.1 Pentru consumatorii casnici puterea absorbită se determină cu relaţia

$$Pa = Pi \cdot k_u \cdot k_s$$

unde:

Pi - este puterea instalată iar aunci când k_u şi k_s nu se cunosc se pot lua orientativ din tabelele 3.3 şi 3.4.

3.2.2.2 Pentru clădirile comerciale, social – culturale şi administrative, puterea absorbita se detemină cu relaţia:

$$Pa = Pi \cdot k_u$$

unde:

Pi şi k_u se dau orientativ în tabelul 3.5.

Tabelul 3.3

Valorile factorului de utilizare k_u funcţie de varianta de dotare

Varianta de dotare	Componenţa apartamentului	Puterea instalată P_i [kW]	k_u
Dotare cu receptoare electrocasnice pentru iluminat, conservare hrană, audiovizual, activităţi gospodăreşti şi asigurarea apei calde, a încălzirii şi al gătitului fără utilizarea energiei electrice.	Garsonieră cu 1 cameră + dependinţe	8	0,650
	Apartament cu 2 – 3 camere + dependinţe	12	0,500
	Apartament cu 4 – 5 camere + dependinţe cu suprafaţă locuită <100 m^2	20	0,300
	Apartament cu 4 – 5 camere + dependinţe cu suprafaţă locuită >100 m^2	20	0,500
	Vilă ≤ 5 camere + dependinţe	20	0,600
	Vilă > 5 camere + dependinţe	25	0,600
Dotare cu receptoare electrocasnice pentru iluminat, conservare hrană, audiovizual, activităţi gospodăreşti şi asigurarea încălzirii şi al gătitului fără utilizarea energiei electrice.	Garsonieră cu 1 cameră + dependinţe	10	0,650
	Apartament cu 2 – 3 camere + dependinţe	15	0,430
	Apartament cu 4 – 5 camere + dependinţe	23	0,390

Asigurarea electrică a apei calde .	Vilă ≤ 5 camere + dependinţe	23	0,600
	Vilă > 5 camere + dependinţe	28	0,600
Dotare cu receptoare electrocasnice pentru iluminat, conservare hrană, audiovizual, activităţi gospodăreşti şi asigurarea încălzirii fără utilizarea energiei electrice. Asigurarea electrică a apei calde şi a gătitului.	Garsonieră cu 1 cameră + dependinţe	13	0,650
	Apartament cu 2 – 3 camere + dependinţe	18	0,550
	Apartament cu 4 – 5 camere + dependinţe	26	0,500
	Vilă ≤ 5 camere + dependinţe	26	0,650
	Vilă > 5 camere + dependinţe	30	0,650
Dotare cu receptoare electrocasnice pentru iluminat, conservare hrană, audiovizual, activităţi gospodăreşti. Asigurarea apei calde, a încălzirii şi al gătitului cu utilizarea energiei electrice.	Garsonieră cu 1 cameră + dependinţe	18	0,550
	Apartament cu 2 – 3 camere + dependinţe	23	0,600
	Apartament cu 4 – 5 camere + dependinţe	32	0,600
	Vilă ≤ 5 camere + dependinţe	32	0,650
	Vilă > 5 camere + dependinţe	35	0,650

3.2.2.3 Racordurile şi coloanele electrice se dimensionează astfel încât să fie satisfăcute condiţiile de stabilitate termică în regim permanent, verificarea dimensionării făcându-se în condiţiile de cădere de tensiune.

Tabelul 3.4.
Valorile factorilor de simultaneitate k_s

Nr. de apartamente	Apartamente cu o cameră kW	Apartamente cu 2 - 3 camere kW	Apartamente cu 4 - 5 camere kW	k_S
1	8	12	20	1
2	16	24	40	0,90
3	24	36	60	0,90
4	32	48	80	0,83
5	40	60	100	0,83
6	48	72	120	0,83
7	56	84	140	0,72
8	64	96	160	0,72
9	72	108	180	0,72
10	80	120	200	0,66
11	88	132	220	0,62
12	96	144	240	0,62
13	104	156	260	0,55
14	112	168	280	0,55
15	120	180	300	0,55
16	128	192	320	0,52
17	136	204	340	0,50
18	144	216	360	0,50
19	152	228	380	0,48
20	160	240	400	0,48

Tabelul 3.5.
Valorile puterii instalate şi a factorului de utilizare pentru consumatori edilitari

Nr. crt.	Destinaţia consumatorului		Puterea instalată (orientativă)			k_u
			Specifică		Totală	
			U.M.	Valoare	kW	
1	Magazine, spaţii comerciale, servicii (inclusiv reclame)		W/m^2	75 ... 100	-	0,80
2	Hoteluri	- cameră	kW/cam	1	-	0,70
		- restaurant	-	-	15 ... 100	0,90
3	Sedii administrative, politice, economice etc.		W/m^2	120 ... 200	-	0,90
4	Policlinici		-	-	20 ... 140	0,65
5	Spitale, clinici, sanatorii		W/pat	500... 1000	-	0,70
6	Creşe, grădiniţe, cămine		W/m^2	20 ... 50	-	0,75
7	Şcoli generale licee		W/m^2	20 ... 50	-	0,75
8	Facultăţi, institute de învăţământ superior		W/m^2	50 ... 75	-	0,80
9	Teatre, filarmonici, muzee, săli de expoziţie, etc		W/m^2	50 ... 75	-	0,60 ÷ 0,75
10	Cinematografe		-	-	50 ... 70	0,70
11	Puncte termice		-	-	80 ... 120	0,85

3.3. Tipuri de reţele de distribuţie

3.3.1 Generalităţi

3.3.1.1 Tipurile de reţele se clasifică în funcţie de :
- numărul conductoarelor active şi
- moduri de legare la pământ.

3.3.1.2 Tipurile de reţele în funcţie de conductorul activ sunt pentru:
Tensiune alternativă – monofazat cu 2 conductoare;
– monofazat cu 3 conductoare;
– trifazat cu 3 conductoare ;
– trifazat cu 4 conductoare;
– trifazat cu 5 conductoare.
Tensiune continuă – cu 2 conductoare;
– cu 3 conductoare.

3.3.1.3. Tipurile de reţele în funcţie de modul de legare la pământ pentru tensiune alternativă şi tensiune continuă sunt: TN, TT şi IT.

3.3.2. Legarea la pământ a reţelelor de tenisune alternativă.

3.3.2.1 Legarea la pământ poate fi de trei tipuri principale: TN, TT şi IT, simbolurile literare utilizate pentru notarea lor având următoarele semnificaţii:
- prima literă, se referă la situaţia reţelei de alimentare în raport cu pământul:

T – legarea directă la pământ a unui punct activ – punctul neutru, în cazul în care acesta este accesibil sau a unui conductor de fază, în cazul în care punctul neutru nu este accesibil;
I – izolarea tuturor părţilor active faţă de pământ, sau legarea la pământ a unui punct printr-o impedanţă de valoare foarte mare.

- a doua literă, se referă la situaţia maselor electrice în raport cu pământul:

T – legarea direct la pământ a maselor instalaţiei, independent de eventuala legare la pământ a unui punct al alimentării;

N – indică modul de tratare a funcţiilor conductoarelor neutru şi de protecţie; poate fi N-C sau N-S;

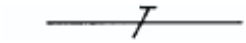
Alte litere, se referă la dispunerea conductorului neutru şi a conductorului de protecţie în reţeaua TN:

C – în reţeaua TN arată că funcţiile pentru conductorul neutru şi pentru conductorul de protecţie pot fi combinate într-un singur conductor (PEN).

S – în reţeaua TN arată că funcţia de protecţie este asigurată printr-un conductor PE separat de conductoarele active, legat la pământ (în curent alternativ).

3.3.2.2 Simbolurile grafice care se utilizează în schemele de legare la pământ sunt conform celor indicate în tabel 3.6.

Tabelul 3.6.
Simbolurile utilizate în schemele de legare la pământ.

	Conductor neutru (N)
	Conductor de protecț ie (PE)
	Conductor comun de protecț ie ș i neutru (PEN)

3.3.2.3 Reţeaua TN are un punct al alimentării legat direct la pământ, masele instalaţiei fiind legate la acest punct prin conductoare de protecţie. În acest tip de reţea, curentul de defect între fază şi masă este un curent de scurtcircuit. Se disting trei tipuri de reţele TN în funcţie de dispunerea conductorului neutru şi a conductorului de protecţie.

3.3.2.4 Reţeaua TN-S, în care un conductor de protecţie distinct este folosit pentru întreaga reţea (fig. 3.1.). Se utilizează:

- când trebuie separate PE şi N pentru asigurarea funcţionării protecţiei;
- de la ultimul tablou legat la pământ spre receptor.

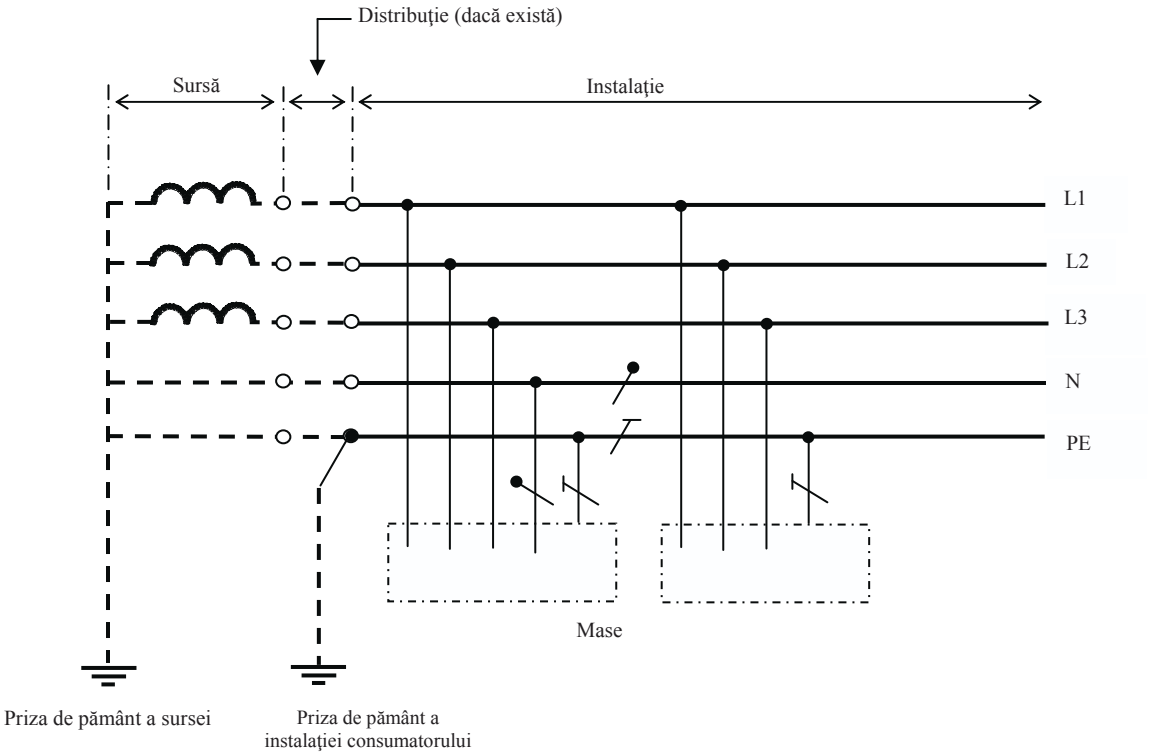


Fig.3.1. Sistem TN-S ,trifazat cu 5 conductoare,cu conductorul de protecţie (PE) separat de conductorul neutru (N).

3.3.2.5 Reţeaua TN-C, în care funcţiile pentru conductorul neutru şi conductorul de protecţie sunt combinate într-un singur conductor pentru întreaga reţea (fig. 3.2.).

Se menţionează că în această reţea de la ultimul tablou spre receptor alimentarea se realizează întotdeauna în sistem TN-S, adică cu conductoare separate PE şi N sau numai PE , după necesităţile receptorului.

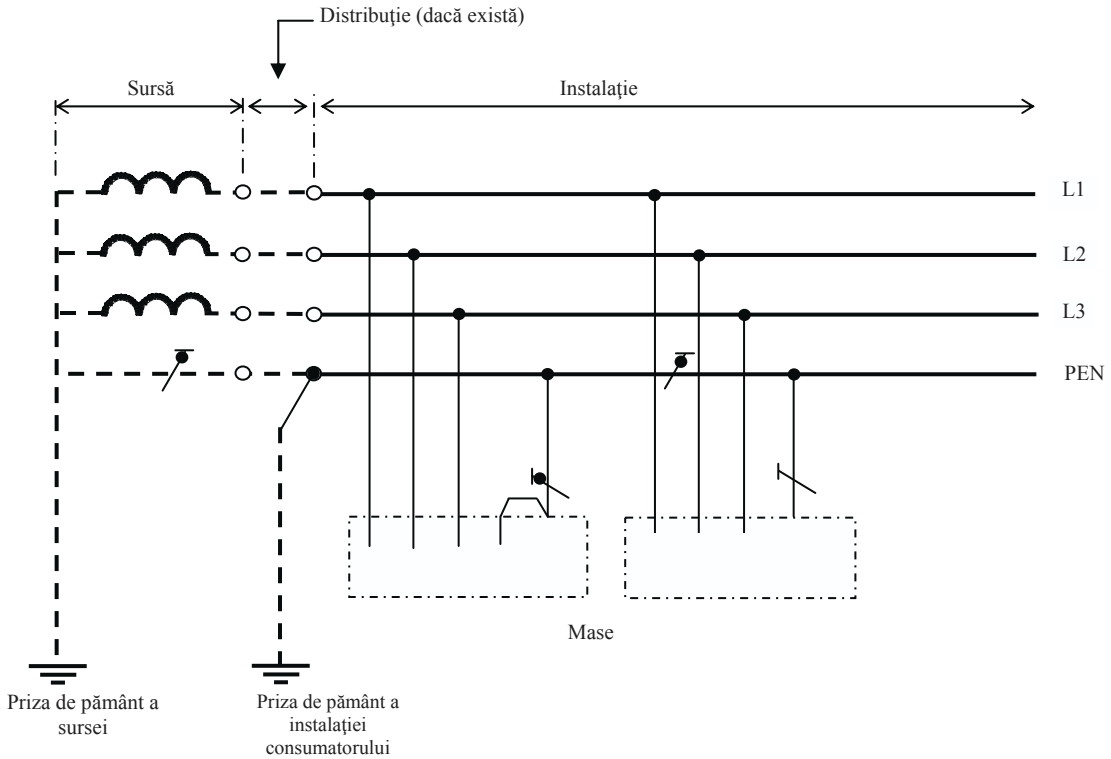


Fig.3.2. Schema reţelei TN-C trifazat cu 4 conductoare, cu conductor comun de protecţie (PE) şi neutru (N).

3.3.2.6 Reţeaua TN-C-S, în care funcţiile pentru conductorul de neutru şi conductorul de protecţie sunt combinate într-un singur conductor pe o porţiune a reţelei (fig. 3.3).
Sistemul TN-C este întotdeauna înaintea celui TN-S. Este interzisă, în aceiaşi reţea, realizarea unui conductor PEN (TN-C) după ce acesta a fost separat în PE şi N (TN-S), într-un punct în amonte.

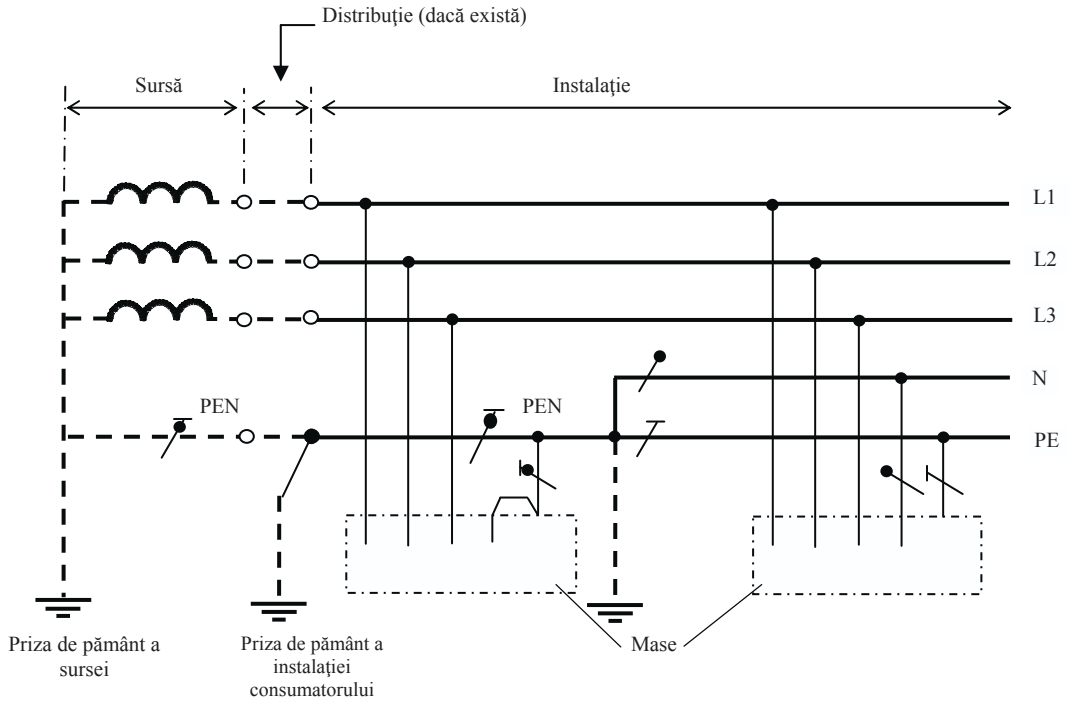


Fig.3.3. Schema reţelei TN-C-S trifazat ,în care conductorul de protecţie (PE) este separat de conductorul neutru(N).

3.3.2.7 In toate reţelele TN, atunci când există un conductor PE sau PEN acestea trebuiesc legate la pământ cât mai des posibil şi obligatoriu când acestea fac parte din componenţa tablourilor de distribuţie.

3.3.2.8 Reţeaua TT (fig. 3.4 şi fig. 3.5) are un punct al alimentării legat direct la pământ, masele instalaţiei electrice fiind legate la prize de pământ independente faţă de priza de pământ a alimentării. În această reţea curenţii de defect fază – masă, pentru intensităţi chiar mai mici decât ale unui curent de scurtcircuit, pot fi suficient de mari pentru a provoca apariţia unei tensiuni de atingere periculoasă.

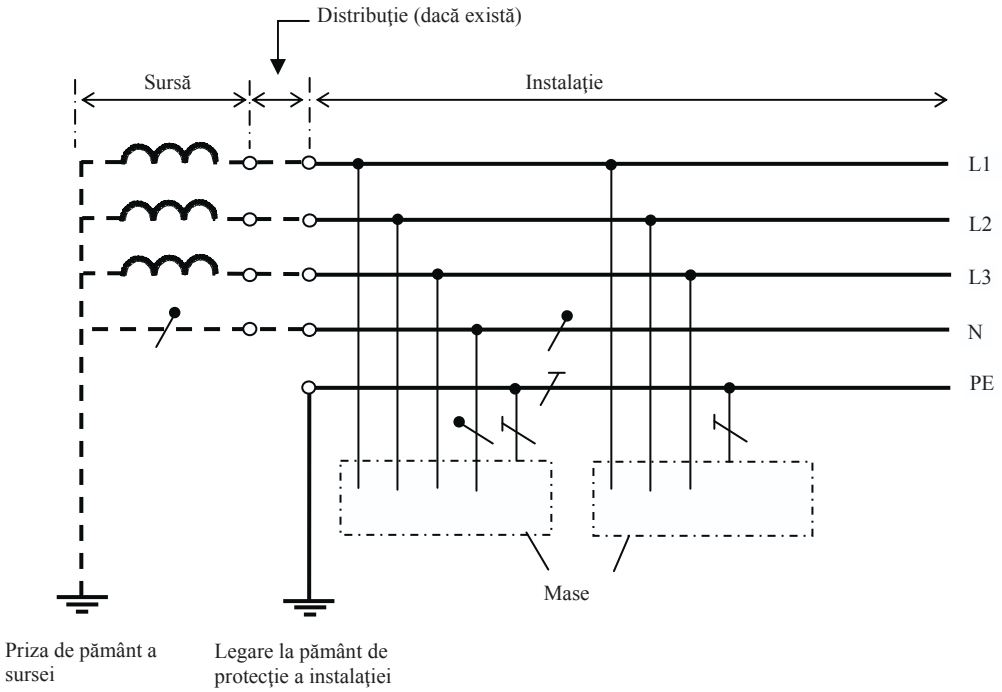


Fig.3.4. Schema reţelei TT trifazat cu 5 conductoare, cu conductorul neutru distribuit, cu PE şi N.

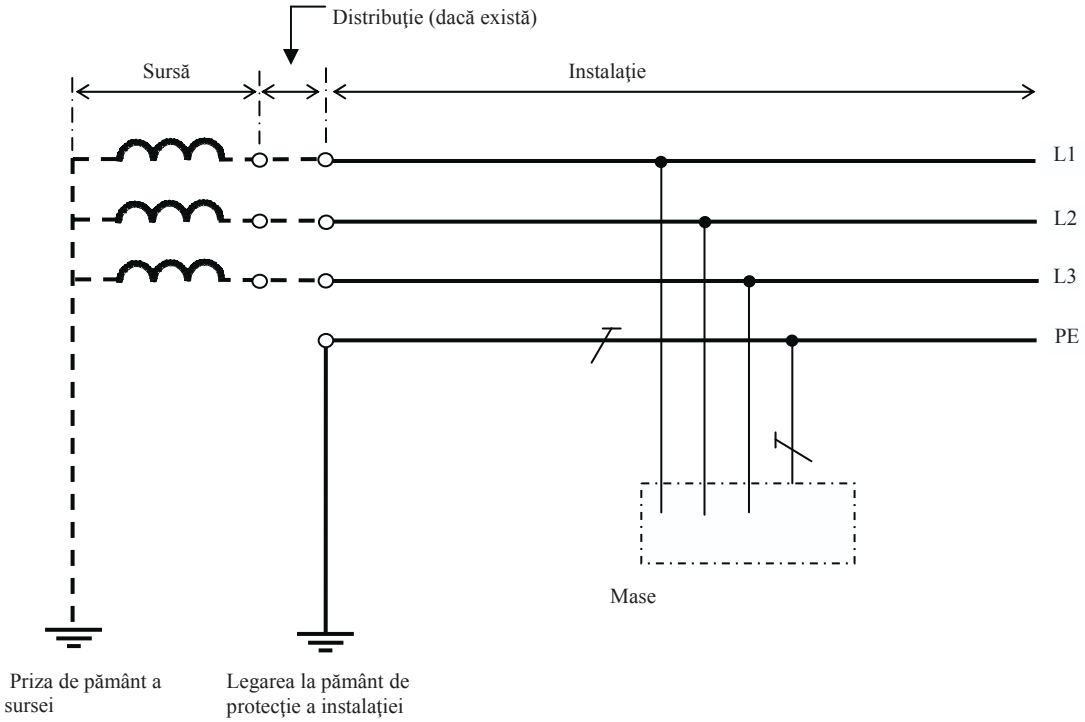
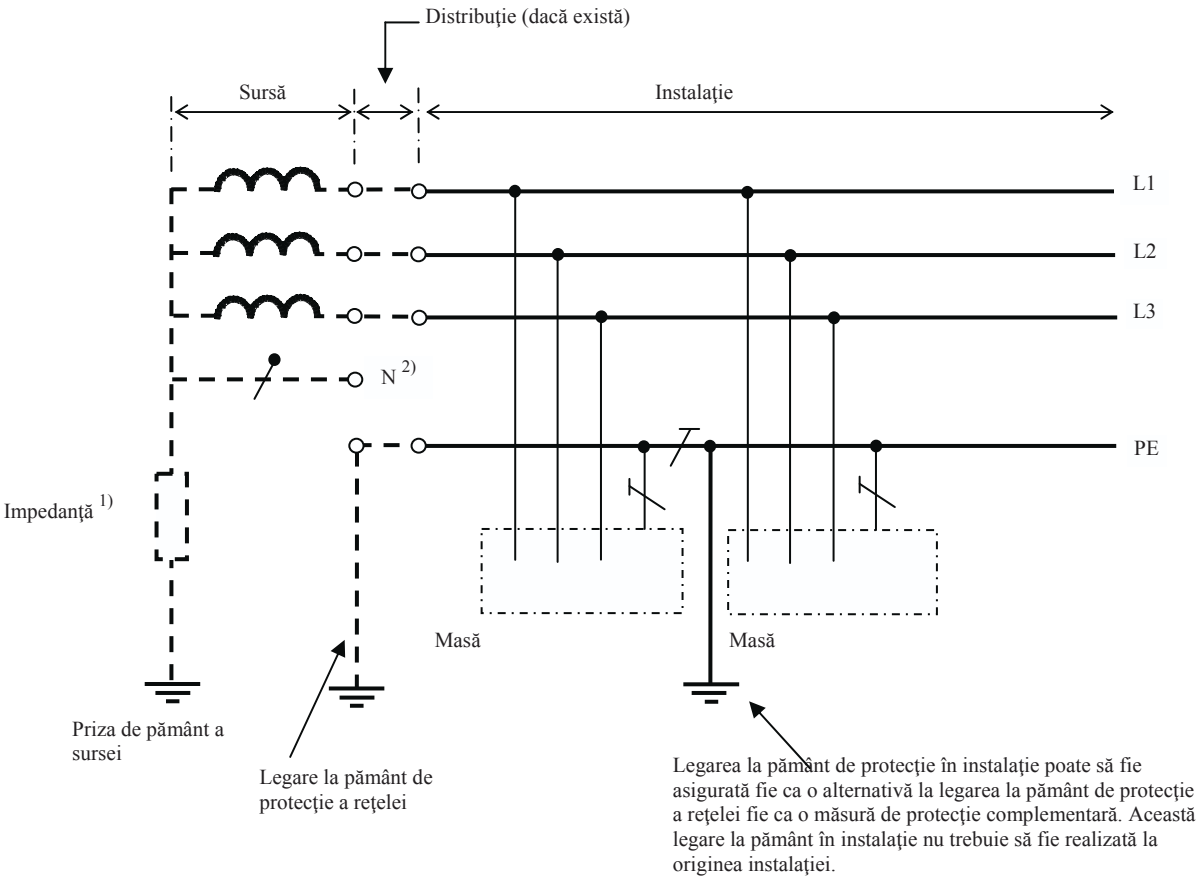


Fig.3.5. Schema reţelei TT trifazat cu 4 conductoare, cu conductorul neutru nedistribuit.

3.3.2.9 În **reţeaua IT** (fig. 3.5 şi fig. 3.6) toate părţile active ale alimentării sunt izolate faţă de pământ sau legate la pământ prin intermediul unei impedanţe Z de valoare mare, masele instalaţiei electrice fiind legate la pământ. În această reţea, un curent rezultat dintr-un prim defect fază-masă are o intensitate suficient de mică încât nu poate provoca o tensiune de atingere periculoasă. Se utilizează

numai cu dispozitiv de control permanent al izolaţiei conductorului neutru faţă de pământ şi/sau declanşarea automată în caz de defect.
Se recomandă ca în acest sistem conductorul neutru să nu fie distribuit.

3.3.2.10 În reţeaua IT limitarea curentului rezultat în cazul unui singur defect se obţine fie prin absenţa legăturii la pământ a alimentării, fie prin intercalarea unei impedanţe între un punct al alimentării (în general neutrul reţelei) şi pământ suficient de mari care să limiteze curentul de defect la valori cuprinse între 150…230 mA pentru a permite semnalizarea defectului.



1 – impedanţa foarte mare sau lipsa legăturii.
2 – conductorul neutru poate fi distribuit sau nedistribuit. Varianta nedistribuit este recomandată.

Fig.3.6. Schema reţelei IT, trifazat, cu 4 conductoare.

3.3.2.11. Condiţii pentru conductoarele PEN,PE în reţelele TN,TT şi IT.

3.3.2.11.1 Se admite în reţelele TN, în instalaţiile fixe, ca funcţiunile de conductor de protecţie şi de conductor neutru să fie îndeplinite de un singur conductor (PEN), cu condiţia ca secţiunea lui să fie cel puţin egală cu 10 mm^2 Cu sau 16 mm^2 Al şi porţiunea comună să nu se găsească în aval de un dispozitiv de protecţie la curent diferenţial rezidual. Conductorul PEN exista numai în reţeaua TN-C.

3.3.2.11.2 Conductoarele de protecţie trebuie să aibă secţiunile cel puţin egale cu acelea prevăzute în tabelul 5.17 .

3.3.2.12. Recomandări pentru utilizarea reţelelor TN,TT şi IT

Pentru alegerea tipului de reţea pentru alimentarea diverşilor consumatori se pot utiliza recomandările din tabelul 3.7.

Tabelul 3.7.
Recomandări pentru utilizarea diferitelor tipuri de reţea

Tipul de reţea	Recomandate	Posibile	Nerecomandate
Reţea cu fider de alimentare, cu lungime foarte mare şi rezistenţă redusă a prizei de pământ (mai mică de 10 Ω)	-	TT TN IT	-
Reţea cu fider de alimentare, cu lungime foarte mare şi rezistenţă mare a prizei de pământ (peste 30 Ω)	TN	TT	IT
Reţea cu perturbaţii electromagnetice frecvente (exemplu: emiterea de unde radio şi televiziune)	TN	TT	IT
Reţea exterioară cu conductoare aeriene	TT	TN	IT
Sarcini sensibile la curenţi de defect importanţi (exemplu: motoare electrice)	IT	TT	TN
Reţea cu nivel redus de izolaţie (cuptoare electrice, instalaţii de sudare, elemente de încălzire, echipamente din bucătărie)	TN	TT	IT
Reţea cu sarcini cuprinzând receptoare cu risc în serviciu şi cu defecţiuni frecvente (poduri rulante, macarale, convertoare)	TN	TT	IT
Reţea cu numeroase echipamente electronice	TN-S	TT	TN-C
Reţea care necesită continuitate de alimentare în serviciu (săli de operaţie, săli de dirijare a zborurilor)	IT	-	TN TT

3.3.3 Legarea la pământ a reţelelor de tensiune continuă (TN, TT şi IT)

3.3.3.1 Legarea la pământ poate fi de trei tipuri principale: TN, TT şi IT, simbolurile literare utilizate pentru notarea lor având aceleaşi semnificaţii ca la reţelele de tensiune alternativă.

3.3.3.2 Reţeaua TN-S

Un conductor activ (de exemplu L-) sau conductorul median, este legat la pământ şi separat de conductorul de protecţie (PE) în întreaga instalaţie (fig. 3.7).

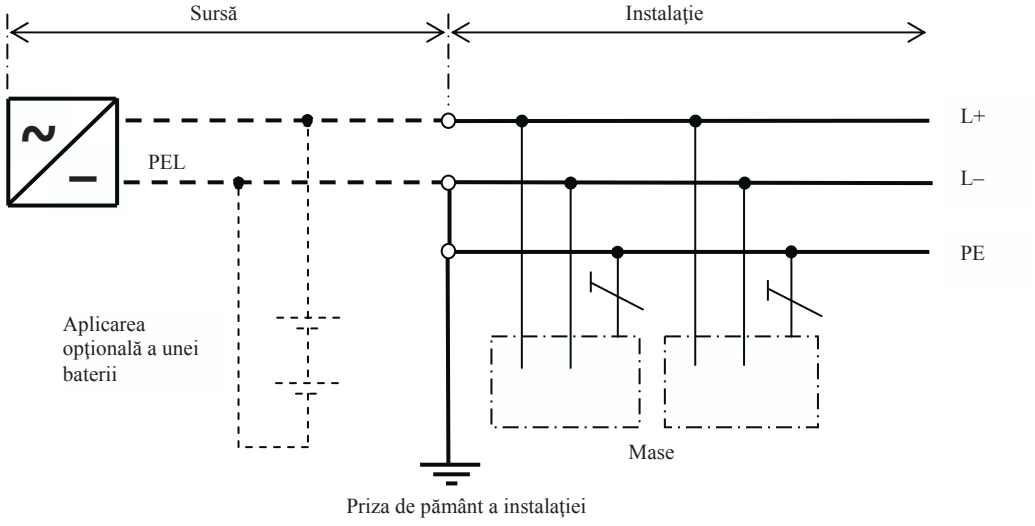


Fig.3.7 Schema reţelei TN-S, întensiune continuă, cu conductorul L- legat la pământ separat de conductorul de protecţie PE.

3.3.3.3 Reţeaua TN-C

Funcţiile de conductor activ legat la pământ (de exemplu L-) şi de protecţie sunt reunite intr-un singur conductor PEL în toata instalaţia (Fig.3.8.).

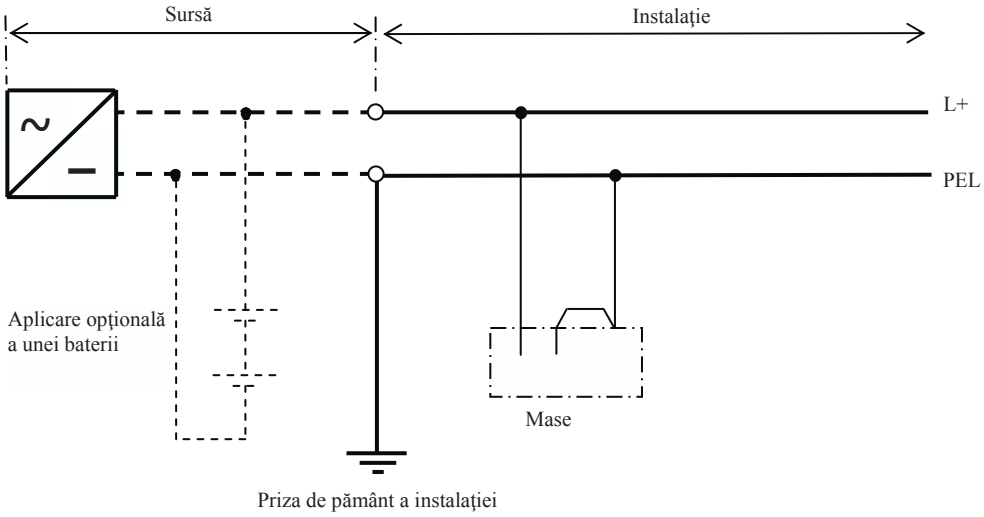


Fig.3.8. Schema reţelei TN-C în tensiune continuă. Conductorul activ (L-) şi cel de protecţie sunt uniţi într-un singur conductor PEL în toata instalaţia.

3.3.3.4 Reţeaua TN-C-S

Funcţiile de conductor activ legat la pământ (de exemplu L-) şi de conductor de protecţie PE sunt reunite într-un singur conductor PEL în prima parte a instalaţiei (fig.3.9.).

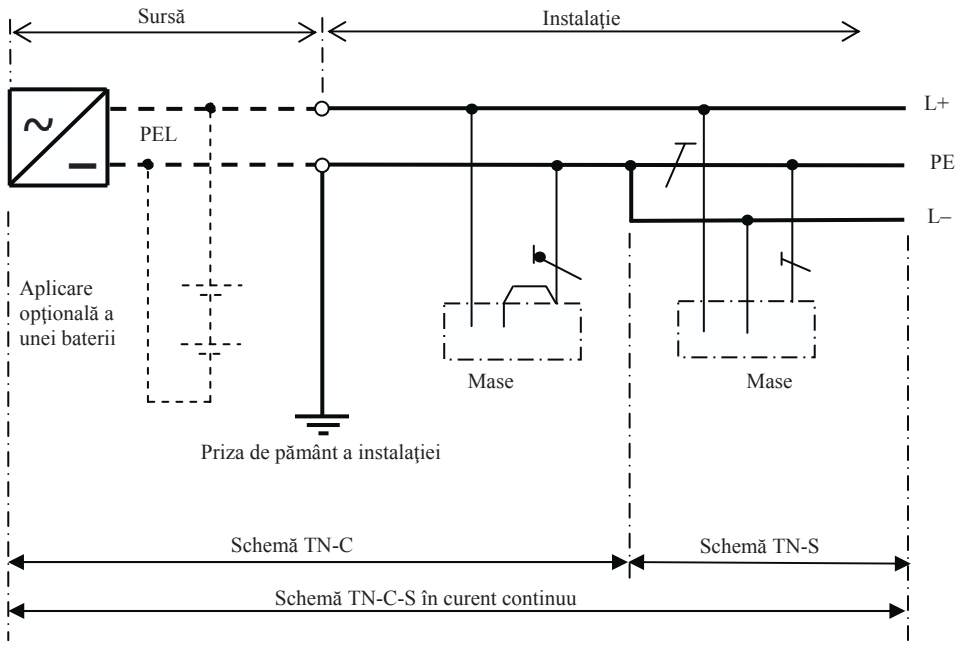


Fig.3.9. Schema TN-C-S în tensiune continuă. Conductorul activ legat la pamant (L-) si cel de protectie PE sunt uniti intr-un singur conductor PEL în prima parte a instalatiei.

3.3.3.5 Reţeaua TT

Punctul de legare la pământ al conductorului activ (de ex. L-) este separat de punctul de legare la pământ al conductorului de protecţie PE în toată instalaţia (fig.3.10.).

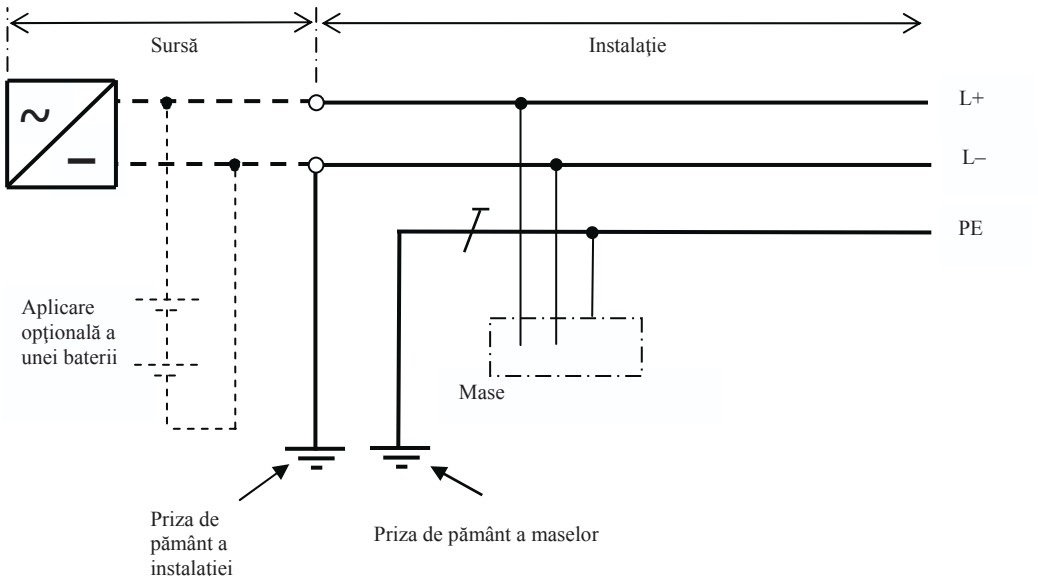


Fig.3.10. Schema TT întensiune continuă

3.3.3.6 Reţeaua IT

Un conductor activ (de ex.L-) este legat la pământ printr-o impedanţă relativ mare (sau izolat), separat de punctul de legare la pământ al conductorului de protecţie (fig.3.11.).

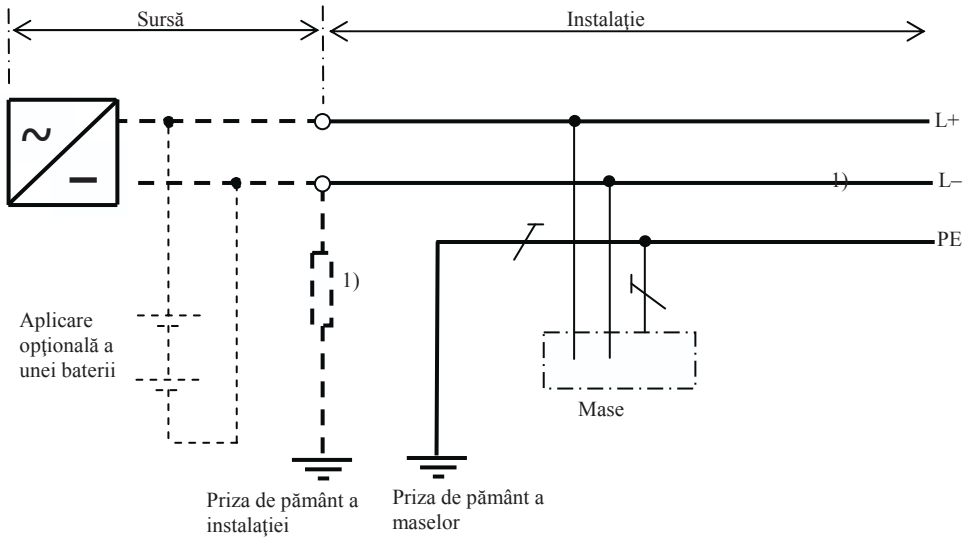


Fig.3.11. Schema IT în tensiune continuă

1) Conductorul activ (L-) poate fi izolat sau legat la pământ printr-o impedanţă mare.

3.4. Instalaţii de securitate

3.4.1 Prevederea alimentării de securitate cu energie electrică pe lângă alimentarea normală cu energie electrică, la consumatori, este obligatorie în următoarele cazuri:

- la consumatori industriali şi similari, cu receptoare care trebuie să funcţioneze fără întrerupere, în condiţiile date în Ord. ANRE 129/2008.
- la consumatori echipaţi cu instalaţii electrice pentru alimentarea receptoarelor cu rol de securitate la incendiu şi la consumatori prevăzuţi cu iluminat de siguranţă, în condiţiile date în acest normativ (subcapitolul 7.22 şi 7.23).

Se poate prevedea la consumator alimentare de rezervă, pe lângă alimentarea normală şi în alte cazuri decât cele menţionate mai sus, în condiţiile prevăzute în Ord. ANRE 129/2008, cu acordul investitorului.

3.4.2 Alimentarea de securitate se realizează cu:
- baterii de acumulatoare;
- surse neîntreruptibile (UPS);
- generatoare independente de alimentarea din SEN;

3.4.3 Trecerea la alimentarea de securitate se face în funcţie de durata de comutare.
Comanda se poate face:
- manual, comutarea fiind făcută de un operator sau;
- automat, fără intervenţia unui operator.

3.4.4 Alimentarea de securitate cu comutare automată, după durata de comutare poate fi:
- fără întrerupere, alimentare automată care poate fi asigurată în mod continuu, în condiţii specifice privind perioada de tranziţie (de ex. variaţii de tensiune şi frecvenţă);
- cu o întrerupere foarte scurtă, durata de comutare fiind mai mică de 0,15 s;
- cu o întrerupere scurtă, durata de comutare fiind mai mică de 0,5 s;
- cu o întrerupere medie, durata de comutare fiind mai mică de 15 s;
- cu o întrerupere lungă, durata de comutare fiind mai mare de 15 s.

3.4.5 Atunci când întreruperea alimentării cu energie electrică poate avea consecinţe foarte grave, punând în pericol viaţa oamenilor (de ex. în blocul operator din spitale, centrul de dirijare al zborurilor etc.), se recomandă ca alimentarea de securitate să se facă în sistemul IT (fig. 3.6.).

3.4.6 Alegerea caracteristicilor alimentării de securitate cu energie electrică (sursă, comutarea, durata de comutare) se face de către proiectant împreună cu tehnologul şi investitorul astfel încât să fie respectate condiţiile de siguranţă impuse.

3.5. Separarea instalaţiilor

3.5.1 Toate instalaţiile trebuie să fie separate în mai multe circuite, după necesităţi, în scopul:
- evitării tuturor pericolelor şi limitării consecinţelor în eventualitatea unui defect;
- facilitării verificărilor, încercărilor şi întreţinerii;
- evitarea pericolelor care pot rezulta din defectarea unui singur circuit .

3.5.2 Trebuie prevăzute circuite distincte de distribuţie pentru părţi ale instalaţiei care trebuie comandate separat, astfel încât aceste circuite sa nu fie afectate de defectarea altor circuite.

3.6 Compatibilitatea

3.6.1 Trebuiesc luate masuri adecvate pentru micşorarea influenţelor pe care anumite echipamente electrice le pot avea asupra altor instalaţii electrice, asupra surselor de alimentare şi asupra reţelei de distribuţie publică.
Aceste perturbaţii pot fi:
– perturbaţii de tensiune din care:
- • variaţii de tensiune;
- • goluri de tensiune;
- • întreruperi de tensiune de scurtă durată;
- • întreruperi de tensiune de lungă durată;
- • supratensiuni temporare între faze şi pământ;
- • supratensiuni tranzitorii între faze şi pământ;
- • nesimetrii de tensiune;
- • tensiuni şi curenţi electrici armonici.

– componente continue;

– oscilaţii de înaltă frecvenţă;
– curenţi de fugă.

3.7 Mentenabilitatea

3.7.1 Trebuie realizată o frecvenţă şi o calitate a întreţinerii instalaţiei care sunt necesare pe toată durata de viaţă normată, conform cap. 8 şi 9 Trebuie luate în consideraţie acele caracteristici ale instalaţiei ce ţin seama de frecvenţa şi de calitatea întreţinerii:

- să poată fi efectuată orice verificare periodică, încercare, întreţinere şi reparaţie necesare pe durata de viaţă normată;
- să se respecte măsurile de protecţie pentru asigurarea securităţii şi sănătăţii în muncă (conform Legii nr. 319/2006);
- să se utilizeze echipamente cu agremente tehnice care să permită funcţionarea corectă a instalaţiei pe toată durata de viaţă normată.

CAPITOLUL 4.
PROTECŢII PENTRU ASIGURAREA SECURITĂŢII

4.1. Protecţia împotriva şocurilor electrice

4.1.1. Generalităţi

4.1.1.1. Regula fundamentală (conform cu recomandările din SR EN 61140). Regula fundamentală a protecţiei împotriva şocurilor electrice constă în aceea că:

a. părţile active periculoase nu trebuie să fie accesibile în condiţii normale de funcţionare. Aceasta se realizează prin protecţia de bază (vechea denumire era „protecţie la atingere directă") şi

b. părţile conductoare accesibile ce accidental ar ajunge sub tensiune să nu devină părţi active periculoase în caz de simplu defect. Aceasta se realizează prin "protecţia la defect" (vechea denumire era "protecţie la atingere indirectă").

4.1.1.2. O măsură de protecţie trebuie să se realizeze astfel :

1. O combinaţie corespunzătoare dintre o măsură pentru protecţia de bază (la atingere directă) şi o măsură tehnică pentru protecţia în caz de defect (la atingere indirectă), cum ar fi :

- protecţia prin întreruperea automată a alimentării ;
- utilizarea tensiunilor foarte joase (TFJS şi TFJP) ;
- separarea electrică pentru alimentarea unui singur receptor electric.

2. O izolaţie dublă sau întărită – clasa II de izolaţie – întrucât asigură atât protecţia de bază (la atingere directă) cât şi protecţia în caz de defect (la atingere indirectă) .

4.1.2. Măsuri tehnice şi organizatorice pentru protecţia de bază (protecţia împotriva atingerilor directe).

4.1.2.1. A. Măsurile tehnice de protecţie sunt:

- izolaţia de bază a părţilor active ;
- bariere sau carcase ;
- obstacole (destinate protejării persoanelor calificate sau instruite – nu sunt destinate persoanelor obişnuite) ;
- amplasarea în afara zonei de accesibilitate la atingere ;
- limitarea tensiunii de alimentare, care să nu depăşească limitele TFJ (conform recomandărilor din SR CEI / TS 61201) ;
- folosirea mijloacelor individuale de protecţie electroizolante certificate;
- alte măsuri ce respectă regula fundamentală.

Ca măsură tehnică suplimentară se utilizează protecţia cu dispozitive de curent diferenţial rezidual (DDR) de cel mult 30mA.

B. Măsurile organizatorice sunt:

- scoaterea de sub tensiune a instalaţiei la care se lucrează ;
- executarea intervenţiilor la instalaţiile electrice numai de către persoane calificate ;
- executarea intervenţiilor în baza uneia dintre formele de lucru, conform prevederilor Hotărârii Guvernului nr. 1146/2006;
- elaborarea unor instrucţiuni de lucru;
- alte măsuri organizatorice care sunt prevăzute în cap. 9.

Măsuri tehnice de protecţie pentru protecţia de bază

4.1.2.2. Izolaţie de bază pentru părţile active

Părţile active trebuie să fie acoperite complet cu o izolaţie care se poate îndepărta numai prin distrugere. Pentru echipament izolaţia trebuie să îndeplinească prescripţiile din standardele relevante pentru echipamentul electric.

4.1.2.3. Bariere sau carcase

4.1.2.3.1 Părţile active trebuie să fie instalate în interiorul carcaselor sau în spatele barierelor care asigură un grad de protecţie cel puţin IPXXB sau IP 2X, cu excepţia cazului în care sunt necesare deschideri mai mari în timpul înlocuirii unor elemente, precum dulii sau elemente de înlocuire ale siguranţelor fuzibile sau a cazurilor în care sunt necesare deschideri mari pentru a permite funcţionarea corectă a echipamentului :

- măsuri suplimentare trebuiesc luate pentru a împiedica persoanele sau animalele domestice să atingă neintenţionat părţile active;
- există asigurarea că persoanele să fie informate despre părţile active care pot fi atinse intenţionat, prin deschiderea barierelor sau carcaselor;
- deschiderea să fie aşa de mică încât să corespundă prescripţiilor pentru o funcţionare corectă.

Suprafeţele orizontale de sus ale carcaselor, care pot fi uşor accesibile, trebuie să aibă un grad de protecţie de cel puţin IPXXD sau IP4X.

4.1.2.3.2 Barierele sau carcasele trebuie fixate ferm şi să aibă suficientă stabilitate şi durabilitate pentru menţinerea gradelor de protecţie prescrise şi de separare corespunzătoare de părţile active în condiţii de funcţionare normală, ţinând seama de influentele externe.

Dacă o carcasă este necesar să fie îndepărtată, această operaţie trebuie efectuată numai:

- prin ajutorul unei chei sau unei scule sau
- după întreruperea alimentarii părţilor active faţă de care barierele sau carcasele asigură protecţia, restabilirea alimentării fiind posibilă numai după reaşezarea barierelor sau reînchiderea barierelor sau carcaselor sau
- dacă o barieră intermediară, care asigură un grad de protecţie de cel puţin IPXXB sau IP2X, previne atingerea cu părţile active, îndepărtarea acestei bariere intermediare este posibilă, numai prin utilizarea unei chei sau a unei scule.

4.1.2.3.3 Dacă în spatele unei bariere sau a unei carcase sunt instalate elemente ale echipamentului care pot avea sarcini electrice periculoase, după întreruperea alimentării, este necesară o plăcuţă de avertizare. Condensatoarele mici care sunt utilizate pentru temporizarea releelor nu trebuie considerate periculoase.

4.1.2.4. Obstacole

Acestea sunt destinate protejării persoanelor calificate sau instruite. Nu sunt destinate protejării persoanelor obişnuite.

4.1.2.4.1. Obstacolele trebuie să prevină:

- atingerea neintenţionată a corpului de părţile active;
- atingerea neintenţionată cu părţile active pe durata funcţionării echipamentului sub tensiune în funcţionare normală.

4.1.2.4.2. Obstacolele pot fi îndepărtate fără utilizarea unor chei sau scule, însă trebuie asigurate astfel încât să prevină îndepărtarea neintenţionată.

4.1.2.5. Amplasarea în afara zonei de accesibilitate la atingere

4.1.2.5.1 Părţi simultan accesibile care sunt la potenţiale diferite nu trebuie să fie în zona de accesibilitate la atingere.

Două părţi sunt considerate simultan accesibile dacă sunt la distanţă mai mică de 2.5 m (dimensiunea de accesibilitate este determinată de lungimea mâini fără o sculă de ajutor) .

4.1.2.5.2 Dacă o suprafaţă orizontală este restricţionată de un obstacol (balustradă sau ecran de plasă de sârmă) cu un grad de protecţie mai mare de IP XXB sau IP2X, zona de atingere trebuie să înceapă de la acest obstacol. În direcţie verticală (în sus), zona de accesibilitate este de 2.5 m de la suprafaţa S, neţinând seama de nici un obstacol intermediar care asigură un grad de protecţie mai mic de IPXXB

sau IP2X.

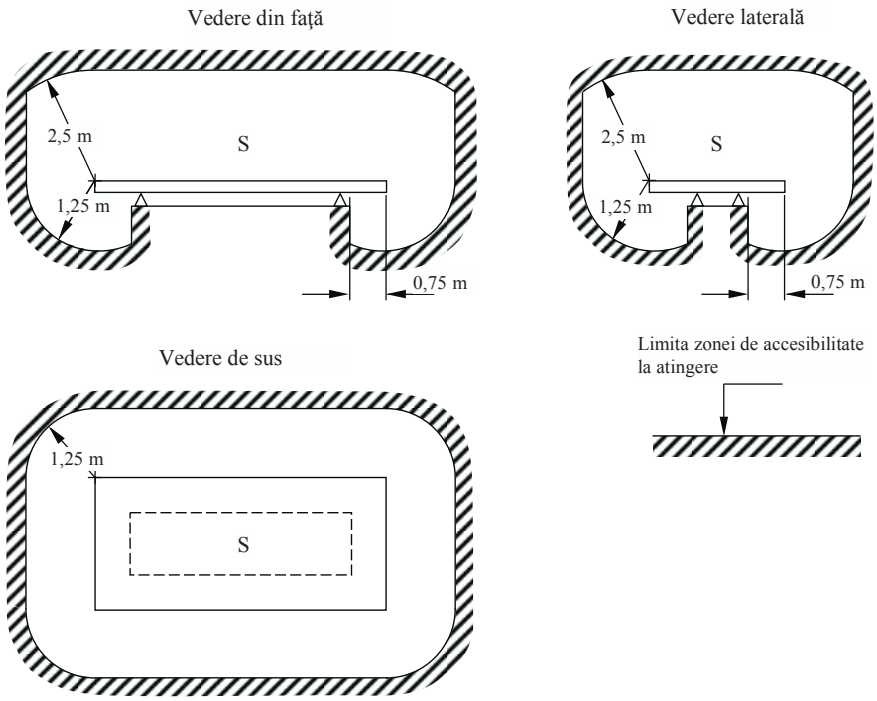


Fig. 4.0. Zonă de accesibilitate la atingere

4.1.2.5.3. În locurile în care, în mod normal, sunt manevrate obiecte bune conductoare lungi şi voluminoase, distanţele de la art.4.1.2.5.1 şi 4.1.2.5.2 trebuie mărite ţinând seama de dimensiunile acestor obiecte.

4.1.3. Măsuri tehnice pentru protecţia la defect (protecţia împotriva atingerilor indirecte)

4.1.3.1. Protecţia la defect (împotriva atingerii indirecte) se realizează printr-o măsură de protecţie principală, care să asigure protecţia în orice condiţii şi o măsură de protecţie suplimentară, care să asigure protecţia în cazul defectării protecţiei principale. Cele două măsuri de protecţie trebuie alese astfel încât să nu se anuleze una pe cealaltă.

4.1.3.2. Protecţia în caz de defect (protecţia la atingere indirectă) se realizează numai prin măsuri tehnice. Acestea sunt :

- măsuri tehnice principale :
  - legarea la pământ a părţilor conductoare accesibile (ce accidental ar putea fi puse sub tensiune) în condiţiile specifice fiecărui sistem de alimentare : TN, TT, IT;
  - utilizarea tensiunilor reduse – TFJS şi TFJP ;
  - separarea de protecţie, pentru un singur receptor ;
  - izolarea dublă sau întărită a echipamentelor electrice – clasă II de izolaţie;
- măsuri tehnice suplimentare :
  - deconectarea automată la apariţia unui curent electric de defect periculos, prin utilizarea dispozitivelor de curent diferenţial rezidual DDR ;
  - legătura de echipotenţializare de protecţie suplimentară;
  - izolarea zonei de manipulare a omului (izolarea amplasamentului);
  - deconectarea automată la apariţia tensiunii de atingere ;
  - folosirea mijloacelor individuale de protecţie electroizolante certificate;
  - alte măsuri tehnice suplimentare ce respectă regula fundamentală.

Măsurile suplimentare însoţesc întotdeauna o măsură tehnică principală şi se prevăd în :

- instalaţiile electrice din mediile periculoase şi foarte periculoase ;
- anumite condiţii de influenţe ale condiţiilor externe şi amplasamente speciale, aşa cum sunt menţionate în cap.7 ;
- cazurile în care se utilizează conductoare din aluminiu cu secţiunea mai mică de 16 mm^2.

Protecţia în caz de defect poate fi omisă pentru un echipament cu părţi conductoare accesibile de dimensiuni sub 50×50 mm^2 sau dacă sunt amplasate astfel încât nu pot veni în contact semnificativ cu o parte a corpului uman şi dacă racordarea cu un conductor de protecţie se realizează cu dificultate sau este nesigură .

4.1.3.3. Măsurile de protecţie diferite aplicate în aceeaşi instalaţie pentru protecţie la defect (la atingere indirectă) nu trebuie să se influenţeze sau să se anuleze reciproc.

4.1.3.4. Măsurile tehnice de protecţie la defect (împotriva atingerilor indirecte) menţionate depind de tipul reţelei de alimentare şi condiţiile de defect. Acestea sunt detaliate în cadrul măsurilor de protecţie din subcap. 4.1.4.

4.1.4. Măsură de protecţie

Se admit, în general, următoarele măsuri :
1 – întreruperea automată a alimentării ;
2 – izolarea dublă sau întărită ;
3 – utilizarea tensiunilor foarte joase – TFJS şi TFJP ;
4 - separarea electrică pentru alimentarea unui singur receptor.

4.1.4.1. Întreruperea automată a alimentării

4.1.4.1.1. Este cea mai utilizată măsură de protecţie în instalaţiile electrice, în care:
- protecţia de bază (la atingere directă) este asigurată printr-o :
- izolaţie de bază a părţilor active sau
- bariere sau
- carcase ;
- protecţia la defect (la atingerea indirectă) este asigurată prin legături de echipotenţializare de protecţie (care să asigure întreruperea automată) ca măsură principală. Protecţia suplimentară se adoptă conform cu 4.1.2.1.

4.1.4.1.2. Un dispozitiv de protecţie trebuie să întrerupă automat alimentarea conductorului de linie a circuitului sau a echipamentului în cazul unui defect cu impedanţa neglijabilă între conductorul de linie şi o parte conductoare accesibilă sau un conductor de protecţie din circuit sau un echipament în timpul maxim de întrerupere indicat la 4.1.4.1.3.,4.1.4.1.4. sau 4.1.4.1.5.

Valori ale timpului de întrerupere mai mari decât cele indicate în aceste articole, pot fi admise în reţelele publice de distribuţie a energiei electrice pentru producerea şi transportul energiei electrice.

Pentru reţelele IT, întreruperea automata nu este în mod obişnuit necesară la apariţia primului defect. Prescripţiile privind întreruperea după primul defect vor fi enunţate în cursul acestui capitol la art. 4.1.4.1.21.

4.1.4.1.3. Timpul maxim de întrerupere stabilit în tabelul 4.1. trebuie aplicat circuitelor finale din clădiri care nu depăşesc 32 A.

Tabelul 4.1
Timpul maxim de întrerupere[1)]

Reţeaua (schema)	50 V<Uo≤120 V s		120 V<Uo≤230 V s		230 V<Uo≤400 V s		Uo>400 V s	
	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.
TN	0,8	Nota 1	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1
TT	0,3	Nota 1	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1
Dacă în reţelele TT întreruperea se realizează de un dispozitiv de protecţie la supracurent şi legătura de echipotenţializare de protecţie este conectată cu toate părţile conducătoare străine în cadrul instalaţiei, pot fi utilizaţi timpii maximi de întrerupere aplicabil pentru reţelele TN. Uo este tensiunea nominală în c.a sau c.c. între linie şi pământ.								
Nota 1 - Întreruperea poate fi necesară pentru alte motive decât protecţia împotriva şocului electric. Nota 2 - Dacă întreruperea este asigurată de un DDR a se vedea art.4.1.5.2.								
[1)] Timpul maxim de întrerupere corespunde pentru o tensiune de atingere U_L = 50V								

4.1.4.1.4. În reţeaua TN un timp de întrerupere care nu depăşeşte 5 s este permis pentru circuite de distribuţie şi pentru circuitele neacoperite de 4.1.4.1.3.

4.1.4.1.5. În reţeaua TT un timp de întrerupere care nu depăşeşte 1 s este permis pentru circuite de distribuţie şi pentru circuitele neacoperite de 4.1.4.1.3.

4.1.4.1.6. Pentru alimentări cu tensiunea nominală Uo mai mare de 50 V (tensiune alternativă) sau 120V (tensiune continuă), nu este cerută întreruperea automată în timpul indicat la 4.1.4.1.3.,4.1.4.1.4. sau 4.1.4.1.5, dacă în cazul unui defect, tensiunea de ieşire a sursei este redusă într-un timp care nu este mai mare decât valoarea timpului aplicabil din tabelul 4.1. sau 5 s (după caz) la 50 V tensiune alternativă sau 120 V tensiune continuă. În asemenea cazuri trebuie luată în consideraţie întreruperea din alte motive decât şocul electric.

4.1.4.1.7. Dacă întreruperea automată conform 4.1.4.1.2. nu poate fi realizată în timpul indicat aplicabil la 4.1.4.1.3.,4.1.4.1.4. sau 4.1.4.1.5., trebuie prevăzută o legătură de echipotenţializare de protecţie suplimentară conf. 4.1.3.2.

Măsuri ce se iau în reţelele TN

4.1.4.1.8. Punctul neutru sau punctul median al sistemului de alimentare trebuie legat la pământ. Dacă punctul neutru sau median nu este disponibil sau accesibil, un conductor de linie trebuie legat la pământ.

Părţile conductoare accesibile ale instalaţiei trebuie conectate printr-un conductor la bara principală de legare la pământ a instalaţiei (PEN, PE) care trebuie conectată la punctul de legare la pământ a sistemului electric de alimentare.

Dacă există alte legări la pământ se recomandă, dacă este posibil, conectarea conductoarelor de protecţie la astfel de puncte. Legarea la pământ la puncte suplimentare, distribuite cât se poate de uniform, poate fi necesară pentru a se asigura ca potenţialele conductoarelor de protecţie rămân, în caz de defect, cât se poate de aproape de cel al pământului.

În clădirile înalte şi clădirile foarte înalte, definite potrivit reglementărilor tehnice în vigoare, legarea la pământ suplimentara a conductoarelor de protecţie nu este practic posibila din motive practice. In astfel de clădiri legătura de protecţie de echipotenţializare între conductoarele de protecţie şi părţile conductoare accesibile are o funcţie similară.

Se recomandă ca legarea la pământ a conductoarelor de protecţie (PE şi PEN) să se facă acolo unde acestea intră în clădire sau dependinţe, ţinând seama de orice posibili curenţi electrici derivaţi prin conductorul neutru.

4.1.4.1.9. În instalaţiile fixe, un singur conductor poate avea atât funcţia de conductor de protecţie cât şi pe cea de conductor neutru (conductor PEN). Pe conductorul PEN nu trebuie montat nici un dispozitiv de protecţie sau separare (secţionare).

4.1.4.1.10. Caracteristicile dispozitivului de protecţie şi impedanţele circuitului trebuie să îndeplinească următoarea condiţie:

$$Zs \cdot Ia \leq U_0$$

unde:

Zs - impedanţa, în ohmi, a buclei de defect care include:

- sursa;
- conductorul de fază până la punctul de defect şi
- conductorul de protecţie între punctul de defect şi sursă.

Ia - curentul electric, în amperi, care produce funcţionarea automată a dispozitivului de protecţie în timpul specificat la art.4.1.4.1.3. sau 4.1.4.1.4. Atunci când se utilizează un dispozitiv de protecţie la curent diferenţial rezidual (DDR) acest curent electric este curentul diferenţial rezidual de funcţionare care asigură întreruperea în timpul specificat menţionat în tabelul 4.1.

U_o - este tensiunea nominala în tensiune continuă sau alternativă între fază şi pământ, în volţi.

Acolo unde conformitatea cu acest articol se realizează printr-un DDR, timpii de întrerupere în conformitate cu tabelul 4.1 se referă la curenţii diferenţiali reziduali de defect prezumaţi, semnificativ mai mari decât curentul nominal diferenţial rezidual de funcţionare al DDR (de regulă $5 \cdot I_{\Delta n}$) .

4.1.4.1.11. În reţelele TN pot fi utilizate următoarele dispozitive de protecţie pentru protecţia la defect (protecţie împotriva atingerii indirecte):

- dispozitive de protecţie la supracurent ;
- dispozitive de protecţie la curent diferenţial rezidual (DDR).

Dacă se utilizează un DDR pentru protecţie în caz de defect, circuitul trebuie protejat printr-un dispozitiv de protecţie la supracurent conform 4.3.

Un dispozitiv de protecţie la curent diferenţial rezidual (DDR) nu trebuie utilizat în reţelele TN-C.

Dacă se utilizează un DDR într-o reţea TN-C-S, montarea DDR se face numai pe partea reţelei TN-S.

Măsuri ce se iau în reţelele TT

4.1.4.1.12. Toate părţile conductoare accesibile protejate împreună prin acelaşi dispozitiv de protecţie trebuie conectate prin conductoarele de protecţie la o priză de pământ comună tuturor acestor părţi. Dacă sunt utilizate mai multe dispozitive de protecţie în serie, aceasta prescripţie se aplică separat la toate părţile conductoare accesibile protejate prin fiecare dispozitiv.

Punctul neutru sau punctul median al sistemului de alimentare cu energie electrică trebuie legat la pământ. Dacă un punct neutru sau un punct median nu este disponibil sau accesibil, trebuie legat la pământ un conductor de fază.

4.1.4.1.13. În general în reţelele TT, echipamentele DDR trebuie utilizate pentru protecţia la defect (protecţia împotriva atingerii indirecte). Ca alternativă, pot fi utilizate dispozitive de protecţie la supracurent pentru protecţia la defect (protecţia împotriva atingerii indirecte), numai dacă este asigurată o valoare a impedanţei Zs conform art. 4.1.4.1.15.

Dacă este utilizat un DDR pentru protecţia la defect (protecţia împotriva atingerii indirecte) circuitul trebuie protejat de asemenea printr-un dispozitiv de protecţie la supracurent conform subcap. 4.3.

4.1.4.1.14. Dacă este utilizat un dispozitiv de protecţie la curent diferenţial rezidual (DDR) pentru protecţia la defect (protecţia împotriva atingerii indirecte) trebuie îndeplinite următoarele condiţii:

- timpul de întrerupere cerut la 4.1.4.1.3. sau 4.1.4.1.4 , şi

$$R_a \cdot I_{\Delta n} \leq 50V$$

unde:

R_a - este suma rezistentei (în Ω) a prizei de pământ şi a conductorului de protecţie pentru părţile conductoare accesibile,

$I_{\Delta n}$ - este curentul nominal diferenţial rezidual de funcţionare (în A), a DDR.

Protecţia la defect este asigurată în acest caz de asemenea dacă impedanţa de defect nu este neglijabilă.

Acolo unde rezistenţa electrică R_a nu este cunoscută poate fi înlocuită prin impedanţă Z_s.

Timpii de întrerupere în conformitate cu tabelul 4.1 se referă la curenţii diferenţiali reziduali de defect prezumaţi, semnificativ mai mari decât curentul nominal diferenţial rezidual de funcţionare a DDR (de regula $5 \cdot I_{\Delta n}$) .

4.1.4.1.15. Dacă este utilizat un dispozitiv de protecţie la supracurent trebuie îndeplinită următoarea condiţie:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

unde:

Z_s - este impedanţa (în Ω) buclei de defect care cuprinde:

- sursa;
- conductorul de fază până la punctul de defect;
- conductorul de protecţie a părţilor conductoare accesibile;
- conductorul de legare la pământ;
- priză de pământ a instalaţiei şi
- priză de pământ a sursei.

I_a - curentul (în A) care produce funcţionarea dispozitivului de întrerupere automată în timpul specificat la 4.1.4.1.3 sau 4.1.4.1.4;

U_0 - tensiunea nominală alternativă sau continuă între fază şi pământ, (în V).

Măsuri ce se iau în reţelele IT

4.1.4.1.16. În reţelele IT părţile active trebuie izolate faţă de pământ sau legate la pământ printr-o impedanţă suficient de mare. Această conectare poate fi realizată fie la punctul neutru sau median al sistemului sau la un punct neutru artificial. Acesta din urmă poate fi conectat direct la pământ dacă impedanţa rezultantă faţă de pământ este suficient de mare la frecvenţa sistemului. Acolo unde nu există nici un punct neutru sau punct median, conductorul de linie poate fi conectat la pământ printr-o impedanţă mare.

Curentul electric de defect este mic în cazul unui defect simplu la o parte conductoare accesibilă sau la pământ şi întreruperea automată conform 4.1.4.1 nu este imperativă dacă este îndeplinită condiţia de la 4.1.4.1.17. Trebuie luate măsuri de înlăturare (cât mai curând posibil) a primului defect pentru a preveni posibilitatea de şoc electric la apariţa celui de al doilea defect.

Pentru a reduce supratensiunea sau pentru atenuarea oscilaţiilor de tensiune, poate fi necesară realizarea legării la pământ prin impedanţe sau puncte neutre artificiale.

4.1.4.1.17. Părţile conductoare accesibile trebuie legate la pământ individual, în grup sau colectiv. Trebuie îndeplinite următoarele condiţii:

- în sisteme de tensiune alternativă $R_a \cdot I_d \leq 50V$
- în sisteme de tensiune continuă $R_a \cdot I_d \leq 120V$

unde:

R_a - este suma rezistenţelor (în Ω) a prizei de pământ şi a conductorului de protecţie la părţile conductoare accesibile;

I_d - este curentul de defect (în A) al unui prim defect cu impedanţa neglijabilă între un conductor de fază şi o parte conductoare accesibilă. Valoarea curentului electric I_d ţine seama de curenţii electrici de scurgere de suprafaţă şi de impedanţa totală a instalaţiei electrice.

4.1.4.1.18. În reţelele IT pot fi utilizate următoarele dispozitive de monitorizare şi de protecţie:

- dispozitive de monitorizare a izolaţiei (MI) ;
- dispozitive de monitorizare a curentului diferenţial rezidual (MDR) ;
- sisteme de localizarea defectului izolaţiei ;
- dispozitiv de protecţie la supracurent ;
- dispozitiv de protecţie la curent diferenţial rezidual (DDR).

Dacă se utilizează un dispozitiv acţionat la curent diferenţial rezidual (DDR), declanşarea unui DDR în cazul unui prim defect nu poate fi exclusă datorită curenţilor electrici capacitivi de scurgere de suprafaţă.

4.1.4.1.19. În cazurile când se adoptă o reţea IT din motive de continuitate a alimentării, trebuie prevăzut un dispozitiv de monitorizare a izolaţiei pentru a indica apariţia unui prim defect de la o parte activă la părţile conductoare accesibile sau la pământ. Acest dispozitiv trebuie să producă un semnal acustic şi/sau optic care trebuie să continue atât timp cât defectul persistă.

Dacă există atât semnal acustic cât şi optic, este permis ca semnalul acustic să fie anulat.

Se recomandă ca primul defect să fie eliminat cât mai curând posibil.

4.1.4.1.20. Cu excepţia cazului în care este instalat un dispozitiv de protecţie pentru întreruperea alimentării în cazul unui prim defect de punere la pământ, poate fi prevăzut un MDR sau un sistem de localizare a defectului izolaţiei pentru a indica apariţia unui prim defect de la o parte activă la părţile conductoare accesibile sau la pământ. Acest dispozitiv trebuie să producă un semnal acustic şi/sau optic, care trebuie să se menţină atât timp cât defectul persistă.

Se recomandă ca primul defect să fie eliminat cât mai curând posibil.

4.1.4.1.21. După apariţia unui prim defect, condiţiile pentru o întrerupere automată a alimentării în cazul unui al doilea defect apărut la un conductor activ trebuie să fie următoarele:

a) dacă părţile conductoare accesibile sunt interconectate printr-un conductor de protecţie legat colectiv la pământ la acelaşi sistem de legare la pământ, se aplica condiţii similare reţelelor TN şi trebuie îndeplinite următoarele condiţii când în reţelele de tensiune alternativă conductorul neutru nu este distribuit şi respectiv în reţelele de tensiune continuă dacă conductorul median nu este distribuit:

$$2I_a \cdot Z_s \leq U$$

sau unde conductorul neutru sau respectiv median este distribuit:

$$2I_a \cdot Z'_s \leq U_0$$

unde:

U - este tensiunea nominală alternativă sau continuă (în V) între conductoarele de linie;

U_0 - tensiunea nominala alternativă sau continuă (în V) între conductorul de linie şi conductorul neutru sau conductorul median;

Z_s - impedanţa (în Ω) a buclei de defect care cuprinde conductorul de linie şi conductorul de protecţie al circuitului;

Z'_s - impedanţa (în Ω) buclei de defect care cuprinde conductorul de linie şi conductorul neutru respectiv median al circuitului;

I_a - curentul (în A) care produce funcţionarea dispozitivului de protecţie în intervalul de timp prescris la 4.1.4.1.3. sau 4.1.4.1.4. pentru reţelele TN.

Timpul stabilit în tabelul 4.1 de la 4.1.3.1.3 pentru reţelele TN se aplică la reţelele IT cu conductorul neutru sau median distribuit sau nedistribuit.

Factorul 2 în ambele relaţii, ia în considerare faptul ca în cazul apariţiei simultane a două defecte, acestea pot apărea în circuite diferite.

Pentru impedanţa buclei de defect trebuie luat în considerare cazul cel mai defavorabil, de exemplu un defect la conductorul de fază la sursă şi simultan un alt defect la conductorul neutru al unui echipament de utilizare curentă al circuitului considerat.

b) dacă părţile conducătoare sunt legate la pământ în grup sau individual se aplică următoarea condiţie:

$$R_a \cdot I_a \leq 50V$$

unde:

R_a - este suma rezistenţelor (în Ω) prizei de pământ şi a conductorului de protecţie la părţile conductoare accesibile;

I_a - este un curent electric (în A) care produce întreruperea automată a dispozitivului de protecţie în timpul corespunzător cu cel pentru reţelele TT din tabelul 4.1 de la 4.1.4.1.3. sau în timpul corespunzător de la 4.1.4.1.4.

Dacă îndeplinirea prescripţiilor de la b) este asigurată printr-un dispozitiv de protecţie la curent diferenţial rezidual (DDR) respectarea timpilor de întrerupere ceruţi pentru reţelele TT în tabelul 4.1 poate necesita curenţi diferenţiali reziduali semnificativ mai mari decât curentul diferenţial rezidual nominal de funcţionare $I_{\Delta n}$ al DDR (de regulă $5 \cdot I_{\Delta n}$).

4.1.4.2. Izolarea dublă sau întărită

4.1.4.2.1. Generalităţi

4.1.4.2.1.1. Izolarea dublă sau întărită este o măsură de protecţie prin care :

- protecţia de bază este asigurată printr-o izolaţie de bază şi protecţia la defect este asigurată printr-o izolaţie suplimentară;
- protecţia de bază şi protecţia la defect sunt asigurate printr-o izolaţie întărită între părţile active şi părţile accesibile.

Această măsură de protecţie este destinată să prevină apariţia de tensiuni periculoase la părţile accesibile ale echipamentului electric printr-un defect al izolaţiei de bază.

4.1.4.2.1.2. Măsura de protecţie prin izolarea dublă sau întărită este aplicabilă în toate situaţiile, cu excepţiile unor limitări indicate în cap. 7.

4.1.4.2.2. Prevederi pentru echipamentul electric

4.1.4.2.2.1. Dacă se utilizează măsura de protecţie izolarea dublă sau întărită pentru toată instalaţia sau o parte a ei, echipamentul electric trebuie să corespundă unuia din următoarele articole:

- 4.1.4.2.2.2. sau
- 4.1.4.2.1.2 şi 4.1.4.2.2.4. sau
- 4.1.4.2.3.

4.1.4.2.2.2. Echipamentul electric trebuie să fie dintre tipurile următoare şi încercat şi marcat conform standardelor relevante:

- echipament electric având o izolaţie dublă sau întărita (clasa II) ;
- echipament electric declarat ca produs echivalent clasei II, precum şi ansamblurile de echipamente electrice având o izolaţie totală (vezi SR EN 60439-1).

Acest echipament este identificat prin simbolul  conform recomandării din CEI 60417 DB, pentru echipament de clasa II de izolaţie.

4.1.4.2.2.3. Echipamentul electric având numai izolaţie de bază trebuie să aibă o izolare suplimentară aplicată în timpul montării instalaţiei electrice, asigurând un grad de securitate echivalent echipamentului electric conform 4.1.4.2.2.2. şi respectând 4.1.4.2.3.1. până la 4.1.4.2.3.3.

Simbolul  trebuie amplasat într-o poziţie vizibilă la exteriorul şi interiorul carcasei, conform recomandărilor din CEI 60417 DB-5019.

4.1.4.2.2.2.4. Echipamentul electric având părţile active neizolate trebuie să aibă o izolaţie întărită aplicată în timpul procesului de montare a instalaţiei electrice, asigurând un grad de protecţie echivalent echipamentului electric conform 4.1.4.2.2.2. şi respectând 4.1.4.2.3.1. până la 4.1.4.2.3.3. O astfel de izolaţie se aplică numai unde caracteristicile constructive împiedică aplicarea izolaţiei duble.

Simbolul  trebuie amplasat într-o poziţie vizibilă la exteriorul şi interiorul carcasei, conform recomandărilor din CEI 60417 DB - 5019.

4.1.4.2.3. Prevederi pentru carcase

4.1.4.2.3.1. Echipamentul electric fiind pregătit pentru punerea în funcţiune, având toate părţile active separate numai printr-o izolaţie de bază, acestea trebuie să fie instalate în interiorul unei carcase electroizolante care asigură cel puţin un grad de protecţie IPXXB sau IP 2X.

4.1.4.2.3.2. Carcasele trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

- nu trebuie traversată de părţi conductoare care pot transmite un potenţial;
- nu trebuie să conţină niciun şurub sau alte mijloace de fixare electroizolante care trebuie îndepărtate la montare sau întreţinere şi care ar putea fi înlocuite cu altele metalice care ar putea deteriora izolaţia carcasei;
- dacă carcasa trebuie traversată de elemente metalice (de exemplu pentru manetele de acţionare a aparatelor încastrate), acestea trebuie să fie amplasate astfel încât protecţia împotriva şocului electric să nu fie deteriorată.

4.1.4.2.3.3. Acolo unde capacele sau uşile carcasei electroizolante pot fi deschise fără utilizarea unei scule sau a unei chei, toate părţile conductoare accesibile trebuie să fie în spatele unei bariere izolante (cu un grad de protecţie cel puţin IPXXB sau IP 2X). Această barieră poate fi îndepărtată numai prin utilizarea unei scule sau a unei chei.

4.1.4.2.3.4. Părţile conductoare închise într-o carcasă electroizolantă nu trebuie legate la conductorul de protecţie. O excepţie trebuie făcută pentru conductoarele de protecţie care în mod necesar trec prin carcasă pentru a proteja alte elemente ale echipamentului electric al cărui circuit de alimentare trece prin carcasă. Elementele conductoare de protecţie se vor izola ca şi părţile active şi vor fi marcate cu simbolul PE.

4.1.4.2.3.5. Carcasa nu trebuie să afecteze funcţionarea echipamentului protejat în acest fel.

4.1.4.2.4. Prevederi pentru sisteme de pozare

4.1.4.2.4.1. Sistemul de pozare trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

- tensiunea nominală a sistemului de pozare nu este mai mică decât tensiunea nominală a sistemului, dar cel puţin 300/500V;
- protecţia mecanică adecvată a izolaţiei de bază este asigurată prin una sau mai multe dintre următoarele metode:

a) prin mantaua nemetalică a cablului sau

b) jgheaburi închise şi tuburi profilate nemetalice conform standardelor pe părţi CEI 61084 sau tuburi nemetalice conform SR EN 61386.

4.1.4.3. Măsura de protecţie prin utilizarea tensiunilor foarte joase de securitate (TFJS) şi foarte joase de protecţie (TFJP).

4.1.4.3.1. Generalităţi

4.1.4.3.1.1. Protecţia prin utilizarea tensiunii foarte joasă este o măsură de protecţie care constă din unul dintre cele două circuite de tensiune foarte joasă:

- TFJS;
- TFJP.

Această măsură de protecţie necesită :

- limitarea tensiunii în circuitele TFJS sau TFJP la limita superioară a tensiunii pentru domeniul I de tensiune, 50Vtensiune alternativă sau 120 V tensiune continuă (a se vedea SR HD 193S2);
- separarea de protecţie a circuitelor TFJS sau TFJP de toate celelalte circuite;

- izolaţie de bază între circuitele TFJS sau TFJP ;
- numai pentru circuitele TFJS, izolaţie de bază între circuitele TFJS şi pământ.

4.1.4.3.1.2. Utilizarea TFJS sau TFJP este considerata ca o măsură de protecţie în toate situaţiile.

În anumite amplasamente speciale standardele pe părţi SR HD 60364-7 sau HD 384.7 limitează valoarea tensiunii foarte joase la o valoare mai mica de 50V tensiune alternativă sau 120 V tensiune continuă (vezi cap.7).

4.1.4.3.2. Prevederi pentru protecţia împotriva atingerii directe şi protecţia împotriva atingerii indirecte.

Protecţia de bază şi protecţia la defect se considera a fi îndeplinită când:

- tensiunea nominala nu poate depăşi limita superioară în domeniul I de tensiune;
- alimentarea provine de la una din sursele de la 4.1.4.3.3.;
- sunt îndeplinite condiţiile de la 4.1.4.3.4.

Tensiunile continui pentru circuitele TFJ generate de un convertor cu semiconductoare necesită un circuit intern de tensiune alternativă care depăşeşte tensiunea continuă din motive fizice. Acest circuit intern de tensiune alternativă nu este considerat ca un circuit cu tensiune mai mare în sensul acestui articol. Între circuitele interne şi circuitele externe este necesară separarea de protecţie.

În reţelele de tensiune continuă cu baterii, tensiunile pentru încărcarea bateriei şi tensiunile în regim flotant depăşesc tensiunea nominală a bateriei. Această tensiune nu necesită nici o măsură de protecţie suplimentară, dacă nu depăşeşte 75 V în tensiune alternativă. sau 150V în tensiune continuă.

4.1.4.3.3. Surse pentru TFJS şi TFJP

Următoarele surse pot fi utilizate pentru reţelele TFJS şi TFJP :

- un transformator de securitate (conform cu recomandările din SR EN 61558-2-6:2002).
- sursă de tensiune care asigură un grad de securitate echivalent cu cel al transformatorului de securitate (de exemplu motor generator cu înfăşurări asigurând o separare echivalentă).
- sursă electrochimică (de exemplu o baterie) sau altă sursă independentă a unui circuit cu tensiune mai mare (de exemplu un generator antrenat de un motor Diesel).
- unele dispozitive electronice unde au fost stabilite măsuri de prevedere pentru a se asigura că, şi în cazul unui defect intern, tensiunea la bornele de ieşire nu poate depăşi valorile de la 4.1.4.3.1.1.

Exemple de astfel de dispozitive includ echipamentul de încercarea izolaţiei şi dispozitivele de monitorizare.

Dacă există tensiuni mai mari la bornele de ieşire, conformitatea cu acest articol poate fi realizată, dacă tensiunea de ieşire este în limitele de la art.4.1.4.3.1.1. când este măsurată cu un voltmetru cu o rezistenţă internă de cel puţin 3000 Ω.

- **s**ursele mobile de alimentare la joasă tensiune, trebuie alese şi montate conform cu prescripţiile pentru protecţie prin utilizarea unei izolaţii duble sau întărite.

4.1.4.3.4. Prevederi pentru circuitele TFJS şi TFJP

4.1.4.3.4.1. Circuitele TFJS şi TFJP trebuie să aibă:

- izolaţie întărită între părţile active şi alte circuite TFJS sau TFJP;
- separare de protecţie intre părţile active ale circuitelor care nu sunt TFJS sau TFJP, asigurată prin izolaţie dublă sau întărită sau izolaţie de bază şi de ecran de protecţie pentru tensiunea cea mai înaltă prezentă.

Circuitele TFJS trebuie să aibă izolaţie de bază între părţile active şi pământ.

Circuitele TFJP şi/sau părţile conductoare accesibile ale echipamentului alimentat prin circuite TFJP pot fi legate la pământ.

Legarea la pământ a circuitelor TFJP poate fi realizată printr-o conectare la pământ sau la un conductor de protecţie din interiorul sursei.

4.1.4.3.4.2. Separarea de protecţie a sistemului de pozare a circuitelor TFJS sau TFJP de părţile active a altor circuite, care are cel puţin izolaţie de bază, poate fi realizată astfel:

- conductoarele circuitelor TFJS sau TFJP trebuie să fie închise într-o manta nemetalică sau o carcasa electroizolanta, suplimentar faţă de izolaţia de bază;
- conductoarele circuitelor TFJS sau TFJP trebuie separate de conductoarele circuitelor cu tensiuni mai mari decât cele din domeniul I printr-o manta metalică legată la pământ sau ecran metalic legat la pământ;
- conductoarele circuitului la tensiuni mai mari decât domeniul I pot fi incluse în cabluri multiconductoare sau alte grupări de conductoare dacă conductoarele TFJS sau TFJP sunt izolate pentru cea mai mare tensiune prezentă;
- prin separare fizică;
- sistemul de pozare al altor circuite este cu izolaţie dublă sau întărită (conform art. 4.1.4.2.4.1).

4.1.4.3.4.3. Prizele şi fişele în reţelele TFJS şi TFJP trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:
- fişele să nu permită introducerea în prize pentru alte sisteme de tensiune;
- prizele nu trebuie să permită introducerea fişelor pentru alte sisteme de tensiune;
- fişele şi prizele în sistem TFJS nu trebuie să aibă contact pentru conductor de protecţie.

4.1.4.3.4.4. Părţile conductoare accesibile în circuitele TFJS nu trebuie legate la pământ sau la conductoare de protecţie sau părţi conductoare accesibile ale altui circuit.

4.1.4.3.4.5. Dacă tensiunea nominală depăşeşte 25 V tensiune alternativă sau 60 V tensiune continuă sau dacă echipamentul este imersat, protecţia de bază (protecţia împotriva atingerii directe) pentru circuite TFJS sau TFJP trebuie asigurat prin:
- izolaţie de bază a părţilor active;
- bariere sau carcase.

Protecţia de bază (împotriva atingerii directe) nu este necesară, în general, în condiţii de mediu uscat (AD1) pentru:
- circuite TFJS unde tensiunea nominală nu depăşeşte 25 V tensiune alternativă sau 60 V tensiune continuă;
- circuite TFJP unde tensiunea nominală nu depăşeşte 25 V tensiune alternativă sau 60 V tensiune continuă şi părţile conductoare accesibile şi/sau părţile active sunt conectate prin conductor de protecţie la borna principală de legare la pământ.

În toate celelalte cazuri protecţia de bază nu este necesară dacă tensiunea nominală a circuitelor TFJS sau TFJP nu depăşeşte 12 V tensiune alternativă sau 30 V tensiune continuă.

4.1.4.4. Măsura de protecţia prin separarea electrică
4.1.4.4.1. Generalităţi

4.1.4.4.1.1. Separarea electrică este o măsură de protecţie prin care:
- protecţia de baza este asigurata prin izolaţia de bază a părţilor active sau prin bariere sau carcase conform art. 4.1.2.3;
- protecţia la defect este asigurată prin separarea simplă a circuitului de alte circuite sau faţă de pământ.

4.1.4.4.1.2. Această măsură de protecţie trebuie limitată la alimentarea unui singur echipament de utilizare curentă, de la o sursă nelegată la pământ cu separare simplă.

Atunci când este utilizată această măsură de protecţie, este necesar să existe conformitatea izolaţiei de bază cu standardul de produs.

4.1.4.4.1.3. Dacă mai multe echipamente de utilizare curentă sunt alimentate dintr-o sursă de separare trebuiesc îndeplinite condiţiile de la art. 4.1.4.4.1.4. până la 4.1.4.4.1.11.

4.1.4.4.1.4. Toate echipamentele trebuie să fie conform prevederilor protecţiei de bază (împotriva atingerilor directe) de la art.4.1.2.1.A) şi 4.1.4.2.

4.1.4.4.1.5. Protecţia prin separarea electrică a alimentării pentru mai multe echipamente (receptoare) trebuie să fie asigurată de îndeplinirea condiţiilor din art.4.1.4.4.1.1.

4.1.4.4.1.6. Trebuie luate măsuri de prevedere pentru a proteja circuitul separat (rezultat prin separare electrică) de deteriorarea şi defectarea izolaţiei (de exemplu prin alegerea sistemului de pozare).

4.1.4.4.1.7. Părţile conductoare accesibile ale circuitelor separate trebuie conectate prin legături de echipotenţializare nelegate la pământ. Acestea nu trebuie conectate la conductoare de protecţie sau părţi conductoare accesibile ale altor circuite.

4.1.4.4.1.8. Toate prizele trebuie să aibă contacte de protecţie conectate la sistemul de echipotenţializare prevăzut la art.4.1.4.4.1.7.

4.1.4.4.1.9. Toate cablurile utilizate trebuie să conţină un conductor de protecţie pentru a fi utilizat drept conductor de echipotenţializare conform art.4.1.4.4.1.7. Această condiţie nu este necesară când se alimentează un echipament cu izolaţie dublă sau întărită.

4.1.4.4.1.10. Trebuie să existe asigurarea că la apariţia a două defecte simultane, pe două conductoare de polarităţi diferite, un dispozitiv de protecţie va întrerupe alimentarea într-un timp mai mic decât cel din tabelul 4.1.

4.1.4.4.1.11. Se recomandă ca produsul dintre tensiunea nominală a circuitului (în V) şi lungimea (în *m)* a unui sistem de separare să nu depăşească 100.000 Vm şi ca lungimea reţelei să nu fie mai mare de 500m.

4.1.4.4.2. Prevederi pentru protecţia de bază împotriva atingerii directe

Toate echipamentele electrice trebuie să fie prevăzute cu una din prevederile protecţiei de baza de la subcap. 4.1.2. sau din măsurile de protecţie de la subcap.4.1.4.

4.1.4.4.3. Prevederi pentru protecţie în caz de defect împotriva atingerilor indirecte

4.1.4.4.3.1. Circuitul separat trebuie alimentat de la o sursă cu cel puţin separare simplă şi tensiunea circuitului separat să nu depăşească 500V.

4.1.4.4.3.2. Părţile active separate nu trebuie conectate la nici un punct al altui circuit, la pământ sau la un conductor de protecţie. Între circuite se va asigura izolaţia de bază.

4.1.4.4.3.3. Cablurile flexibile sau cordoanele folosite vor fi vizibile pe tot traseul pentru prevenirea deteriorărilor mecanice sau de orice altă natură.

4.1.4.4.3.4. Pentru circuitele separate se recomandă trasee diferite de ale altor circuite. Dacă sunt în acelaşi sistem de pozare, trebuie utilizate cabluri fără acoperiri metalice, conductoare izolate în tuburi electroizolante, tuburi profilate izolante sau jghiaburi izolante, în următoarele condiţii:

- tensiunea nominală nu este mai mică decât cea mai mare tensiune nominală;
- fiecare circuit este protejat împotriva supracurentului electric.

4.1.4.4.3.5. Părţile conductoare accesibile ale circuitelor de separare nu trebuie conectate la nici una din părţile conductoarele accesibile ale altui circuit, la pământ sau la un conductor de protecţie.

4.1.5. Măsuri tehnice suplimentare de protecţie
4.1.5.1. Generalităţi

4.1.5.1.1. O măsură suplimentară de protecţie însoţeşte întotdeauna :
- o măsură tehnică de protecţie pentru protecţia de bază (conform 4.1.2.1.) sau
- o măsură tehnică principală pentru protecţia în caz de defect (conform 4.1.3.2.)

4.1.5.1.2. O măsură suplimentară de protecţie nu trebuie să împiedice nici una din măsurile de protecţie menţionate la 4.1.2. şi 4.1.3.

4.1.5.2. Protecţia suplimentară prin deconectarea automată la apariţia unui curent de defect periculos prin utilizarea dispozitivelor de protecţie la curent diferenţial rezidual (DDR)

4.1.5.2.1. În sistemele de tensiune alternativă trebuie prevăzută o protecţie suplimentară printr-un dispozitiv de protecţie la curent diferenţial rezidual (DDR) care nu depăşeşte 30 mA pentru (conform cu recomandările din SR HD 60364-4-41) :
- prize de utilizare generală cu un curent nominal care nu depăşeşte 20A, folosite de obicei de persoane obişuite ;
- excepţii pot fi făcute pentru prize utilizate sub supravegherea unor persoane calificate (de exemplu în unele amplasamente comerciale sau industriale) şi a prizelor dedicate pentru conectarea unui anumit tip de echipament ;
- echipamente mobile cu un curent nominal care nu depăşeşte 32 A pentru utilizări în exterior.

4.1.5.2.2. Utilizarea DDR având un curent diferenţial rezidual nominal care nu depăşeşte 30 mA, este recunoscută ca protecţie suplimentară în cazul protecţiei de bază şi/sau a protecţiei la defect sau din neatenţia utilizatorilor .

4.1.5.2.3. Utilizarea unor astfel de dispozitive nu este recunoscută ca un mijloc unic de protecţie şi nu trebuie să împiedice aplicarea uneia dintre măsurile de protecţie specificate de la art. 4.1.1.1.

4.1.5.2.4. Curenţii electrici nominali ai dispozitivului de protecţie la curent diferenţial rezidual S pentru utilizări casnice şi similare conform recomandărilor din SR EN 61008-1 şi SR EN 61009-1 sunt : 6-10-30-100-300-500 mA şi 1 A.

4.1.5.2.5. Clasificarea dispozitivelor DDR pentru utilizări casnice şi similare, conform recomandărilor SR EN 61008-1 şi SR EN 61009-1, este :
- de tip „**AC**” pentru care declanşarea este dată de curentul rezidual sinusoidal alternativ aplicat brusc sau care creşte lent ;
- de tip „**A**” pentru care declanşarea este dată atât de curentul rezidual sinusoidal alternativ cât şi de curentul rezidual continuu (pulsatoriu) aplicaţi brusc sau care cresc lent .

4.1.5.2.6. Clasificarea dispozitivelor DDR pentru utilizări industriale, conform recomandărilor din SR EN 60947-2, este :
- de tip „**AC**” şi „**A**” şi suplimentar
- de tip „**B**” pentru care declanşarea este dată de :
  - curenţi reziduali sinusoidali;
  - curenţi reziduali pulsatorii ;
  - curenţi reziduali pulsatorii cu o componentă continuă de 6 mA;
  - pentru curenţi reziduali care pot proveni de la circuite redresoare cum ar fi :
    - redresor simplă alternanţă cu sarcina capacitivă care produce un curent continuu neted ;
    - punte redresoare trifazată în stea sau punte hexafazată ;

- punte redresoare dublă alternanţă .

Dispozitivele DDR sunt cu sau fără controlul unghiului de fază, independenţă de polaritate, pentru curenţi electrici care se aplică brusc sau cu ceştere lentă.

4.1.5.2.7. Clasificarea dispozitivelor DDR pentru utilizări casnice şi similare şi industriale conform recomandărilor din SR EN 61008-1, SR EN 61009-1 şi SR EN 60947-2 în funcţie de existenţa temporizării este :

- fără temporizare, de uz general, cu timpi de declanşare între 40...300 ms în funcţie de valoarea curentului diferenţial rezidual de defect comparativ cu curentul diferenţial rezidual nominal al dispozitivului ;
- cu temporizare tip „**S**” pentru asigurarea selectivităţii, cu timpi de declanşare între 150...500 ms, în funcţie de valoarea curentului diferenţial rezidual de defect comparativ cu curentul diferenţial rezidual nominal al dispozitivului .

4.1.5.2.8. Dacă dispozitivele diferenţiale reziduale se montează, selectivitatea, conform recomandărilor din SR CEI 61200-53, se realizează ca în fig. 4.1 sau fig. 4.2.

- în fig. 4.1. se prezintă o schemă unde sunt realizate 2 niveluri de selectivitate utilizând dispozitive diferenţiale reziduale de tip general, conform recomandărilor din SR EN 61008-1, cu curent nominal ≤100 mA şi de tip „**S**” având un curent diferenţial rezidual nominal ≥300 mA;
- în fig. 4.2. se prezintă o schemă unde sunt realizate 3 niveluri de selectivitate utilizând un dispozitiv diferenţial rezidual de tip general cu un curent nominal de 30 mA. În amonte este instalat un dispozitiv diferenţial rezidual de tip „S’ cu un curent nominal de 300 mA, iar în amonte de aceasta un dispozitiv diferenţial rezidual cu temporizare definită conform recomandărilor din SR EN 60947-2, cu un curent nominal de 1A;
- selectivitatea între un dispozitiv de tip „S’ şi un altul de tip general în serie poate fi considerată ca realizată dacă raportul între curenţii diferenţiali reziduali nominali respectivi este de cel puţin 3;
- în reţeaua TT, rezistenţa prizei de pământ trebuie să fie conform cu prevederea art. 4.1.4.1.14.

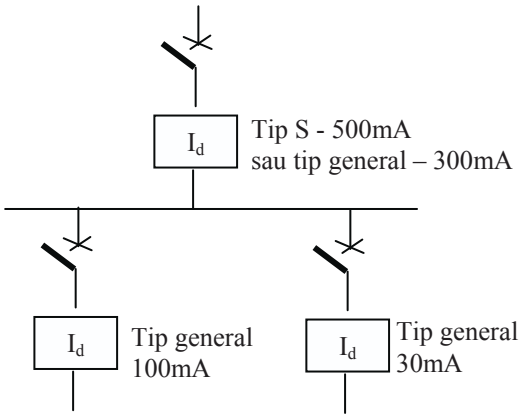


Fig. 4.1. Exemplu de circuite cu două niveluri de selectivitate

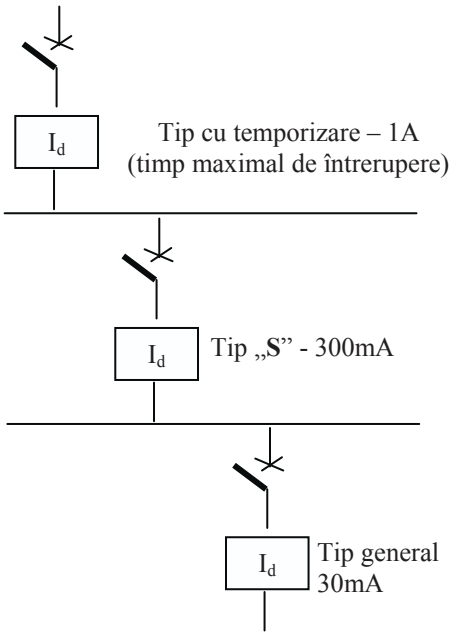


Fig. 4.2. Exemplu de circuite cu trei niveluri de selectivitate

4.1.5.3. Protecţia suplimentară folosind legătura de echipotenţializare de protecţie suplimentară

4.1.5.3.1. Legătura de echipotenţializare de protecţie suplimentară este considerată ca protecţie suplimentară pentru protecţia la defect (împotriva atingerii indirecte).

4.1.5.3.2. Utilizarea legăturii de echipotenţializare de protecţie suplimentară nu trebuie să excludă necesitatea întreruperii alimentării din alte motive (de exemplu, protecţia împotriva focului, solicitării termice a echipamentului etc.).

4.1.5.3.3. Legătura de echipotenţializare de protecţie suplimentară poate implica întreaga instalaţie, o parte a acesteia sau un amplasament.

4.1.5.3.4. Legătura de echipotenţializare de protecţie suplimentară trebuie să includă toate părţile conducătoare simultan accesibile ale echipamentului fix şi părţile conductoare străine inclusiv dacă se utilizează armătura metalică a betonului armat. Sistemul trebuie conectat la conductoarele de protecţie ale întregului echipament inclusiv cele ale prizelor.

4.1.5.3.5. Dacă există incertitudini referitoare la eficienta legăturii de echipotenţializare de protecţie suplimentară, trebuie să se confirme ca rezistenţa R între părţile conductoare simultan accesibile şi părţile conductoare străine îndeplineşte condiţia:

$R \le 50V / I_a$ în sisteme de tensiune alterativă

$R \le 120V / I_a$ în sisteme de tensiune continuă

unde:

I_a – este curentul electric de funcţionare în A, a dispozitivului de protecţie :

- pentru dispozitive de curent diferenţial rezidual (DDR), $I_{\Delta n}$
- pentru dispozitive de supracurent, curentul electric de funcţionare la 5 s.

4.1.5.3.6. Conductorul pentru legături principale de egalizare a potenţialelor trebuie să aibă secţiuni cel puţin egale cu jumătate din secţiunea cea mai mare a conductorului de protecţie din instalaţie, dar minim 10 mm^2 Cu; secţiunea lui se poate limita la maximum 25 mm^2 Cu sau o secţiune echivalentă pentru alt material.

Conductorul pentru legături suplimentare de egalizare a potenţialelor între două mase trebuie să aibă secţiunea cel puţin egală cu cea mai mică secţiune a conductoarelor de protecţie legate la acele mase.

Legăturile suplimentare se vor realiza prin elemente conductoare nedemontabile (de ex. şarpante metalice), prin conductoare suplimentare sau prin combinarea acestor două soluţii.

4.1.5.3.7. Elementele conductoare ale construcţiei sau din construcţii (cum sunt de exemplu şarpantele metalice, căile de rulare ale utilajelor de ridicat şi transport) pot fi utilizate drept conductoare de protecţie dacă îndeplinesc simultan următoarele condiţii:

a) continuitatea lor electrică este asigurată fie prin construcţie fie prin mijloace adecvate realizându-se astfel încât să fie protejată împotriva deteriorărilor mecanice, chimice, electrochimice, termice sau de altă natură;

b) secţiunea lor este cel puţin aceea determinată conform subcapitolului 5.5.;

c) demontarea lor nu se poate face decât dacă au fost prevăzute măsuri de compensare.

4.1.5.3.8. Dacă instalaţiile electrice sunt în distribuţie prefabricată în învelişuri metalice (cutii, carcase), aceste învelişuri pot fi utilizate drept conductoare de protecţie dacă satisfac următoarele trei condiţii:

a) continuitatea lor electrică este asigurată şi menţinută în timp prin măsuri de protecţie corespunzătoare împotriva solicitărilor mecanice, chimice, electrochimice, termice sau de altă natură.;

b) secţiunea lor este cel puţin egală cu aceea rezultată din subcapitolul 5.5.;

c) permit racordarea pe traseul lor a altor conductoare de protecţie.

4.1.5.3.9. Structura metalică de susţinere a cablurilor poate fi utilizată drept conductor de protecţie dacă se iau măsuri în vederea satisfacerii condiţiilor de la art. 4.1.5.3.8.

4.1.5.4. Protecţia suplimentară folosind legătura locală de echipotenţializare nelegată la pământ.
4.1.5.4.1. Legătura locală de echipotenţializare nelegată la pământ este prevăzută pentru a preveni apariţia unei tensiuni de atingere periculoase.

4.1.5.4.2. Toate echipamentele electrice trebuie să corespundă prevederilor de protecţie de baza (împotriva atingerilor directe) descrise la subcapitolul 4.1.2.

4.1.5.4.3. Conductoarele legăturii de echipotenţializare trebuie să interconecteze toate părţile conductoare simultan accesibile şi părţile conductoare străine.

4.1.5.4.4. Sistemul local de legături de echipotenţializare nu trebuie să fie în contact electric cu pământul, nici direct, nici prin părţile conductoare simultan accesibile ori prin părţi conductoare străine. Dacă această condiţie nu poate fi îndeplinită se aplică protecţia prin întreruperea automată a alimentării .

4.1.5.4.5. Trebuie luate măsuri de prevedere astfel încât orice persoană care intră în zona de echipotenţializare să nu poată fi expusă la o diferenţă de potenţial periculoasă, în special dacă planşeul conductor, izolat faţă de pământ, este conectat la sistemul de echipotenţializare nelegat la pământ.

4.1.5.5. Protecţia suplimentară prin izolarea zonei de manipulare a omului (izolarea amplasamentului)
4.1.5.5.1. Această măsură de protecţie este destinată prevenirii atingerii simultane cu părţile conductoare care pot fi la potenţiale diferite prin defectarea părţilor active.

4.1.5.5.2. Orice echipament electric trebuie să corespundă unei prevederi privind protecţia de bază (împotriva atingerii directe) descrisa la cap.4.1.2.

4.1.5.5.3. Părţile conductoare accesibile trebuie dispuse astfel încât în împrejurări obişnuite o persoană să nu vină simultan în atingere cu:
- două părţi conductoare accesibile ;
- o parte conductoare accesibilă şi orice parte conductoare străină, dacă aceste părţi pot avea potenţiale diferite prin defectarea izolaţiei de bază a părţilor active.

4.1.5.5.4. În amplasamente neconductoare nu trebuie să existe nici un conductor de protecţie.

4.1.5.5.5. Conformitatea cu art. 4.1.5.5.3. este realizată dacă amplasamentul are un planşeu şi pereţi izolanţi şi în plus se aplică una sau mai multe din următoarele măsuri:

a) distanţarea relativă a părţilor conductoare accesibile şi a părţilor conductoare străine. Condiţia este îndeplinită dacă distanţa între două părţi este mai mare de 2.5 m. Această distantă poate fi redusa la 1,25 m în afara zonei de accesibilitate la atingere;

b) interpunerea de obstacole efective între părţile conductoare accesibile şi părţile conductoare străine. Obstacolele nu trebuie legate la pământ sau la părţi conductoare accesibile şi pe cât posibil să fie din materiale electroizolante;

c) izolarea şi măsurile de izolare a părţilor conductoare străine. Izolaţia trebuie să aibă suficientă rezistenţă mecanică şi să reziste la o tensiune de încercare de cel puţin 2000 V. Curentul electric de fugă nu trebuie să depăşească 1 mA, în condiţii normale de utilizare.

4.1.5.5.6. Rezistenţa de izolaţie a pardoselii şi pereţilor în fiecare punct de măsurare în condiţiile specificate în SR EN 61140 şi verificate printr-o metoda recomandată în Anexa 8.1 nu trebuie să fie mai mică de:

- 50 kΩ, dacă tensiunea nominală a instalaţiei nu depăşeşte 500 V în tensiune continuă sau alternativă;
- 100 kΩ, dacă tensiunea nominală a instalaţiei depăşeşte 500 V în tensiune continuă sau alternativă şi mai mica de 1000V în tensiune alternativă şi 1500 V în tensiune continuă.

Dacă în orice punct rezistenţa este mai mică decât valoarea specificată, pardoseala şi pereţii se consideră părţi conductoare străine din punct de vedere al protecţiei împotriva şocurilor electrice.

4.1.5.5.7. Măsurile trebuie să fie permanente şi să nu poată fi făcute inactive. Acestea trebuie să fie sigure şi în cazul utilizării unui echipament mobil sau portabil.

4.1.5.5.8. Se vor respecta condiţiile de la art. 4.1.5.4.4. şi art. 4.1.5.4.5.

4.1.5.6. Protecţia suplimentară prin deconectarea automată la apariţia tensiunii de atingere
4.1.5.6.1. Se vor utiliza numai echipamente agrementate pentru ca deconectarea alimentării să se producă în timpi mai mici decât timpii maximi indicaţi în tabelul 4.1 pentru tensiuni de atingere de 50V. Aceste echipamente vor fi prevăzute cu sisteme de simulare a defectului, obligatorii de a fi puse în funcţiune la începutul fiecărui serviciu.

4.1.5.6.2. Echipamentele pentru deconectarea automată la apariţia tensiunii de atingere se vor conecta între părţile conductoare ce accidental ar putea fi puse sub tensiune şi priza de pământ – prin conductoarele (bara) de echipotenţializare legate la pământ.

4.1.5.7. Protecţia suplimentară prin folosirea mijloacelor individuale de protecţie
4.1.5.7.1. Se vor utiliza numai mijloace individuale de protecţia certificate .

4.1.6. Clasificarea echipamentelor electrice din punctul de vedere al şocului electric
4.1.6.1. Clasele de protecţie ale echipamentelor electrice sunt:

Clasă 0 (fără marcaj): echipament la care izolaţia de bază constituie măsură tehnică de protecţie de bază (la atingerea directă) şi nu are prevederi pentru protecţia în caz de defect (atingere indirectă). Măsurile de protecţie în caz de defect trebuie prevăzute de proiectant.

Clasă I  : echipament la care izolaţia de bază constituie măsură tehnică de protecţie de bază (la atingere directă) şi conectarea la o legătură de echipotenţializare constituie măsură tehnică pentru protecţie în caz de defect (atingere indirectă).

Clasă II  : echipamentul la care izolaţia de bază constituie măsură tehnică de protecţie de bază (la atingere directă) şi izolaţia suplimentară constituie măsură tehnică de protecţie în caz de defect (atingere indirectă) sau echipamentul la care izolaţia întărită constituie măsură tehnică de protecţie de bază (la atingere directă) şi măsură tehnică de protecţie în caz de defect (atingere indirectă) .

Clasă III  : echipamentul la care utilizarea tensiunilor TFJP şi TFJS constituie protecţie de bază (la atingere directă) şi nu sunt necesare prevederi pentru protecţie în caz de defect (atingere indirectă) .

4.1.6.2. Clasele de protecţie ale echipamentelor electrice permise în funcţie de măsurile de protecţie împotriva atingerilor directe şi indirecte aplicate, sunt indicate în tabelul 4.2.

4.1.6.3. Tensiunile maxime şi măsurile specifice de protecţie împotriva şocurilor electrice pentru corpuri de iluminat fixe, mobile şi portabile, utilizate trebuie să fie cele din tabelul 4.3.

În locuri puţin periculoase, valoarea maximă a tensiunii de lucru admisă pentru corpuri de iluminat, amplasate în afara zonei de accesibilitate, este 230 V.

Pentru corpurile de iluminat amplasate în zona de accesibilitate (sub 2,5 m) se iau masurile din coloana 2) a tabelului 4.3.

Tabelul 4.2.
Clasele de protecţie ale echipamentelor electrice

Măsura de protecţie	Clasa de protecţie a echipamentelor				Art. nr.
	0[1]	I[2]	II[3]	III	
Fără întreruperea alimentării					
- folosirea materialelor şi echipamentelor de clasa II sau echivalente;	-	-	A	A	4.1.4.2.1.1.
-amplasamente neconductoare (izolante)	A	A(a)	A	-	4.1.5.5.
- separarea de protecţie;	A(b)	A(b)	A(b)	-	4.1.4.4.
- distanţarea sau intercalarea de obstacole;	A	A(a)	A	-	4.1.2.4.
- legături locale de egalizare a potenţialelor fără legarea la pământ	A	A(a)	A	-	4.1.5.4.
Cu întreruperea automată a alimentării					
- dispozitive automate de protecţie	A(a)	A	A	-	4.1.4.1.
Alimentarea la tensiune foarte joasă de securitate (TFJS, TFJP)	-	-	-	A	4.1.4.3.

A – admis, numai în condiţiile precizate la articolele respective;

A(a) – masele echipamentelor nu trebuie legate nici la pământ, nici la un conductor de protecţie;

A(b) – dacă sursa alimentează un singur echipament, masa nu trebuie legată nici la pământ, nici la un conductor de protecţie.

1) Echipamentele de clasă 0 nu sunt admise fără măsuri de protecţie.
2) Echipamentele de clasa I pot fi utilizate în condiţiile aplicării de măsuri de protecţie cu deconectare automată a alimentării.
3) Echipamentele de clasa II pot fi utilizate în condiţiile aplicării de măsuri de protecţie fără deconectare automată a alimentării.

Tabelul 4.3
Tensiuni admise şi măsurile specifice de protecţie împotriva şocurilor electrice pentru corpuri de iluminat fixe, mobile şi portabile

Tensiune maximă de lucru Tipul corpurilor de iluminat	Măsuri de protecţie[1)2)] Condiţii de aplicare
1	2
230 V	
- fixe • fluorescente	- Legarea maselor la un conductor de protecţie (reţea TN sau TT) şi prevederea unui dispozitiv DDR; - Corpuri de iluminat clasa II
• incandescente • cu vapori de mercur • cu vapori de sodiu (sau alte lămpi cu soclu Edison)	- Corpuri de iluminat clasa II - Legarea maselor la conductorul de protecţie sau la pământ printr-un conductor (reţea TN sau TT) şi una din următoarele măsuri suplimentare: - prevederea unui dispozitiv DDR - o blocare care să nu permită deschiderea corpului de iluminat decât cu scule speciale sau după scoaterea de sub tensiune; - un dispozitiv de deconectare a alimentării lămpii la scoaterea globului de protecţie
- mobile	- Legarea maselor la un conductor de protecţie (reţea IT) asigurându-se limitarea tensiunilor de atingere la valorile limită admise.
24 V	
- portabile	TFJS
- fixe şi mobile	Se va controla periodic izolaţia faţă de pământ a circuitului TFJS şi transformatorului de protecţie
1) În cazul amplasării în zona de accesibilitate conform art.4.1.6.3. 2) Măsurile de protecţie pentru corpurile de iluminat din medii speciale conform cap. 7.	

4.1.6.4. Măsurile specifice de protecţie împotriva şocurilor electrice la echipamentele electromedicale utilizate în vecinătatea pacientului trebuie alese şi aplicate în condiţiile prevăzute în SR EN 60601-1-1 şi în capitolul 7 al prezentului normativ.

4.1.6.5. Tensiunile maxime admise de alimentare şi măsurile specifice de protecţie la şoc electric care se iau la folosirea utilajelor mobile pentru sudare cu arc electric (conform STAS 2612), trebuie să fie cele din tabelul 4.4.

Tabelul 4.4
Tensiunile maxim admise de alimentare şi măsurile specifice de protecţie la şoc electric care se iau la folosirea utilajelor mobile pentru sudare cu arc electric (conform recomandărilor din STAS 2612)

Tensiuni maxime admise de alimentare	**Măsuri de protecţie**
<u>În tensiune alternativă:</u> 500 V, pentru alimentarea înfăşurării primare a transformatorului de sudare	Transformatoarele pentru sudare vor fi echipate cu dispozitiv de protecţie pentru realizarea, fie a deconectării de la reţea la întreruperea arcului electric, fie pentru limitarea tensiunii de mers în gol la o valoarea de max. 24 V sau cu alte măsuri care asigură condiţii nepericuloase pentru operator în cazul atingerii accidentale a porţiunilor neizolate a circuitului de sudură.
75 V, pentru înfăşurarea secundară a transformatorului de sudare, la mers în gol (la bornele de sudare)	
<u>În tensiune continuă</u> la bornele de sudare pentru generatoare şi convertoare: 100 V, la suprafaţă; 65 V, în subteran	Protecţie împotriva atingerilor directe şi indirecte.

4.2.Protecţia împotriva efectelor termice (din SR HD 384.4.42 S1)

4.2.1 Generalităţi

Persoanele**,** echipamentele fixe şi obiectele fixe din apropierea echipamentelor electrice, trebuie protejate împotriva efectelor termice periculoase datorate funcţionarii echipamentelor electrice sau împotriva efectelor radiaţiilor termice şi anume:

- arderea ,aprinderea sau degradarea materialelor;
- riscul de arsuri;
- reducerea siguranţei funcţionarii echipamentelor electrice instalate.

4.2.2. Protecţia împotriva producerii incendiului de către echipamentele electrice.

4.2.2.1. Echipamentul electric în funcţionare normală, de avarie sau manevrare greşită, nu trebuie să prezinte pericol de incendiu pentru materialele din apropiere.

În plus faţă de prevederile normativului trebuiesc respectate instrucţiunile relevante ale producătorului.

4.2.2.2. Dacă temperaturile exterioare ale echipamentelor fixe pot atinge valori susceptibile de a provoca incendierea materialelor din apropiere, echipamentele trebuie să fie:

- montate pe sau în interiorul materialelor care rezistă la astfel de temperaturi şi care au o conductivitate termică redusă;
- separate de elementele de construcţie prin materiale care rezistă la astfel de temperaturi şi au o conductivitate termică redusă;
- montate la o distanţă suficientă faţă de orice material pe care astfel de temperaturi pot să le deterioreze, permiţând o disipare sigură a căldurii, suporturile echipamentelor având o conductivitate termică redusă.

4.2.2.3. Echipamentele conectate permanent, care pot produce arc electric sau scântei în funcţionare normala trebuie:

- complet închise în materiale rezistente la arcul electric;
- separate de elemente constructive, asupra cărora arcul electric poate avea efecte distructive, prin ecrane din material rezistent la arcul electric;
- instalate la o distanţă suficient de mare de elementele constructive asupra cărora arcul electric ar avea efecte distructive, permiţând o stingere sigură a arcului electric şi al scânteilor.

În cazul arcului electric, materialele rezistente la efectele acestuia, trebuie să fie necombustibile şi cu o conductivitate termică redusă şi o grosime corespunzătoare, pentru stabilitatea mecanică.

4.2.2.4 Echipamentele fixe care prezintă efect de focalizare sau de concentrare a căldurii trebuie să fie suficient de departe de orice obiect fix şi de orice element de construcţie, astfel încât aceste elemente sau obiecte să nu poată fi supuse, în condiţii normale, la o temperatură periculoasă.

4.2.2.5.Atunci când echipamentele instalate în acelaşi loc conţin o cantitate importantă de lichid inflamabil (ulei), trebuie luate masuri care să împiedice ca lichidul aprins şi produsele de combustie ale lichidului (flacără, fum, gaz toxic) să se propage în alte părţi ale construcţiei.

1. Exemple de astfel de măsuri sunt:
   - prevederea unei cuve de colectare în care să se strângă lichidul (uleiul) scurs şi care să asigure stingerea lui în caz de incendiu;
   - instalarea echipamentului într-o încăpere cu pereţi şi planşee din clasa de reacţie la foc A1, A2 s1 do, rezistente la foc (EI), corespunzător nivelului densităţii sarcinii termice prevăzut de reglementările specifice referitoare la securitatea la incendiu a construcţiilor, prevăzută cu praguri sau alte mijloace care să prevină propagarea lichidului (uleiului) aprins în alte părţi ale construcţiei, având o instalaţie de ventilaţie proprie, direct la exterior.

2. O cantitate importantă este o cantitate egală sau mai mare de 25 litri. Pentru lichide izolante combustibile (uleiuri), limita poate fi mărită la 60 litri.

3.Pentru cantităţi mai mici de 25 litri este suficient să se ia masuri de prevenire a scurgerii lichidului.

4. Se recomandă scoaterea de sub tensiune a echipamentului, automat sau manual, la începutul unui incendiu.

4.2.2.6. Materialele carcaselor care acoperă echipamentele electrice, în timpul punerii în funcţiune, trebuie să poată suporta temperaturile cele mai ridicate susceptibile să fie produse de echipamentele electrice.

Materialele combustibile nu pot fi utilizate pentru construcţia acestor carcase, în afara cazului când sunt luate măsuri de prevenire a incendiilor, cum ar fi acoperirea cu material incombustibil şi de conductivitate termică redusă.

4.2.2.7. Dispozitivele de protecţie, în caz de incendiu, trebuie să se găsească la nivelul echipamentelor de protejat, iar organul de manevră trebuie să fie uşor de recunoscut şi uşor accesibil.

4.2.2.8. Pentru diminuarea riscului de incendiu trebuie utilizat un dispozitiv de protecţie cu curent diferenţial rezidual (DDR) cu curentul nominal de funcţionare mai mic sau cel mult egal cu 300 mA amplasat la branşament sau punct de alimentare. Prevederea este obligatorie pentru clădiri de învăţământ, sănătate, comerţ, construcţii de turism, construcţii din lemn, unităţi de mică producţie sau service cu încăperi cu umiditate ridicată, depozite de mărfuri combustibile, discoteci, săli de dans, încăperi cu aglomerări de persoane şi săli aglomerate, clădiri înalte şi foarte înalte, clădiri de cult şi cultură cu caracter de monument istoric la care se efectuează modernizări sau schimbări de destinaţie.

4.2.2.9. Se prevăd obligatoriu cu protecţie diferenţială circuitele destinate alimentării receptoarelor electronice care trebuie să funcţioneze nesupravegheate (telefax, computere, televiziune cu circuit închis, instalaţii antiefracţie etc.).

4.2.3. Protecţia împotriva incendiului în amplasamentele cu risc mare de incendiu –BE2 (din SR HD 384.4.42 S1)

4.2.3.1. Generalităţi

4.2.3.1.1. Prescripţiile acestei părţi trebuie respectate suplimentar faţă de cele de la 4.2.2.

4.2.3.1.2. Obiectul acestui capitol se referă la alegerea şi montarea instalaţiilor electrice în amplasamente cu risc de incendiu datorate naturii materialelor prelucrate sau depozitării materialelor inflamabile pentru fabricaţie sau prelucrare, prezenţa prafului în hambare, în fabrici de prelucrare a lemnului, în fabrici de textile sau similare (medii BE2) .

Pentru medii cu pericol de explozie (BE3) se va utiliza NP-099-04.

4.2.3.1.3. Echipamentele electrice trebuie alese şi montate astfel încât în funcţionare normală, temperaturile lor şi încălzirile previzibile în caz de defect să nu poată produce un incendiu, ţinând seama de influentele externe.

Acestea se pot realiza prin masuri constructive corespunzătoare sau prin măsuri suplimentare la montarea lor,

Nu sunt necesare măsuri suplimentare dacă temperatura suprafeţei acestor echipamente nu poate provoca aprinderea materialelor combustibile din vecinătate.

4.2.3.2. Amplasamente cu risc de incendiu datorat naturii materialelor prelucrate sau depozitate

4.2.3.2.1. În amplasamente unde în vecinătatea echipamentelor electrice pot exista cantităţi periculoase de materiale combustibile, instalaţiile trebuie limitate, pe cat posibil, numai la cele strict necesare

pentru aceste amplasamente.

4.2.3.2.2. Când praful se poate acumula pe carcasele acestor echipamente electrice în cantitate suficientă pentru a produce un risc de incendiu, trebuie luate măsuri corespunzătoare pentru ca aceste carcase să nu ajungă la temperaturi periculoase şi să se îndepărteze periodic depunerile combustibile.

4.2.3.2.3. Echipamentele electrice trebuie să fie corespunzătoare pentru aceste amplasamente. În cazul prezenţei prafului, carcasele lor trebuie să prezinte un grad de protecţie de cel puţin IP5X.

4.2.3.2.4. În principiu sunt aplicate regulile generale referitoare la sistemele de pozare. Totodată, sistemele de pozare care nu sunt încastrate în materiale necombustibile precum tencuiala, betonul sau un material similar, trebuie să aibă caracteristicile de nepropagare a flăcării.

Atunci când riscul de propagare a incendiului este ridicat, de exemplu pe trasee lungi verticale sau în grupări de cabluri , cablurile trebuie să corespundă caracteristicilor de întârziere la propagarea flăcării pozate în mănunchi cum sunt definite în SR EN 50266.

4.2.3.2.5. Sistemele de pozare electrică care traversează aceste amplasamente, dar care nu sunt destinate alimentarii acestor amplasamente, trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

- să nu aibă nici o conexiune pe traseul lor în interiorul acestor amplasamente, cu excepţia cazului în care
- aceste conexiuni sunt amplasate într-o carcasă care corespunde la încercări la foc pentru cofrete definite în SR EN 60670.

4.2.3.2.6. Sistemele de pozare care traversează aceste amplasamente trebuie protejate împotriva suprasarcinilor şi scurtcircuitelor prin dispozitive situate în afara amplasamentelor.

Sistemele de pozare care au originea în aceste amplasamente trebuie protejate împotriva suprasarcinilor şi scurtcircuitelor prin dispozitive situate la originea acestor circuite.

4.2.3.2.7. Alte sisteme de pozare decât cele care au cabluri cu izolaţie minerală şi sistemele de pozare prefabricate trebuie protejate împotriva defectelor de izolaţie:

a) în reţelele TN sau TT, prin dispozitive de curent diferenţial rezidual mai mic sau egal cu 300 mA .

Dacă un defect rezistiv poate constitui un risc de incendiu, de exemplu încălzirea în plafon cu plăci încălzitoare, curentul diferenţial rezidual nominal trebuie să fie mai mic sau egal cu 30 mA.

b) în reţelele IT, trebuie prevăzute dispozitive de control permanent al izolaţiei echipate cu alarme sonore şi vizuale. În cazul unui al doilea defect, timpul de întrerupere a dispozitivului de protecţie împotriva supracurenţilor nu trebuie să fie mai mare de 5 s. Trebuiesc prevăzute instrucţiuni prin care să se prevadă o întrerupere manuală cât se poate de repede după producerea primului defect.

Se recomandă utilizarea cablurilor cu manta metalică. Aceste mantale trebuie conectate la conductorul de protecţie.

4.2.3.2.8. Nu sunt admise conductoare PEN , cu excepţia celor care aparţin sistemelor de pozare care traversează aceste amplasamente.

4.2.3.2.9. Fiecare conductor neutru trebuie să poată fi secţionat printr-un dispozitiv asociat conform cu 5.3.4.5.1.

4.2.3.2.10. Nu sunt admise conductoare neizolate. Trebuiesc luate măsuri pentru prevenirea arcurilor electrice, scânteilor sau particulelor fierbinţi care pot aprinde materiale combustibile situate în vecinătate.

4.2.3.2.11. Pentru cablurile flexibile trebuie alese cabluri şi cordoane conform recomandărilor din SR HD 516.

4.2.3.2.12. Aparatajul trebuie amplasat în exteriorul acestor amplasamente, cu excepţia cazului când este montat în carcase cu grad de protecţie conform art.4.2.3.2.3.

4.2.3.2.13. Motoarele comandate automat sau de la distanţă, sau care nu sunt supravegheate în permanenţă, trebuie protejate împotriva temperaturilor excesive prin dispozitive de protecţie împotriva supracurenţilor cu rearmarea manuală a releului termic sau prin dispozitive similare.

Motoarele cu pornire stea-triunghi trebuie protejate împotriva temperaturilor excesive în înfăşurarea stea.

4.2.3.2.14. În amplasamente cu risc de incendiu datorita prafului şi /sau fibrelor, temperatura la suprafaţa corpurilor de iluminat, în caz de defect, să fie limitată şi fibrele sau praful să nu se poată acumula într-o cantitate periculoasă:

- în condiţii normale : 90º C
- în caz de defect : 115º C

În absenţa informaţiilor din partea constructorului, proiectoarele mici şi spoturile trebuie situate faţă de materialele combustibile la distanta de:

- 0.5 m până la 100 W;
- 0.8 m de la 100 W până la 300W;
- 1m de la 300 W până la 500 W.

4.2.3.2.15. Lămpile şi elementele corpurilor de iluminat trebuie protejate împotriva deteriorărilor mecanice care se pot produce.

Componentele integrate, de exemplu lămpile şi elementele calde ale lămpilor, nu trebuie să cadă din corpul de iluminat.

4.2.3.2.16. Dacă într-un amplasament se utilizează sisteme electrice de încălzit sau de ventilaţie, prezenţa prafului şi temperatura aerului nu trebuie să creeze risc de incendiu. Dispozitivele de limitare a temperaturii trebuie să fie cu rearmare manuală.

4.2.3.2.17. Aparatele electrice de încălzit trebuie montate pe suporturi care nu sunt combustibile.

4.2.3.2.18. Aparatele de încălzit situate în vecinătatea materialelor combustibile trebuie prevăzute cu bariere corespunzătoare care să împiedice aprinderea acestor materiale.

Aparatele de încălzit cu acumulare trebuie să fie astfel realizate încât să împiedice ca aerul să transporte praf sau fibre către elementele rezistive încălzitoare.

4.2.3.2.19. Carcasele şi rezistenţele aparatelor de încălzit nu trebuie să aibă temperaturi mai mari decât cele specificate la art.4.2.3.2.14. Carcasele trebuie proiectate pentru acest scop sau instalate astfel încât să se evite depunerea de materiale care pot afecta disiparea căldurii.

4.2.3.4. Amplasamente cu materiale de construcţie combustibile

4.2.3.4.1 Pentru ca echipamentele electrice să nu poată provoca aprinderea unei părţi a clădirii trebuie luate măsuri de prevedere. Aceasta poate fi realizată prin:

- prevenirea incendiului provocat de defecte de izolaţie;
- proiectare, alegere şi montare corespunzătoare a echipamentelor electrice.

4.2.3.4.2. Alegerea şi montarea echipamentelor în pereţi cu alveole

4.2.3.4.2.1. Echipamentele electrice, de exemplu cofrete sau tablouri de distribuţie, instalate în pereţi cu alveole care sunt combustibili, trebuie să fie conform prevederilor standardelor corespunzătoare.

4.2.3.4.2.2. Dacă echipamentele electrice instalate în pereţi cu alveole nu îndeplinesc prevederile de la art. 4.2.3.4.2.1, ele trebuie protejate cu fibră de sticlă sau material similar necombustibil de 12 mm grosime, sau cu vată minerală de 100 mm grosime. Dacă se utilizează aceste materiale, trebuie luate în considerare efectele lor asupra disipării căldurii echipamentelor electrice.

Aceste măsuri se aplică, de asemenea, pereţilor cu alveole construiţi din materiale

necombustibile dacă în pereţi sunt încorporate materiale de izolare combustibile, de exemplu materiale de izolare termică sau fonică.

4.2.3.4.2.3. Echipamentele electrice cum sunt prizele de curent şi întreruptoarele nu trebuie fixate prin cleme.

4.2.3.4.2.4. Cablurile şi cordoanele trebuie să îndeplinească prevederile din SR EN 50266.

4.2.3.4.2.5. Tuburile şi jgheaburile de cabluri care nu propagă flacără, trebuie să respecte recomandările din SR EN 50085 şi SR EN 61386.

4.2.4. Protecţia împotriva arsurilor

4.2.4.1. Părţile accesibile ale echipamentelor electrice amplasate în zona de accesibilitate nu trebuie să atingă temperaturi care pot provoca arsuri persoanelor şi nu trebuie să depăşească valorile indicate în tabelul 4.5.

Toate părţile accesibile care pot atinge, în regim normal de funcţionare, chiar şi pentru scurtă durată, temperaturi superioare celor din tabelul 4.5, trebuie protejate împotriva oricărui contact accidental.

Tabelul 4.5

Temperaturile maxime admise pentru părţile accesibile ale echipamentelor electrice

Părţi accesibile	**Materialul părţilor accesibile**	**Temperaturi maxime [^{o}C]**
Elemente de comandă manuală	Metalic	55
	Nemetalic	65
Părţi destinate pentru a fi atinse dar care nu sunt destinate să fie manevrate manual	Metalic	70
	Nemetalic	80
Părţi care nu sunt destinate să fie atinse în funcţionare normală	Metalic	80
	Nemetalic	90

4.2.5. Protecţia împotriva supraîncălzirilor

4.2.5.1. Instalaţie de încălzire prin ventilare artificială

4.2.5.1.1. Instalaţiile de încălzire prin ventilare artificială, cu excepţia încălzitoarelor cu acumulare, trebuie concepute astfel încât elementul de încălzire să nu poată fi pus sub tensiune decât după stabilirea debitului de aer şi să fie deconectat când debitul de aer este oprit. În plus ele trebuie prevăzute cu două limitatoare de temperatură independente, unul de altul, care să împiedice orice depăşire a temperaturilor admisibile în conductele de aer.

4.2.5.1.2. Carcasele corpurilor de încălzire trebuie să fie executate din materiale incombustibile.

4.2.5.2. Aparate producătoare de apa caldă sau vapori

4.2.5.2.1. Orice aparat care produce apă caldă sau vapori trebuie protejat prin proiectare sau instalare,

împotriva temperaturilor excesive, în toate condiţiile de funcţionare. În caz de nerespectare a standardelor europene (CENELEC), protecţia trebuie asigurată printr-un dispozitiv fără reanclanşare automată, care să funcţioneze independent de termostat.
Dacă aparatul nu are scurgere liberă, el trebuie prevăzut în plus, cu un dispozitiv de limitare a presiunii apei.

4.3. Protecţia împotriva supracurenţilor electrici (din SR HD 384.4.43-S2 şi SR HD 384.4.473-S1)
4.3.1. Generalităţi

4.3.1.1. Conductoarele active ale circuitelor electrice trebuie protejate împotriva supracurenţilor datoraţi suprasarcinilor sau scurtcircuitelor.

a) Protecţia împotriva suprasarcinilor.

Un circuit electric trebuie să fie protejat prin dispozitive care să întrerupă curentul în circuit dacă unul sau mai multe dintre conductoarele sale sunt parcurse de un curent ce depăşeşte valoarea curentului maxim admisibil şi care, în cazul unei durate prea lungi, ar putea produce deteriorarea izolaţiei conductoarelor.

b) Protecţia împotriva scurtcircuitelor.

Un circuit trebuie să fie protejat prin dispozitive care să întrerupă curentul în acest circuit dacă unul sau mai multe dintre conductoarele lui sunt parcurse de un curent de scurtcircuit. Întreruperea trebuie să se producă într-un timp destul de scurt pentru a fi evitată deteriorarea conductoarelor.

Protecţia împotriva suprasarcinilor trebuie să fie coordonată cu protecţia la scurtcircuit în condiţiile prevăzute la art. 4.3.6.1 şi 4.3.6.2.

4.3.1.2. Trebuie folosite următoarele tipuri de dispozitive de protecţie împotriva supracurenţilor electrici:

- dispozitive care protejează la curenţi de suprasarcină, relee de protecţie la suprasarcină (relee termice, disjunctoare, relee de protecţie la supracurenţi, siguranţe fuzibile);
- dispozitive care protejează la curenţi de scurtcircuit (disjunctoare echipate cu declanşatoare rapide la scurtcircuit, siguranţe fuzibile);
- dispozitive care protejează atât la curenţi de suprasarcină cât şi la curenţi de scurtcircuit (disjunctoare echipate cu relee de protecţie la supracurenţi şi cu declanşatoare rapide la scurtcircuit, siguranţe fuzibile).

4.3.2. Protecţia împotriva curenţilor electrici de suprasarcină
4.3.2.1. Amplasarea dispozitivelor de protecţie la suprasarcină

4.3.2.1.1. Dispozitivul care asigură protecţia la suprasarcină trebuie să fie amplasat în locul unde o schimbare antrenează o reducere a valorii curentului admisibil în conductoare, de exemplu o schimbare de secţiune, un mod de pozare sau de alcătuire, cu excepţia cazurilor de la art.4.3.2.1.2 şi 4.3.2.2.

4.3.2.1.2. Dispozitivul de protecţie la suprasarcină a unui circuit electric poate fi amplasat pe traseul acestui circuit dacă pe partea de circuit dintre punctul unde apare schimbarea (de secţiune, de natura materialului, de modul de pozare sau de alcătuire) şi poziţia dispozitivului de protecţie nu sunt conectate alte circuite sau prize şi dacă este îndeplinită una din următoarele condiţii:

a) circuitul este protejat împotriva curentului de scurtcircuit conform prevederilor de la art.4.3.3.

b) lungimea traseului nu depăşeşte 3 m şi este realizat astfel încât să reducă la minimum riscurile unui scurtcircuit şi nu este amplasat în apropierea materialelor combustibile (a se vedea art . 4.3.2.2).

4.3.2.1.3 . Caracteristica de funcţionare a unui dispozitiv pentru protecţia unei distribuţii împotriva suprasarcinilor şi caracteristicile de funcţionare a distribuţiei respective trebuie să fie coordonate astfel

încât să fie îndeplinite condiţiile exprimate prin relaţiile următoare:

- pentru disjunctoare:

1) $I_c \le I_N \le I_{adm}$

2) $I_2 \le 1{,}45 \cdot I_{adm}$

în care:

I_c – curentul de calcul al distribuţiei (circuitului), în A;

I_N – curentul nominal al dispozitivului de protecţie (pentru dispozitive de protecţie reglabile, I_N este curentul de reglaj ales Ir), în A;

I_{adm} – curentul admisibil în conductorul distribuţiei, ţinând cont de coeficienţii de corecţie.

I_2 – curentul care asigură efectiv declanşarea dispozitivelor de protecţie ($I_{declanşare}$) în condiţiile stabilite în normele sau în prospectele pentru aparate (cel mai mare curent de încercare – curent convenţional), în A ;

- pentru siguranţe fuzibile :

$I_c \le I_N$;

$k \cdot I_N \le I_{adm}$

Factorul k are valorile următoare:

k = 1,31 pentru siguranţe fuzibile gG cu $I_N \le 16A$

k = 1,1 pentru siguranţe fuzibile cu $I_N \le 16A$

În cazurile în care suprasarcinile sunt de lungă durată şi valorile curenţilor de suprasarcină sunt superioare valorii curentului convenţional al dispozitivului de protecţie, este asigurată protecţia completă.

4.3.2.2. Exceptarea de la protecţia de suprasarcină

4.3.2.2.1. Cazurile menţionate în acest paragraf nu trebuie aplicate în instalaţiile situate în locuri ori amplasamente care prezintă riscuri de incendiu sau de explozie şi acolo unde sunt specificate condiţii diferite în reglementările speciale stipulate în cap.7.

Se admite să nu fie prevăzută protecţia împotriva suprasarcinilor:

a) pe un circuit electric situat în aval de o schimbare de secţiune, de natura materialului, de modul de pozare şi de alcătuire şi care este protejat împotriva suprasarcinilor printr-un dispozitiv de protecţie amplasat în amonte ;
b) pe un circuit electric care nu este susceptibil de a fi parcurs de curenţi de suprasarcină, cu condiţia ca acest circuit să fie protejat împotriva scurtcircuitelor conform regulilor enunţate la secţiunea 4.3.3.
c) în instalaţiile de telecomunicaţii, comanda, semnalizare şi similare.

4.3.2.3. Prevederea sau lipsa protecţiei împotriva suprasarcinilor în reţelele IT

4.3.2.3.1. Posibilitatea de a prevede sau de a nu prevede un dispozitiv de protecţie împotriva suprasarcinilor de la art. 4.3.2.1.2 şi 4.3.2.2. nu sunt aplicate la reţelele IT, cu excepţia cazului în care fiecare circuit neprotejat împotriva suprasarcinilor este protejat printr-un dispozitiv de curent diferenţial rezidual.

4.3.2.4. Renunţarea la protecţia de suprasarcină

4.3.2.4.1. Se recomandă să nu se prevadă protecţia la suprasarcina pe circuite de alimentare a aparatelor, dacă întreruperea neaşteptată a circuitului poate provoca pericole.

Exemple de astfel de cazuri sunt:

- circuitele de excitaţie ale maşinilor rotative;
- circuitele de alimentare a electromagneţilor de menţinere sau ridicare;
- circuitele secundare ale transformatoarelor de curent;

- circuitele de alimentare ale dispozitivelor de stingere a incendiilor.

În astfel de cazuri se recomandă să se prevadă un dispozitiv de avertizare la apariţia suprasarcinii.

4.3.3. Protecţia împotriva scurtcircuitelor

4.3.3.1.Amplasarea dispozitivelor de protecţie împotriva scurtcircuitelor

4.3.3.1.1. Un dispozitiv de protecţie împotriva scurtcircuitelor trebuie să fie amplasat în locul unde o reducere a secţiunii conductoarelor sau o altă schimbare antrenează o modificare a caracteristicilor definite la 4.3.2.1.1 cu excepţia cazului de la 4.3.3.1.2 .

4.3.3.1.2. Deplasarea locului de amplasare a protecţiei împotriva scurtcircuitelor

4.3.3.1.2.1 Cazurile menţionate în acest paragraf nu trebuie aplicate în locurile (sau amplasamentele) care prezintă un risc de incendiu sau de explozie şi acolo unde se aplică reglementări speciale sau unde sunt menţionate condiţii diferite.

Se admite să fie amplasate dispozitive de protecţie împotriva scurtcircuitelor în alte locuri decât cele indicate la art.4.3.3.1.1, în condiţiile de la art.4.3.3.1.2.2.

4.3.3.1.2.2. Partea de circuit electric cuprinsă, pe de o parte, între reducerea de secţiune sau o altă schimbare şi dispozitivul de protecţie, pe de altă parte, trebuie să îndeplinească simultan următoarele condiţii:

a) lungimea să nu fie mai mare de 3 m;

b) să fie realizată astfel încât să se reducă la minim riscul de scurtcircuit;

Această condiţie poate fi obţinută, de exemplu, printr-o întărire a protecţiei circuitelor împotriva influenţelor externe.

c) să fie instalată astfel încât să se reducă la minimum riscul de foc sau pericol pentru persoane.

4.3.3.1.2.3.Un dispozitiv de protecţie amplasat în amonte de reducerea secţiunii sau de altă schimbare trebuie să prezinte o caracteristică de funcţionare astfel încât el să protejeze împotriva scurtcircuitelor, conform cu regula de la art. 4.3.3.1.2.2 şi circuitul situat în aval.

4.3.3.1.3.Renunţare la protecţia la scurtcircuit

4.3.3.1.3.1. Se permite renunţarea la protecţia la scurtcircuit pentru cazurile enumerate mai jos:

- pe circuitele de conectare a generatoarelor, transformatoarelor, redresoarelor, bateriilor de acumulatoare, la tablourile de comandă corespunzătoare, dispozitivele de protecţie fiind montate la aceste tablouri;
- pe circuitele a căror deconectare ar putea produce pericole pentru funcţionarea unor instalaţii ca cele arătate la art.4.3.2.4.1;
- anumite circuite de măsurare cu rezerva că sunt îndeplinite simultan următoarele două prevederi:
  a) circuitul electric este realizat astfel încât să se reducă la minimum riscul de scurtcircuit ;
  b) circuitul electric nu trebuie să fie amplasat în apropierea materialelor combustibile.

4.3.4.Prevederi referitoare la natura circuitelor

4.3.4.1.Protecţia conductoarelor de fază

4.3.4.1.1. Protecţia împotriva supracurenţilor electrici trebuie pevăzută pe toate conductoarele de fază. Aceasta trebuie să producă deconectarea conductorului în care este detectat supracurentul, fără a provoca neapărat deconectarea celorlalte conductoare active, cu excepţia cazului menţionat la art. 4.3.4.1.2. şi 4.3.4.2.

4.3.4.1.2 În reţelele TT, pe circuitele alimentate între faze şi în care conductorul neutru nu este distribuit, este posibil ca detectarea supracurentului să nu fie prevăzută pe unul din conductoarele de fază, sub rezerva îndeplinirii simultane a prescripţiilor următoare:

a) există, pe acelaşi circuit sau în amonte, o protecţie diferenţială prevăzută să producă deconectarea tuturor conductoarelor de fază;

b) conductorul neutru nu este distribuit pe circuitele situate în aval de dispozitivul de protecţie diferenţial menţionat la punctul a).

Dacă deconectarea unei singure faze poate produce un pericol, de exemplu, în cazul motoarelor trifazate, trebuie luate măsuri de deconectare trifazată.

4.3.4.2. Protecţia conductorului neutru

4.3.4.2.1. Reţelele TT sau TN

a) Atunci când secţiunea conductorului neutru este cel puţin egală sau echivalentă cu a conductorului de fază, nu este necesar să se prevadă o protecţie de supracurent pe conductorul neutru.

b) Atunci când secţiunea conductorului neutru este mai mica decât cea a conductoarelor de fază, este necesar să se prevadă o protecţie de supracurent pe conductorul neutru, corespunzătoare secţiunii acestui conductor. Această protecţie trebuie să producă deconectarea conductoarelor de fază şi a conductorului neutru.

Totuşi este admis să nu se prevadă protecţie de supracurent pe conductorul neutru dacă sunt îndeplinite simultan următoarele condiţii:

- conductorul neutru este protejat împotriva scurtcircuitelor de un dispozitiv de protecţie pentru conductoarele de faza din circuit;
- curentul maxim care ar putea să parcurgă conductorul neutru este, în funcţionare normală, net inferior valorii curentului admisibil prin acest conductor.

Acestă a doua condiţie este îndeplinită dacă puterea transportata este repartizata cat mai uniform posibil între diferite faze, de exemplu, dacă suma puterilor absorbite de receptoarele alimentate între fiecare faza şi neutru (iluminat, prize de curent) este mult mai mică decât puterea totală transportata prin circuitul respectiv.

În reţelele TN-C, conductorul PEN nu trebuie niciodată deconectat.

c) Deconectarea conductorului neutru este in conformitate si cu recomandarile SR EN 60898-1b privind separarea circuitelor si cu prevederile art.5.3.4.0.3 al.2. din prezentul normativ.

4.3.4.2.2. Reţelele IT

În schemele IT, se recomanda, în special, să nu se distribuie conductorul neutru.

Totuşi, acolo unde conductorul neutru este distribuit, este cazul să se prevadă un dispozitiv de protecţie de supracurent pe conductorul neutru al întregului circuit, protecţie care trebuie să producă deconectarea conductoarelor active din acest circuit, inclusiv a conductorului neutru. Această măsură nu este necesară dacă:

- conductorul neutru considerat este efectiv protejat împotriva scurtcircuitelor printr-un dispozitiv de protecţie amplasat în amonte, de exemplu la tabloul de alimentare, conform regulilor enunţate la art.4.3.3.
- sau dacă circuitul considerat este protejat printr-un dispozitiv de protecţie la curent diferenţial rezidual, al cărui curent diferenţial rezidual nominal este cel mult egal cu 0,15 din curentul admisibil prin conductorul neutru corespondent. Acest dispozitiv trebuie să deconecteze toate conductoarele active din circuitul corespondent, inclusiv conductorul neutru.

4.3.4.3. Deconectarea şi reconectarea conductorului neutru

Deconectarea şi reconectarea conductorului neutru trebuie să se facă astfel încât conductorul neutru să nu fie deconectat înaintea conductoarelor de fază şi să fie reconectat în acelaşi timp sau înaintea conductoarelor de fază.

4.3.4.4. Protecţia la scurtcircuit a conductoarelor în paralel

Un singur dispozitiv de protecţie poate proteja mai multe conductoare în paralel împotriva curenţilor de scurtcircuit dacă caracteristica sa de funcţionare asigură funcţionarea efectivă a dispozitivului în cazul apariţiei unui defect în punctul cel mai dificil al conductoarelor în paralel. Trebuie să se tina cont de împărţirea curentului de scurtcircuit între conductoarele în paralel. Un defect poate fi alimentat din ambele capete ale conductoarelor în paralel.

Dacă funcţionarea unui singur dispozitiv de protecţie poate să nu fie asigurată atunci se poate lua una sau mai multe dintre următoarele măsuri:

a) poate fi utilizat un singur dispozitiv de protecţie dacă:
   - sistemul de pozare este realizat astfel încât să reducă riscul de scurtcircuit în conductoarele în paralel la minimum, de exemplu prin mijloace de protecţie mecanică;
   - sistemul nu trebuie să fie amplasat în apropierea materialelor combustibile.
b) pentru două conductoare în paralel un dispozitiv de protecţie împotriva scurtcircuitelor este prevăzut la originea fiecărui conductor în paralel;
c) pentru mai mult de două conductoare în paralel, dispozitivele de protecţie se vor prevedea la capătul de alimentare şi la celălalt capăt al conductoarelor în paralel.

4.3.5. Caracteristicile dispozitivului de protecţie la scurtcircuit

Fiecare dispozitiv de protecţie la scurtcircuit trebuie să respecte simultan condiţiile de la 4.3.5.1 şi 4.3.5.2.

4.3.5.1. Capacitatea de rupere trebuie să fie cel puţin egală cu cea a curentului de scurtcircuit prezumat, la locul de instalare, cu excepţia următoare:

- este admisă o capacitate de rupere mai mică, dacă alt dispozitiv de protecţie având o capacitate de rupere necesară, este instalat în amonte. În acest caz, trebuie coordonate caracteristicile acestora, astfel ca energia care trece prin dispozitivul din amonte să fie inferioară capacităţii celui din aval.

În anumite cazuri trebuie să se ţină seama de capacitatea de rezistenţă dinamică şi capacitatea de rupere a dispozitivului din aval (pe partea sarcinii). Detaliile caracteristicilor celor două dispozitive ce trebuie coordonate vor fi date de producătorii acestora.

4.3.5.2. Curenţii de scurtcircuit care pot apărea într-un punct de defect trebuie să fie întrerupţi într-un timp mai mic decât timpul admis pentru stabilitatea termică a conductorului. Pentru un timp mai mic de 5 s, timpul t în care un conductor ajunge de la temperatura maximă admisibilă în regim normal la temperatura maximă admisibilă în caz de scurcircuit poate fi calculat cu relaţia:

$$\sqrt{t} = k \cdot S / I$$

unde:

t - este durata eliminării defectului în secunde;

S - secţiunea conductorului în mm²;

I - curentul de scurtcircuit, în A, valoare efectivă ;

k - un factor care ţine sama de rezistivitatea şi coeficientul de temperatură a materialului conductorului precum şi de temperaturile iniţială şi finală admisibilă a acestuia. Pentru materialele uzuale folosite ca izolaţii şi conductoarele uzuale coeficientul k este dat în tabelul 5.13.

4.3.6. Coordonarea între protecţia la suprasarcini şi protecţia la scurtcircuit.

4.3.6.1. Protecţia asigurata printr-un singur dispozitiv

Dacă un singur dispozitiv de protecţie la suprasarcina îndeplineşte condiţiile de la art.4.3.3 şi are o putere de rupere cel puţin egală cu curentul de scurtcircuit prezumat la locul de instalare (vezi art. 4.3.5.1), se consideră ca acesta va asigura atât protecţia la suprasarcină cât şi cea de scurtcircuit.

4.3.6.2. Protecţia asigurată prin dispozitive separate

Se aplică prevederile de la 4.3.2 şi 4.3.3 privind protecţia la suprasarcină şi la scurtcircuit.

Caracteristicile celor două dispozitive trebuie coordonate astfel încât curentul de scurtcircuit

lăsat să treacă de dispozitivul de protecţie la scurtcircuit să nu fie mai mare decât cel de stabilitate dinamică şi termică a dispozitivului de protecţie la suprasarcină.

Aceste cerinţe nu exclud tipul de coordonare recomandat de SR EN 60 947-4-1.

4.3.6.3. Limitarea supracurentului electric de către caracteristicile sursei de alimentare

Conductoarele sunt considerate a fi protejate împotriva curenţilor de suprasarcină şi de scurtcircuit acolo unde ele sunt alimentate dintr-o sursă incapabilă de a furniza un curent mai mare decât curentul admisibil al conductoarelor (de exemplu în cazul unor transformatoare de sudare, a unor grupuri motor-generator etc.).

4.3.7. Selectivitatea protecţiei

4.3.7.1 În cazurile în care mai multe dispozitive de protecţie se inseriază într-o distribuţie, caracteristicile lor se aleg astfel încât să fie asigurată selectivitatea protecţiei . În cazul unei avarii trebuie să funcţioneze protecţia cea mai apropiată de aceasta, izolând doar porţiunea respectivă, fără a scoate din funcţiune întreaga instalaţie (de ex. între curenţii nominali ale fuzibilelor a două siguranţe consecutive, diferenţa să fie de cel puţin două trepte).

Trebuie asigurată corelarea protecţiei la supracurenţii din instalaţia electrică de la consumator, cu protecţia instalaţiei electrice de racord a furnizorului de energie electrică, astfel încât să fie realizate condiţiile de selectivitate a protecţiei.

4.4. Protecţia împotriva supratensiunilor (supratensiuni datorate trăsnetului şi transmise prin reţele şi supratensiuni de comutaţie)

4.4.1. Generalităţi

4.4.1.1. Apariţia supratensiunilor în instalaţiile electrice de joasă tensiune sunt determinate de următoarelor fenomene:

– propagarea supratensiunilor prin conductoarele reţelei electrice de alimentare;
– căderea trăsnetului pe instalaţia de protecţie împotriva loviturilor de trăsnet;
– comutaţii în instalaţii proprii;
– tensiuni induse datorate unor circuite din apropiere;
– defecte în instalaţiile proprii sau în reţeaua de alimentare;
– descărcări electrostatice.

Durata şi amplitudinea supratensiunilor depind de fenomenul care a determinat apariţia supratensiunii şi de distanţa la care a avut loc evenimentul.

4.4.1.2. Supratensiunile datorate loviturilor de trăsnet în obiective sau în apropierea acestora au valori ridicate, o creştere rapidă a tensiunii, dar o durată redusă (circa 100 μs) şi determină, în mod obişnuit, cele mai mari pagube în instalaţiile electrice de joasă tensiune (fig. 4.3). Caracteristicile supratensiunilor datorate loviturilor de trăsnet sunt indicate în SR CEI/TR 62066.

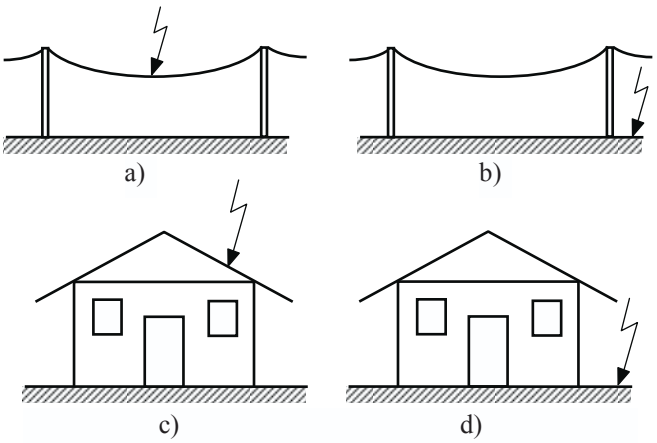


Fig. 4.3 – Supratensiuni datorate propagării prin conductoarele electrice de alimentare, la căderea trăsnetului în liniile electice aeriene (a) sau în apropierea acestora (b) şi datorate căderea trăsnetului pe instalaţia de protecţie împotriva loviturilor de trăsnet (c) sau în apropierea obiectivului (d).

4.4.1.3. Supratensiunile induse prin cuplaj inductiv, capacitiv sau rezistiv sunt datorate unor evenimente din circuitele aflate în apropierea instalaţiilor electrice de joasă tensiune. În figura 4.4 este indicat modul de apariţie a supratensiunilor în reţeaua de joasă tensiune prin cuplaj rezistiv (curentul electric de trăsnet care parcurge rezistenţa prizei de pământ a obiectivului).

4.4.1.4. Supratensiunile datorate comutaţiilor, în instalaţiile proprii sau în sistemul de alimentare şi care se propagă prin conductoarele de alimentare, au o creştere relativ redusă a tensiunii, amplitudine redusă, dar pot avea durate relativ mari. Sunt datorate fenomenelor tranzitorii care apar la modificarea configuraţiei unei reţele electrice. În figura 4.5 este indicat cazul simplu al deconectării unui circuit RLC. Caracteristicile supratensiunilor de comutaţie sunt indicate în SR CEI/TR 62066.

4.4.1.5. Supratensiunile datorate defectelor din reţeaua electrică proprie sau din reţeaua electrică de alimentare sunt datorate, în general, întreruperii conductorului neutru şi creşterea tensiunii de fază până la valori apropiate tensiunii între faze. Pentru limitarea efectelor acestor supratensiuni, sistemul de protecţie trebuie setat la valoarea de 270 V (în sistemele de joasă tensiune de 3x230/400 V).

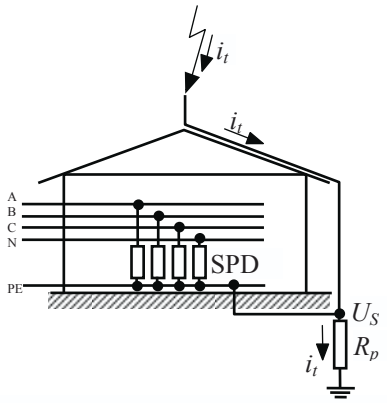


Fig. 4.4 – Supratensiuni datorate cuplajului rezistiv la căderea trăsnetului în instalaţia proprie de protecţie.

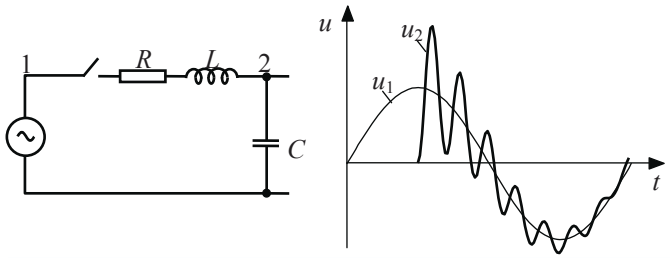


Fig. 4.5 – Supratensiuni la închiderea unui întreruptor într-un circuit RLC.

4.4.1.6. Descărcările electrostatice sunt determinate de acumularea de sarcini electrice pe corpuri bune conductoare şi amorsarea descărcării electrice la apropierea de instalaţia electrică de joasă tensiune.

4.4.1.7. Caracteristici ale supratensiunilor care pot să apară în reţelele de joasă tensiune sunt indicate în tabelul 4.6.

Tabelul 4.6
Caracteristici ale supratensiunilor

Tipul supratensiunii	Factorul de supratensiune	Durata	Forma	Observaţii
De trăsnet	> 4*)	foarte scurtă 1···100 μs	impuls cu pantă foarte mare 1···1000 kV/μs	
De comutaţie	2···4*)	redusă 1···100 ms	oscilatorie amortizată cu frecvenţa medie de 1···200 kHz	
Electrostatice	> 4	foarte scurtă front de ns	impuls foarte scurt	Energia depinde de capacitatea obiectului încărcat
De frecvenţă industrială	≤1,73**)	mare	sinusoidală neamortizată	Durata depinde de sistemul de protecţie
*) raportat la valoarea de vârf a tensiunii de fază, de frecvenţă industrială; **) raportat la valoarea efectivă a tensiunii de fază, de frecvenţă industrială.				

4.4.1.8. Supratensiunile care apar în instalaţiile de joasă tensiune pot determina solicitări inadmisibile ale izolaţiei electrice faţă de pământ sau între faze, cu deteriorarea acesteia şi apariţia de scurtcircuite, însoţite de importante daune (incendiu, distrugere echipamente, pericole pentru oameni, întreruperea alimentării cu energie electrică).

4.4.2. Protecţia instalaţiilor electrice din clădiri împotriva supratensiunilor

4.4.2.1. Protecţia împotriva supratensiunilor a instalaţiilor din interiorul clădirilor se realizează în trepte, începând de la intrarea în clădire şi până la echipamentele sensibile. Problemele legate de coordonarea sistemelor de protecţie conectate în trepte sunt prezentate în detaliu în SR CEI / TR62066.

4.4.2.2. Utilizarea protecţiei în trepte împotriva supratensiunilor face ca izolaţia echipamentelor conectate direct la reţeaua electrică să fie cea mai solicitată, iar izolaţia echipamentelor din interiorul clădirii să fie mai puţin solicitată. În acest sens, echipamentele de joasă tensiune se împart în patru clase de încercare (tabelul 4.7), conform SR HD 60364-4-443.

Tabelul 4.7
Clasificarea echipamentelor din punctul de vedere al tensiunii de ţinere

Categoria echipamentului	Caracteristici	Observaţii
IV	Echipamente conectate în imediata apropiere a intrării instalaţiei electrice în clădire. Sunt caracterizate de un nivel ridicat al tensiunii de ţinere şi fiabilitate mare.	Exemple: bloc de măsurare şi protecţie, sisteme de telemăsurare
III	Echipamente conectate în instalaţia electrică fixă, în avalul echipamentelor din clasa IV. Sunt caracterizate de un nivel de ţinere mai redus faţă de echipamentele din categoria de supratensiuni IV şi au o fiabilitate ridicată.	Exemple: dulapuri de distribuţie, întreruptoare, motoare electrice conectate permanent la instalaţia fixă
II	Echipamente conectate în avalul instalaţiilor fixe ale clădirii, inclusiv a tabloului de distribuţie. Au un nivel normal de fiabilitate.	Exemple: aparate electrocasnice, scule portabile
I	Echipamente conectate în clădire, dacă măsurile de protecţie adecvate sunt adoptate în exteriorul echipamentului.	Exemple: aparate electrocasnice cu circuite electronice sensibile la supratensiuni.

4.4.2.3. În cazul instalaţiilor de joasă tensiune alimentate dintr-o reţea electrică în cablu, subterană în întregime, nu este necesară protecţia contra supratensiunilor de trăsnet, determinate de propagarea pe conductoarele de alimentare.

4.4.3. Dispozitivede protecţie la supratensiuni (SPD)

4.4.3.1. Dispozitivele de protecţie luate în consideraţie sunt cele amplasate în exteriorul echipamentelor de protejat.

4.4.3.2. Realizarea sistemului de protecţie la supratensiuni pentru a se asigura limitarea perturbaţiilor şi avariilor la supratensiuni a echipamentelor electrice şi electronice trebuie să aibă în vedere recomandările standardului SR EN 61643-11. Alegerea şi utilizarea SPD se face pe baza conceptului de Zonă de Protecţie împotriva Trăsnetului (ZPT). Aceste zone se referă la volumele care cuprind elementele de protejat.

Se definesc următoarele ZPT (a se vedea SR EN 62305-1) –figura 4.6:

– ***Zone exterioare***

- ZPT 0 Zonă pusă în pericol de câmpurile electrice şi magnetice neatenuate ale trăsnetului şi unde reţelele interioare pot fi supuse curenţilor electrici de trăsnet integrali sau parţiali. O zonă ZPT 0 se subdivide în:
- ZPT 0_A: zonă expusă la căderile directe ale trăsnetului şi la câmp electromagnetic integral. Sistemele interioare pot suporta acţiunea curentului electric de trăsnet integral sau a unor părţi din acesta;
- ZPT 0_B : zonă protejată împotriva căderilor directe ale trăsnetului, în care pericolul este reprezentat de câmpul electromagnetic integral. Sistemele interioare pot fi supuse la curenţi electrici de trăsnet parţiali.

– ***Zone interioare*** (protejate împotriva căderilor directe ale trăsnetului)

- ZPT 1 Zonă unde curentul electric de trăsnet este limitat prin divizare şi prin SPD instalate la frontierele acestei zone. Ecranele metalice pot atenua câmpul electromagnetic generat de trăsnet.
- ZPT 2...n Zonă unde curentul electric de trăsnet poate fi limitat în continuare prin divizare şi prin SPD suplimentare instalate la frontierele acestei zone. Ecrane metalice suplimentare pot fi utilizate pentru a obţine atenuarea suplimentară a câmpului electromagnetic generat de

trăsnet.

Caracteristicile ZPT pot fi îmbunătăţite prin instalarea de protecţii cu SPD coordonate şi/sau ecrane magnetice. În funcţie de numărul, de tipul, şi de nivelul de ţinere al echipamentului de protejat, poate fi definită o ZPT corespunzătoare. Acestea pot include zone mici locale (de exemplu carcasele echipamentelor) sau zone mari în întregime (de exemplu volumul întregii structuri).

Interconectarea ZPT de acelaşi nivel poate fi necesară dacă două structuri separate sunt conectate prin linii electrice de alimentare sau de comunicaţii, ori poate fi redus numărul necesar de SPD.

Frontiera unei ZPT este definită prin măsurile de protecţie care se utilizează.

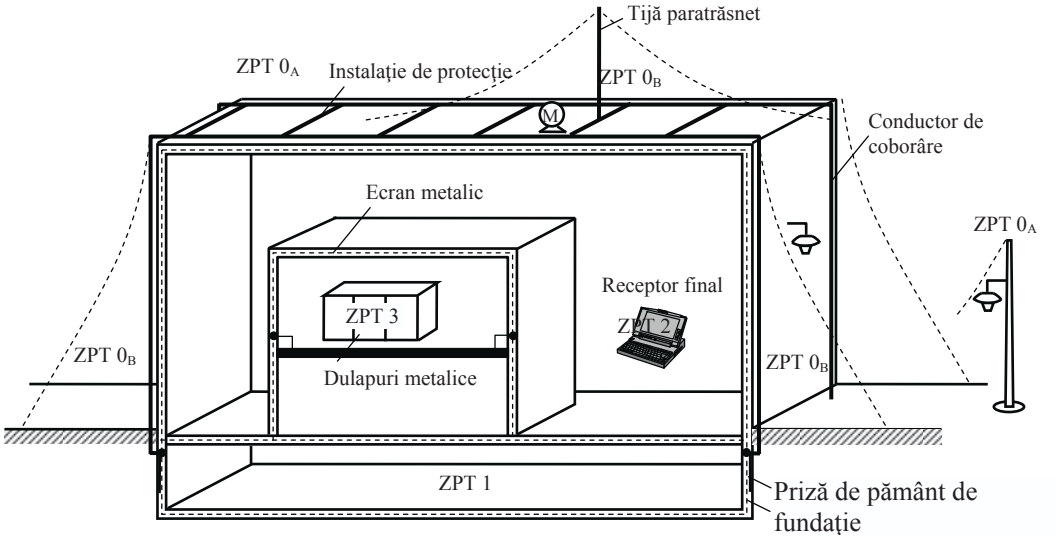


Fig. 4.6 – Zonele de protecţie la supratensiuni de trăsnet.

4.4.3.3. În funcţie de caracteristicile şi solicitările la care sunt supuse, dispozitivele de protecţie sunt împărţite în trei tipuri de încercare:

– SPD tipul 1 (SPD1) – cuprind descărcătoare cu rezistenţă variabilă, supuse celor mai intense solicitări şi având capacitatea de a conduce curenţi electrici datoraţi loviturilor se trăsnet (fig. 4.7). Au rolul de a limita pătrunderea în instalaţiile electrice a unor curenţi electrici de impuls datoraţi loviturilor de trăsnet. Alegerea descărcătoarelor se face conform SREN62305-1. Descărcătoarele cu rezistenţă variabilă sunt conectate între conductoarele active (inclusiv conductorul neutru – dacă există –) şi pământ.

– SPD de tipul 2 (SPD2) – cuprind limitatoare de supratensiuni amplasate în aval de dispozitivele de tipul 1. Alegerea sistemului de protecţie se face conform standardului SR HD 60364-4-443. Limitatoarele de supratensiune sunt conectate între conductoarele active (inclusiv conductorul neutru – dacă există –) şi pământ.

– SPD de tipul 3 (SPD3) sunt destinate protejării la supratensiuni a echipamentelor receptoare care sunt conectate, în general, între o fază şi conductorul neutru. Alegerea sistemului de protecţie se face conform standardelor SR HD 60364-4-443 şi SR HD 60364-5-534. Limitatoarele de supratensiune sunt conectate între conductoarele active (inclusiv conductorul neutru – dacă există –) şi pământ.

Coordonarea sistemelor de protecţie SPD montate în cascadă se va efectua de proiectant în funcţie de caracteristicile echipamentelor producătorului (care trebuie să pună la dispoziţie toate informaţiile necesare).

La clădirile fără instalaţii exterioare de protecţie la trăsnet nu se montează SPD de tipul 1 (acesta având rolul de deviere la pământ a curentului de trăsnet) .

4.4.3.4. Nivelul de protecţie al SPD de tipul 1 nu trebuie să depăşească nivelul de ţinere al echipamentelor din tipul II de ţinere la impuls, conform tabelului 4.8 (SR HD 60364-4-443).

Tabelul 4.8

Tensiuni de ţinere la impuls prescrise pentru echipamente [kV]

Tensiunea nominală a reţelei trifazate	Categoria de ţinere la impuls			
	IV	III	II	I
400 V	6,0	4,0	2,5	1,5
*) Tensiunea de ţinere se referă la izolaţie între fază şi conductorul de protecţie PE.				

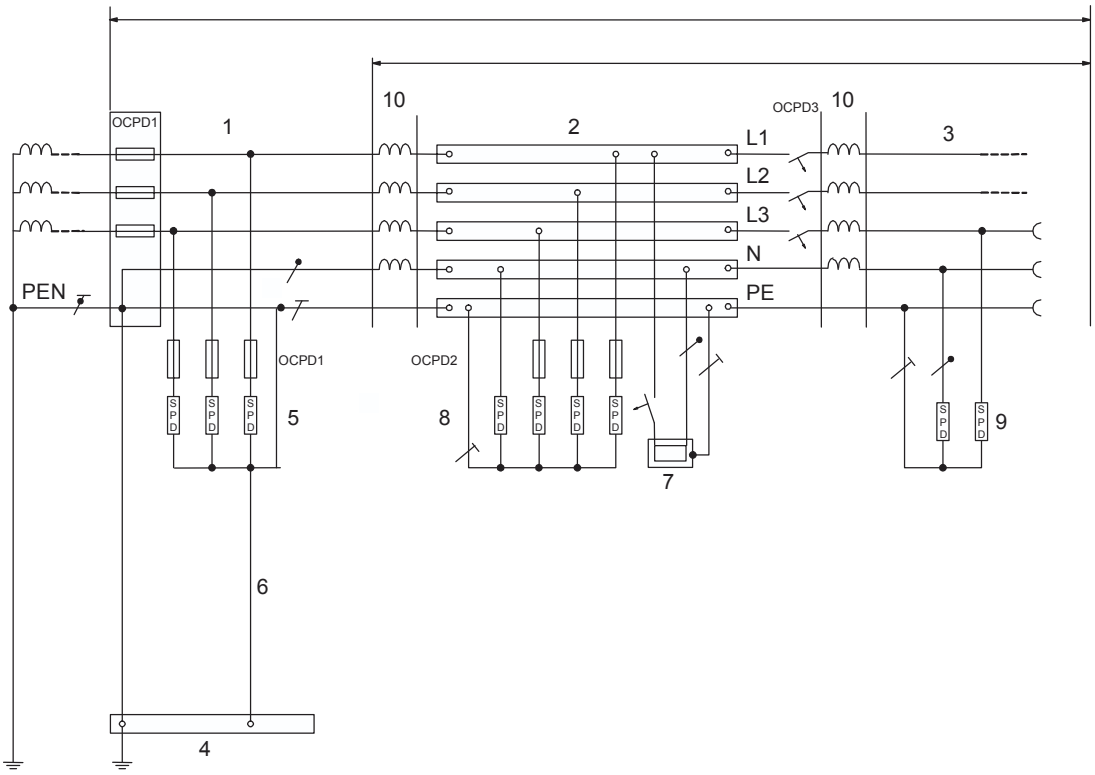


Fig. 4.7 – Instalarea SPD-urilor de tipurile 1, 2 şi 3

Legendă :

1 Origine a instalaţiei
2 Tablou de distribuţie
3 Priză de curent
4 Bornă sau bară principală de legare la pământ
5 Dispozitiv de protecţie la supratensiuni de Tip 1
6 Legarea la pământ (conductor de legare la pământ) a dispozitivului de protecţie la supratensiuni
7 Echipament fix de protejat
8 Dispozitiv de protecţie la supratensiuni de Tip 2
9 Dispozitiv de protecţie la supratensiuni de Tip 2 sau 3
10 Element de decuplare sau lungimea liniei
OCPD1, OCPD 2, OCPD 3: Dispozitive de protecţie împotriva supracurenţilor
11 Legătură externă IPT (conductor de coborâre)

NOTA: - SPD 5 (de Tip 1) pe partea furnizorului de energie electrică se alege numai cu acordul acestuia sau de către acesta ;

– SPD 5 şi 8 pot fi combinate într-un singur SPD.

4.4.4. Măsuri de protecţie fundamentale

4.4.4.1. Măsurile de protecţie fundamentale împotriva supratensiunilor includ:

• Legarea la pământ şi echipotenţializarea. Sistemul de legare la pământ conduce şi disperseaza curentul electric de trăsnet în pământ. Legătura de echipotenţializare minimizează diferenţele de potenţial şi poate reduce câmpul magnetic.

• Ecranare magnetică şi traseul liniilor. Ecranarea tridimensională atenuează câmpul magnetic, în interiorul ZPT, datorat căderii directe a trăsnetului pe structură sau lângă aceasta şi reduce supratensiunile şi/sau supracurenţii electrici din interior. Ecranarea liniilor interioare, utilizând cabluri ecranate sau canale ecranate pentru cabluri, minimizează supratensiunile şi/sau supracurenţii electrici interiori induşi. Traseul liniilor interioare poate minimiza buclele de inducţie şi reduce supratensiunile şi/sau supracurenţii electrici interiori.

• Ecranarea tridimensională, ecranarea şi traseul liniilor interioare pot fi combinate sau utilizate separat.

• Ecranarea liniilor exterioare care pătrund în structură reduce supratensiunile şi/sau supracurenţii electrici care sunt transmişi prin acestea reţelelor interioare.

• Protecţia cu SPD coordonate limitează efectele supratensiunilor/supracurenţilor electrici.

Trebuie ca legarea la pământ şi echipotenţializarea să fie întotdeauna asigurată.

O legătură echipotenţială (EB), conform recomandărilor din SR EN 62305-3, protejează numai împotriva supratensiunilor periculoase. Protecţia reţelelor interioare împotriva supratensiunilor/supracurenţilor electrici necesită o protecţie cu SPD coordonate conform acestui standard.

• Alte măsuri de protecţie împotriva supratensiunilor pot fi utilizate singure sau în combinaţie.

Măsurile de protecţie împotriva supratensiunilor trebuie să reziste la solicitările prevăzute în funcţionare în locul unde sunt instalate (de exemplu solicitărilor de temperatură, de umiditate, de atmosferă corozivă, de vibraţii, de tensiune şi de curent electric).

Alegerea celor mai indicate măsuri de protecţie împotriva supratensiunilor trebuie realizată utilizând o evaluare a riscului în conformitate cu recomandările din SR EN 62305-2 luând în considerare factori tehnici şi economici (a se vedea cap.6).

Informaţii practice privind implementarea măsurilor de protecţie împotriva supratensiunilor pentru sistemele electronice din structuri existente sunt indicate în standardul SR EN 62305-4.

4.4.4.2. Alegerea SPD se face pe baza următoarelor caracteristici:

– tensiunea maximă pentru echipament şi curentul electric maxim de funcţionare;
– nivelul de ţinere la supratensiuni temporare;
– curentul electric de impuls nominal (pentru categoriile de încercare);
– nivelul de protecţie;
– stabilitatea la scurtcircuit.

4.4.4.3. Procedura de alegere a SPD este indicată în SR CEI/TR 62066. Conectarea SPD, în funcţie de modul de legare la pământ, precum şi tensiunea de funcţionare a acestora în regim permanent trebuie făcută în conformitate cu recomandările din SR 60364-5-534.

4.4.4.4. SPD alese trebuie să fie verificate la supratensiunile temporare datorate defectelor din reţeaua electrică de joasă tensiune, în conformitate cu recomandările din SR CEI 60364-4-44.

4.4.4.5. Conectarea SPD în circuitul de protejat se face astfel încât să rezulte conductoare cât mai scurte (în mod obişnuit sub 0,5 m), având în vedere faptul că lungirea legăturii determină reducerea eficienţei sistemului de protecţie. Conductoarele de legătură la pământ a SPD trebuie să aibă o arie a secţiunii transversale de cel puţin 4 mm^2 Cu sau o arie echivalentă la utilizarea unui alt material. În cazul în care sunt utilizate SPD pentru protecţia contra supratensiunilor de trăsnet, conform categoriei IV de încercare, conductoarele de legare la pământ trebuie să aibă o arie a secţiunii transversale de minimum 16 mm^2 Cu sau o arie echivalentă la utilizarea unui alt material.

4.4.4.6. Părţile conductoare (de exemplu dulapuri, carcase, sertare) şi conductorul de legare la pământ de protecţie (PE) ale sistemelor interioare trebuie conectate la reţeaua de echipotenţializare.

4.4.4.7. Dacă se utilizează o configuraţie S (fig. 4.8), toate componentele de metal (de exemplu dulapuri, carcase, sertare) ale reţelelor interioare trebuie izolate faţă de sistemul de legare la pământ.

Configuraţia S trebuie integrată în sistemul de legare la pământ numai printr-o singură bară de echipotenţializare care acţionează ca un punct de referinţă de legare la pământ (ERP) rezultând de tip S_s. Dacă se utilizează configuraţia S toate conductoarele între echipamente trebuie să fie dispuse pe trasee paralele cu conductoarele de echipotenţializare urmărind configuraţia în stea pentru a se evita buclele de inducţie. Configuraţia S poate fi utilizată atunci când sistemele interioare sunt amplasate în zone relativ mici şi toate liniile pătrund în zonă numai printr-un singur punct.

4.4.4.8. Dacă se utilizează o configuraţie M, toate componentele din metal (de exemplu dulapuri, carcase, sertare) ale reţelelor interioare nu sunt izolate de sistemul de legare la pământ, dar trebuie integrate în acesta prin puncte de echipotenţializare multiple, rezultând un tip M. Configuraţia M este de preferat pentru sistemele interioare extinse sau pentru structuri în ansamblu, cu numeroase interconexiuni între echipamente şi unde liniile intră în structură prin mai multe puncte.

4.4.4.9. În sistemele complexe, avantajele ambelor configuraţii (configuraţia M şi S) pot fi combinate aşa cum se prezintă în figura 4.9, rezultând configuraţia 1 (S_s combinat cu M) sau configuraţia 2 (M_s combinat cu M).

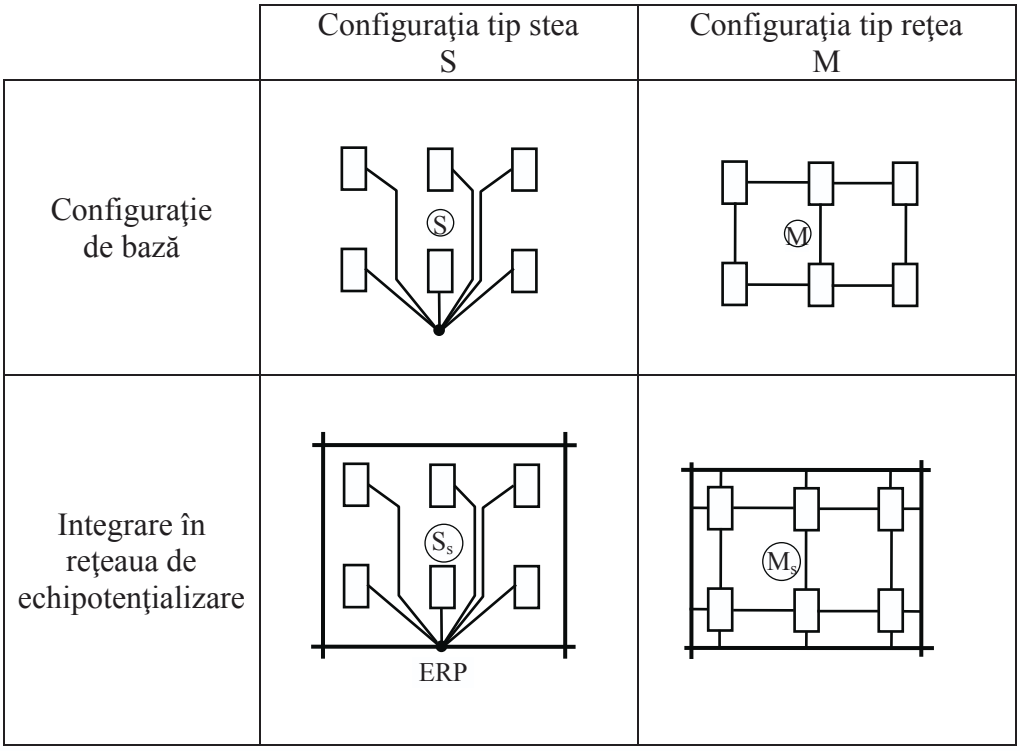
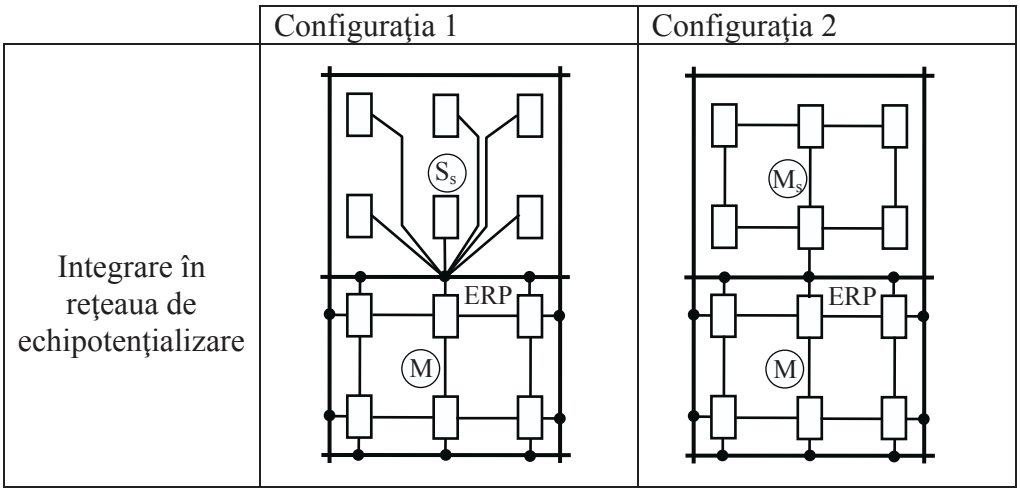


Fig. 4.8. – Integrarea echipamentelor electrice în reţeaua de echipotenţializare.

———	Reţea de echipotenţializare
———	Conductor de echipotenţializare
▭	Echipament
•	Punct de racordare la reţeaua de echipotenţializare
ERP	Punct de referinţă de legare la pământ
S	Configuraţie tip stea integrată printr-un punct de stea
M	Configuraţie tip reţea integrată printr-un ochi de reţea



Reţea de echipotenţializare
Conductor de echipotenţializare
Echipament
Punct de racordare la reţeaua de echipotenţializare
ERP Punct de referinţă de legare la pământ
S Configuraţie tip stea integrată printr-un punct de stea
M Configuraţie tip reţea integrată printr-un ochi de reţea

Fig. 4.9. – Combinaţii ale metodelor de integrare a echipamentelor electrice în reţeaua de echipotenţializare.

4.4.5. Legarea la pământ şi echipotenţializare

4.4.5.1. O legare la pământ şi o echipotenţializare corespunzătoare se bazează pe un sistem de legare la pământ care cuprinde:

– priza de pământ (care asigură dispersarea curentul electric de trăsnet în pământ);

– reţeaua de echipotenţializare (care minimizează diferenţele de potenţial şi reduce câmpul electromagnetic).

4.4.5.2. Priza de pământ a structurii trebuie să fie conformă cu subcap 5.5. În structuri în care există numai reţele electrice poate fi utilizată o dispunere de tip A a prizei la pământ, dar este de preferat o dispunere de tip B. În structuri cu sisteme electronice se recomandă o dispunere de tip B a prizei de pământ (a se vedea cap. 6).

4.4.5.3. Priza de pământ în buclă în jurul structurii sau priza de pământ în buclă, în beton, la perimetrul fundaţiei trebuie să fie integrate într-o reţea cu ochiuri sub structură (atunci când este posibil – de exemplu la halele industriale, depozite mari etc.) şi împrejurul acesteia. Aceasta îmbunătăţeşte mult performanţa prizei de pământ. Dacă armăturile din betonul fundaţiei planşeului formează o reţea interconectată bine definită şi conectată la priza de pământ, asigură aceleaşi performanţe.

4.4.5.3. O reţea de echipotenţializare, cu impedanţă mică, este necesară pentru a se evita diferenţele de potenţial periculoase între toate echipamentele din interiorul ZPT. Mai mult, o astfel de reţea de echipotenţializare reduce de asemenea şi intensitatea câmpului magnetic.

4.4.5.4. Reţeaua de echipotenţializare poate fi realizată din elemente care conţin părţi conductoare ale structurii, sau părţi ale reţelelor interioare şi prin echipotenţializarea părţilor metalice sau ale conductoarelor serviciilor de la frontiera fiecărei ZPT, în mod direct sau în mod indirect prin utilizarea de SPD corespunzătoare.

4.4.5.5. Reţeaua de echipotenţializare poate fi realizată şi ca o reţea cu ochiuri tridimensională. Aceasta necesită interconectări multiple ale componentelor din metal din interiorul şi din exteriorul

structurii (cum ar fi armătura betonului, glisierele lifturilor, macarale, acoperişuri metalice, faţade metalice, cadrele metalice ale ferestrelor şi uşilor, cadrele metalice ale planşeelor, conducte ale serviciilor şi suporturi metalice de susţinere pentru cabluri). Trebuie integrate în acelaşi mod, barele de echipotenţializare (de exemplu centuri de echipotenţializare, mai multe bare de echipotenţializare la niveluri diferite ale structurii) şi ecranele magnetice ale ZPT.

4.4.5.6. Barele de echipotenţializare trebuie să fie instalate pentru echipotenţializarea:
- tuturor serviciilor conductoare racordate la ZPT (direct sau prin intermediul de SPD corespunzătoare);
- conductorului de protecţie PE,
- elementelor metalice ale sistemelor interioare (de exemplu, dulapuri, carcase, sertare);
- ecranele metalice ale ZPT de la periferia şi din interiorul structurii.

4.4.5.7. Pentru o echipotenţializare eficientă, sunt importante următoarele reguli de instalare:
- realizarea unei reţele de echipotenţializare cu impedanţă redusă;
- barele de echipotenţializare trebuie conectate la sistemul de legare la pământ utilizând traseul cel mai scurt posibil;
- materialele şi dimensiunile barelor de echipotenţializare şi ale conductoarelor de echipotenţializare trebuie să fie conforme cu datele din subcap 5.5 (a se vedea şi SR EN 62305-3;
- pentru SPD trebuie utilizate cele mai scurte legături posibile la bara de echipotenţializare şi la conductoarele active minimizând astfel căderile de tensiune inductive;
- pe partea protejată a unui circuit (după un SPD), efectele inducţiei mutuale pot fi minimizate, fie diminuând aria suprafeţei buclei, fie utilizând cabluri ecranate sau canale de cabluri ecranate.

4.4.5.8. Echipotenţializarea la frontiera unei ZPT, definită, trebuie asigurată pentru toate părţile metalice şi serviciile (de exemplu conducte metalice, linii de alimentare cu energie electrică sau linii de comunicaţii) care penetrează frontiera ZPT.

Echipotenţializarea serviciilor care se racordează la ZPT 1 trebuie concepută împreună cu operatorii reţelelor implicate (de ex. autorităţile reţelelor electrice sau ale reţelelor de telecomunicaţii), deoarece pot exista prescripţii conflictuale.

4.4.5.9. Echipotenţializarea trebuie realizată prin bare şi/sau conductoare de echipotenţializare care se instalează cât mai aproape posibil de punctul de intrare la frontieră. Atunci când este posibil, se recomandă ca racordarea serviciilor la ZPT să se realizeze în acelaşi loc şi să fie conectate la aceeaşi bară de echipotenţializare. Dacă serviciile se racordează la ZPT prin zone diferite, fiecare serviciu trebuie să fie conectat la o bară de echipotenţializare şi aceste bare de echipotenţializare trebuie conectate împreună. Pentru acesta din urmă, se recomandă echipotenţializarea la centura de echipotenţializare (conductor în buclă).

4.4.5.10. Cabluri ecranate sau canale de cabluri ecranate interconectate, echipotenţializate la fiecare frontieră a ZPT, pot fi utilizate fie pentru interconectarea mai multor ZPT de acelaşi ordin la o ZPT apropiată, sau de extindere a unei ZPT la frontiera următoare.

4.4.5.11. Elementele de fixare trebuie dimensionate în funcţie de valorile curenţilor de trăsnet şi de factorii care influenţează divizarea curentului

4.4.6. Ecrane magnetice şi trasee pentru linii

4.4.6.1. Ecranele magnetice pot reduce câmpul electromagnetic precum şi amplitudinea supratensiunilor şi/sau supracurenţilor electrici interiori induşi. Alegerea unor trasee corespunzătoare pentru circuitele interioare poate să reducă, de asemenea, amplitudinea supratensiunilor şi/sau a supracurenţilor electrici interiori, induşi Ambele măsuri sunt eficiente privind reducerea numărului de defectări permanente al reţelelor interioare.

4.4.6.2. Ecranele tridimensionale definesc zone protejate care pot acoperi întreaga structură, o parte a acesteia, o singură încăpere sau numai carcasa unui echipament. Acestea pot fi tip grilă, sau ecrane metalice continui sau să conţină ”componente naturale” ale structurii însăşi (a se vedea recomandările din SR EN 62305-3).

4.4.6.3. Ecranele tridimensionale sunt recomandate atunci când este practic şi util să se protejeze o zonă definită a structurii decât mai multe părţi individuale ale unor echipamente. Ecranele tridimensionale ar trebui prevăzute încă din fazele iniţiale ale unui studiu preliminar pentru o structură nouă sau pentru un sistem interior nou. Retehnologizarea instalaţiilor existente poate conduce la costuri mai mari şi la dificultăţi tehnice mai mari.

4.4.6.4. Ecranarea liniilor interioare poate fi limitată la protecţia cablajului şi a echipamentului sistemelor de protejat prin: ecranele metalice ale cablurilor, canalele metalice închise ale cablurilor şi carcasele metalice ale echipamentelor sunt utilizate în acest scop.

4.4.6.5. Traseele adecvate ale liniilor interioare minimizează buclele de inducţie şi reduc producerea de supratensiuni în interiorul structurii. Aria suprafeţei unei bucle poate fi redusă printr-un traseu de cabluri adiacent la componentele naturale ale structurii care au fost legate la pământ şi/sau printr-un traseu comun pentru liniile electrice şi de comunicaţii.

4.4.6.6. Ecranarea liniilor exterioare care se racordează la structură cuprinde ecranele cablurilor, canalele metalice închise ale cablurilor şi canalele de cabluri din beton, cu armături din oţel, interconectate. Ecranarea liniilor exterioare este utilă, dar adesea este în afara responsabilităţii unui proiectant al sistemului de protecţie (deoarece proprietarul liniilor exterioare este în mod normal operatorul reţelei).

4.4.6.7. La frontiera ZPT 0_A şi ZPT 1, materialele şi dimensiunile ecranelor magnetice (de exemplu ecrane tridimensionale tip grilă, ecranele cablurilor şi carcasele echipamentelor) trebuie să fie conforme cu recomandările din SR EN 62305-3 pentru conductoarele dispozitivelor de captare şi/sau conductoarele de coborâre.

4.4.6.8. Pentru ecranele magnetice care nu sunt prevăzute pentru circulaţia curenţilor electrici de trăsnet, nu este necesară dimensionarea acestor ecrane conform recomandărilor din SR EN 62305-3:

- la frontiera zonelor ZPT 1/2 sau mai mare, cu condiţia ca distanţa de separare s între ecranele magnetice şi SPT să fie respectată (a se vedea cap.6).
- la frontiera oricărei ZPT, atunci când componenta de risc RD datorită căderii trăsnetului pe structură este neglijabilă (a se vedea cap.6).

4.4.7. Protecţia împotriva supratensiunilor de frecvenţă industrială

4.4.7.1. În mod obişnuit, supratensiunile temporare, de frecvenţă industrială, sunt determinate de întreruperea conductorului neutru.

4.4.7.2. Protecţia împotriva supratensiunilor de frecvenţă industrială se face cu releu de protecţie maximală de tensiune, conectat între fiecare fază şi conductorul neutru, setat la tensiunea de 270 V.

4.4.7.3. Timpul de declanşare al dispozitivului de protecţie trebuie să fie mai mic sau egal cu 0,2 s. Dispozitivul trebuie să conducă la deconectarea de către întreruptorul automat a secţiunii corespunzătoare a circuitului electric şi va fi plasat totdeauna în aval de întreruptorul pe care îl acţionează.

CAPITOLUL 5.
ALEGEREA ŞI MONTAREA ECHIPAMENTELOR ELECTRICE

5.1. Reguli generale

5.1.1. Condiţii de funcţionare (din SR HD 60364-5-51 şi SR HD 384.3 S2)

5.1.1.1. ***Tensiune***

Echipamentele trebuie să corespundă la valoarea maximă a tensiunii (valoarea efectivă în tensiune alternativă) la care ele sunt alimentate în regim normal, ca şi la supratensiunile susceptibile de a se produce.

Pentru anumite echipamente poate fi necesar să se ţină seama de tensiunea cea mai scăzută care poate să apară în regim normal.

În instalaţiile în care se utilizează schema IT, cu conductorul neutru distribuit, echipamentele conectate între o fază şi neutru trebuie izolate pentru tensiunea dintre faze.

5.1.1.2. ***Curent electric***

Echipamentele trebuie alese ţinând seama de curentul de utilizare (valoarea efectivă în cazul curentului alternativ) care le străbate în funcţionare normală.

Trebuie de asemenea să fie luat în considerare curentul electric susceptibil să le parcurgă în condiţii normale, ţinând seama de durata de trecere a unui astfel de curent în funcţie de caracteristicile de funcţionare ale dispozitivelor de protecţie (de exemplu curentul de scurtcircuit).

5.1.1.3. ***Frecvenţa***

Dacă frecvenţa are o influenţă asupra caracteristicilor echipamentelor, frecvenţa nominală a echipamentelor trebuie să corespundă frecvenţei tensiunii din circuitul respectiv.

5.1.1.4. ***Putere***

Echipamentele alese pe baza caracteristicilor de putere trebuie să poată fi utilizate la puterea maximă absorbită în funcţionare, ţinând seama de condiţiile nominale de funcţionare şi de factorii de utilizare.

5.1.1.5. ***Compatibilitate***

Echipamentele trebuie alese astfel încât să nu producă efecte dăunătoare asupra altor echipamente şi asupra reţelei de alimentare, în funcţionare normală, inclusiv în timpul manevrelor, în afara cazului în care se iau măsuri corespunzătoare în timpul montajului.

În acest context, printre factorii care pot avea influenţă se pot enumera: factor de putere, sarcină asimetrică, curent absorbit, armonici, supratensiuni tarnzitorii generate de echipamentele instalaţiei.

5.1.1.6. ***Ţinere la tensiunea de impuls (şoc)***

Echipamentele trebuie alese astfel încât ţinerea lor la tensiunea de impuls (şoc) să fie cel puţin egală cu supratensiunea prezumată în punctul de instalare aşa cum este definită în subcap. 4.4.

5.1.2. Influenţe externe şi condiţii de instalare

5.1.2.1. Echipamentele trebuie alese, montate şi utilizate încât să suporte în deplină siguranţă solicitările şi influenţele externe la care pot fi supuse, specifice locului unde aceste echipamente sunt instalate, conform prevederilor producătorului.

Caracteristicile echipamentelor trebuie determinate fie printr-un grad de protecţie, fie prin conformitatea cu încercările.

5.1.2.2. Atunci când un echipament nu conţine, prin construcţie, caracteristici corespunzătoare influenţelor externe ale locului (sau amplasamentului), el poate fi totuşi utilizat cu condiţia să fie prevăzut cu o protecţie suplimentară corespunzătoare la realizarea instalaţiei. Această protecţie nu trebuie să împiedice funcţionarea echipamentului astfel protejat.

5.1.2.3. Atunci când diferitele influenţe externe se produc simultan efectele lor pot fi independente sau să influenţeze mutual. Gradele de protecţie trebuie alese în consecinţă.

5.1.2.4. Alegerea caracteristicilor echipamentelor în funcţie de influenţele externe este necesară pentru funcţionarea lor corectă şi pentru garantarea fiabilităţii măsurilor de protecţie pentru asigurarea securităţii, conform reglementărilor din cap. 3 şi 4.

5.1.2.5. Clasificarea şi codificarea influenţelor externe (din SR HD 60364-5-51 şi SR HD 384. 3 S2.

5.1.2.5.1. Clasificarea şi codificarea influenţelor externe se folosesc pentru alegerea şi montarea instalaţiilor electrice.

5.1.2.5.2. Codificarea nu este destinată utilizării pentru marcarea echipamentelor.

5.1.2.5.3. Clasificarea
Fiecare condiţie de influenţă externă este determinată printr-un cod care conţine totodeauna un grup de două litere majuscule şi o cifră după cum urmează:

Prima literă se referă la categoria generală a influenţelor externe :

A – caracteristici de mediu
B – utilizări
C – caracteristici constructive ale clădirilor

A doua literă reprezintă natura influenţei externe.
Cifra reprezintă clasa fiecărei influenţe externe.

De exemplu codul AC2 înseamnă
A = caracteristică de mediu
AC = caracteristică de mediu – altitudine
AC2 = caracteristică de mediu – altitudine > 2000m

5.1.2.5.4. Influenţele externe întocmite conform recomandărilor din SR HD 384.3S2, SR HD 60364 – 5 – 51 sunt prezentate în:

- anexa 5.1. Lista de abrevieri ale influenţelor externe;
- anexa 5.2.Caracteristici ale influenţelor externe.

5.1.3. Accesibilitatea

Echipamentele, inclusiv sistemele de pozare, trebuie dispuse astfel încât să permită manevrarea, inspectarea, întreţinerea şi accesul la conexiunile lor. Aceste posibilităţi nu trebuie reduse semnificativ pentru montarea echipamentelor în carcase sau compartimente.

5.1.3.1. La montarea în zidărie, atunci când este necesar accesul la cablul electric, acesta se montează în tub de protecţie .

5.1.3.2. Culoarele de acces pentru tablourile de distribuţie sunt conform subcapitolul 5.3.3.

5.1.4. Identificarea

5.1.4.1. ***Plăcuţele indicatoare*** sau alte mijloace corespunzătoare de identificare trebuie să permită recunoaşterea destinaţiei echipamentului, în afara cazurilor când nu există nici o posibilitate de confuzie.

Dacă funcţionarea echipamentului nu poate fi observată de operator şi acesta ar putea conduce la un pericol trebuie amplasat un dispozitiv de semnalizare astfel încât să fie vizibil de la operator.

5.1.4.2. ***Sisteme de pozare***
Sistemele de pozare trebuie realizate sau marcate astfel încât să poată fi identificate pentru verificări, încercări, reparaţii sau modificări ale instalaţiei.

5.1.4.3. ***Identificarea conductoarelor***
5.1.4.3.1. Identificarea conductoarelor de protecţie şi neutru :

a) conductor de protecţie (PE); marcarea se face prin culori verde/galben şi această combinaţie nu trebuie folosită pentru nici o altă utilizare;
b) conductor (PEN) care asigură simultan funcţia de protecţie şi de conductor neutru; marcarea se face prin culori verde/galben pe toată lungimea şi suplimentar marcare cu culoarea bleu la fiecare extremitate;
c) conductor neutru (N) sau de punct median; marcarea cu culoarea bleu se face pe toată lungimea.

5.1.4.3.2. Identificarea conductoarelor de fază din cablurile multiconductoare :

a) culorile recomandate sunt maro, negru, gri. Se mai admit şi alte culori: roşu, galben, albastru, portocaliu, violet, alb, roz, turcuoaz;
b) din motive de securitate se recomandă să nu se utilizeze culoarea verde sau galben dacă există confuzia cu combinaţia bicoloră verde/galben;
c) identificarea prin numere se utilizează pentru cabluri care au mai multe de 5 conductoare; conductorul de protecţie trebuie identificat şi prin combinaţia bicoloră verde/galben la fiecare extremitate; conductorul neutru trebuie identificat prin culoarea bleu la fiecare extremitate.

5.1.4.3.3. Identificarea cablurilor cu un conductor şi a conductoarelor izolate
Conductoarele se marchează pe toată lungimea lor prin culorile recomndate la art. 5.1.4.3.1. şi 5.1.4.3.2.

Este permisă utilizarea unei singure culori pentru toate conductoarele de fază ale unui circuit, cu marcarea corespunzătoare la cele două extremităţi

Cablurile cu un singur conductor cu manta şi conductoarele izolate conform standardelor lor şi care nu au nici o izolaţie bicolară verde/galben sau bleu, de exemplu în cazul unei secţiuni mai mari de 16 mm^2, ele pot fi utilizate pentru:

a) conductor de protecţie (PE) dacă marcarea verde/galben, este prevăzută la fiecare extremitate pe cel puţin 15mm până la 100mm;
b) conductor PEN, dacă marcarea verde/galben şi o marcare bleu este prevăzută la fiecare extremitate pe cel puţin 15mm până la 100mm;
c) conductor neutru (N) dacă marcarea bleu este prevăzută la fiecare extremitate, pe cel puţin 15mm până la 100mm.

5.1.4.3.4. Situaţia în care identificarea nu este necesară

Identificarea prin culoare sau prin numerotare nu este necesară pentru:

a) conductoarele concentrice ale cablurilor;
b) mantalele metalice ale cablurilor armate utilizate drept conductoare de protecţie .

Identificarea prin culoare nu este necesară pentru cabluri care au o izolaţie care nu permite identificarea prin culoare, de exemplu cabluri cu izolaţie minerală. Pentru aceste tipuri de cabluri, conductoarele utilizate pentru conductoare de protecţie (PE, PEN) sau conductor neutru (N), trebuie identificate prin culoarea corespunzătoare conform art. 5.1.4.3.1. la fiecare extremitate.

5.1.4.4. ***Identificarea barelor şi conductoarelor neizolate*** conform prevederilor reglementărilor tehnice specifice referitoare la proiectarea şi executarea instalaţiilor de conexiuni şi distribuţie cu tensiuni până la 1000V tensiune alternativă în unităţile energetice

a) sistemele de bare de tensiune alternativă:
   - roşu, pentru faza L_1;

- galben, pentru faza L_2;
- albastru, pentru faza L_3;
- negru pentru bara PEN sau PE ;
- negru cu dungi albe pentru bara N .

b) sistemele de bare de tensiune continuă:
- roşu, bara pozitivă (+);
- albastru, bara negativă (-);
- cenuşiu deschis, bara mediană (0).

c) la conductoarele neizolate, marcarea se face la capete.

5.1.4.5. Trebuie menţinută aceeaşi culoare de marcare pentru conductoarele electrice ce aparţin aceleiaşi faze, cel puţin pentru toate circuitele electrice ale aceluiaşi tablou de distribuţie.

5.1.4.6. Schemele, diagramele sau tabelele se recomandă să se întocmească conform SR EN 61346 –1 şi SR EN 61082-1, încât să indice, cel puţin :

a) tipul şi componenţa circuitelor :
- puncte de utilizare deservite ;
- tipul şi secţiunea conductoarelor;
- tipul sistemelor de pozare;
- lungimea circuitelor;
- curentul electric nominal şi reglajul dispozitivelor de protecţie;
- curenţii electrici de scurtcircuit prezumaţi şi puterea de rupere a dispozitivelor de protecţie .

b) caracteristicile necesare identificării dispozitivelor care asigură funcţiile de protecţie, de secţionare şi de comandă şi amplasarea lor;

c) datele susmenţionate ce trebuie să fie furnizate pentru fiecare circuit al instalaţiei şi să fie actualizate după fiecare modificare a instalaţiei;

d) simbolurile utilizate care se recomandă să fie alese din standardul CEI 60617 DB .

5.1.5. Independenţa echipamentelor

5.1.5.1. Echipamentele trebuie alese şi montate astfel încât să fie împiedicată influenţa dăunătoare între instalaţiile electrice şi instalaţiile neelectrice.

Echipamentele care nu sunt prevăzute cu o placă pe partea din spate nu trebuie instalate pe peretele unei construcţii decât dacă sunt îndeplinitre următoarele prescripţii:
- orice transfer de potenţial la peretele clădirii este împiedicat ;
- este prevăzută o separare împotriva focului între echipament şi suprafaţa combustibilă a peretelui .

Dacă peretele clădirii este incombustibil nu sunt necesare măsuri suplimentare. În caz contrar, aceste prescripţii pot fi îndeplinite prin una din următoarele măsuri:
- dacă suprafaţa de montare este metalică ea trebuie legată la conductorul de protecţie (PE) sau la conductorul de echipotenţializare a instalaţiei ;
- dacă suprafaţa de montare este combustibilă, echipamentul trebuie separat printr-un strat intermediar de material incombustibil conf. art. 3.0.3.8.

5.1.5.2. Atunci când echipamentele parcurse de curenţi electrici de tipuri sau de tensiuni diferite sunt grupate în acelaşi ansamblu (tablou, dulap, pupitru de comandă, cutie de acţionare etc), toate echipamentele funcţionând cu acelaşi tip de curent sau la aceeaşi tensiune trebuie separate efectiv pentru evitarea oricărei influenţe mutuale dăunătoare.

5.1.6. Montarea instalaţiilor electrice

5.1.6.1. Pentru realizarea instalţiilor electrice sunt esenţiale:
- o execuţie corectă de către personal calificat ;
- utilizarea echipamentelor corespunzătoare .

5.1.6.2. Caracteristicile echipamentelor electrice nu trebuie compromise în timpul montajului.

5.1.6.3. Echipamentele trebuie să fie identificate conform cu 5.1.4.

5.1.6.4. Conexiunile conductoarelor între ele şi cu alte echipamente electrice trebuie făcute astfel încât să fie asigurată siguranţa şi fiabilitatea contactului.

5.1.6.5. Echipamentele electrice trebuie instalate conform recomandărilor producătorului astfel încât să asigure condiţiile de răcire prevăzute.

5.1.6.6. Echipamentele electrice care pot produce temperaturi ridicate sau arc electric trebuie amplasate sau protejate astfel încât să se elimine total riscul de aprindere a echipamentelor inflamabile. Toate părţile externe ale echipamentelor electrice a căror temperatură poate produce vătămări persoanelor trebuie amplasate sau protejate încât să se prevină orice contact accidental.

5.1.6.7. Alegerea gradului de protecţie al echipamentelor, inclusiv a racordurilor acestora, în funcţie de categoria de influenţe externe în care se încadrează încăperea sau spaţiul respectiv, se va face pe baza prevederilor generale din anexa 5.2, standardul SR EN 60529 (grade de protecţie asigurate prin carcase cod IP)şi standardul SR EN 62262 (grade de protecţie asigurate prin carcasele echipamentelor electrice împotriva impacturilor mecanice de exterior cod IK) anexele 5.3. şi 5.4.

5.1.6.8. În încăperi cu risc mare de incendiu (categoria BE2) se vor respecta şi prevederile din subcap. 4.2.

5.1.6.9. În încăperi din clasa AA5 şi clasa AA6 (anexa 5.2) se vor utiliza echipamente în execuţie rezistentă la temperaturile respective sau se vor prevedea măsuri suplimentare de răcire (de ex. ventilaţie forţată etc).

5.1.6.10. În încăperi din clasa AD3, AD4, AF2b, AF3 şi AF4 în exterior şi în zona litoralului AF2a, se utilizează echipamente în execuţie rezistentă la coroziune, în funcţie de natura agenţilor corozivi.

Se admite şi utilizarea de echipamente în execuţie normală cu condiţia luării de măsuri la montarea lor prin care să li se asigure protecţia împotriva agenţilor corozivi (de ex. acoperirea cu vopsea rezistentă la agenţii corozivi respectivi, capsulări) şi care să nu afecteze buna lor funcţionare.

5.1.6.11. Echipamentele electrice nu trebuie amplasate în locuri în care ar putea fi expuse la apă, ulei, substanţe corozive, căldură, vapori sau şocuri mecanice, dacă această amplasare poate fi evitată prin montare la distanţă.

În cazurile în care nu se poate evita amplasarea în poziţii expuse, trebuie luate măsuri corespunzătoare de protecţie (grade de protecţie corespunzătoare, protecţii anticorozive, capsulări etc).

5.1.6.12. Echipamentele electrice care conţin mai mult de 60 litri de lichid combustibil pe unitatea de echipament şi care în timpul funcţionării produc fum, gaze toxice etc. (de ex. grupuri electrogene) trebuie instalate în condiţiile prevăzute în normele specifice, respectându-se şi condiţiile din normele referitoare la securitatea de incendiu.

5.1.6.13. Se admite montarea în contact direct cu elementele de construcţie din materiale combustibile, a echipamentelor electrice, dacă sunt protejate în carcase metalice cu grad de protecţie minim IP54 sau sunt omologate pentru a fi montate pe elemente combustibile.

5.1.6.14. Trebuie evitată amplasarea încăperilor din clasa BA5 destinate echipamente electrice lângă încăperi din categoriile BE2, BE3a şi BE3b.

În cazul în care această condiţie nu poate fi respectată, trebuie să se ia măsuri constructive de protecţie conform prevederilor din reglementărilor specifice referitoare la securitatea la incendiu a construcţiilor şi NP-099-04.

5.1.6.15. Se interzice traversarea încăperilor din clasa BA5, destinate echipamentelor electrice, cu conducte pentru fluide de orice natură, cu excepţia conductelor de încălzire sau ventilare aferente încăperilor respective, cu condiţia ca acestea să nu conţină flanşe, ventile etc.

5.1.7. Materiale

5.1.7.1. În instalaţiile electrice ale construcţiilor se utilizează, conductoare izolate şi neizolate din cupru sau aluminiu, cabluri cu conductoare din cupru sau aluminiu şi conductoare neizolate rigide (bare), din cupru, aluminiu sau oţel.

5.1.7.2. În mod special se prevăd conductoare din cupru în următoarele situaţii:

a) la circuitele electrice pentru alimentarea receptoarelor de importanţă deosebită (de exemplu: receptoarele din blocul operator, din încăperi pentru reanimare din încăperile pentru servicii de urgenţă din clădiri de spitale şi similare, circuitele iluminatului de siguranţă (alimentate de la o sursă centrală) sisteme şi instalaţii de prevenire şi stingere a incendiilor etc., atunci când secţiunea conductoarelor din aluminiu ar rezulta mai mică de 10 mm^2;
b) în încăperi, zone sau spaţii din exterior, cu mediu coroziv, în cazurile în care stabilitatea chimică a aluminiului sau a oţelului nu este corespunzătoare, dacă instalaţiile nu se pot executa cu acoperiri de protecţie sau carcasări etanşe la agenţii corozivi respectivi ;
c) la instalaţiile electrice de pe echipamentele supuse vibraţiilor permanente sau şocurilor mecanice (de exemplu: pe cablajele laminoarelor, pe vibratoare, macarale, poduri rulante etc) dacă aceste solicitări pot fi transmise instalaţiilor respective;
d) la conductoarele de protecţie împotriva şocurilor electrice în cazurile prevăzute la subcap. 5.5.;
e) la circuitele electrice de comandă, automatizare, măsurare şi semnalizare;
f) la circuitele electrice pentru alimentarea echipamentelor care nu au borne speciale de racord pentru conductoare de aluminiu conform art. 5.2.6.8. (prize de utilizare generală, întreruptoare de lumină etc).

5.2. Sisteme de pozare, alegerea secţiunii conductoarelor*)

*) Prin „secţiunea conductoarelor” se înţelege aria transversală a conductorului metalic neizolat

Reguli generale

Prevederile din acest subcapitol sunt conform cu recomandările din SR HD 384.5.52.S1 .
Alegerea sistemelor de pozare şi a metodelor de instalare depind de:

- natura locurilor de amplasare;
- natura pereţilor sau a altor părţi ale clădirii pe care se face pozarea;
- accesibilitatea la sistemul de pozare a persoanelor şi animalelor domestice;
- tensiune;
- solicitările electromecanice care se pot produce în caz de scurtcircuit;
- alte solicitări (de exemplu: mecanice, termice şi asociate cu incendiu, etc) la care pot fi supuse pozările în funcţionare.

5.2.1. Tipuri de sisteme de pozare

5.2.1.1. Sistemele de pozare în funcţie de tipurile de conductoare sau de cabluri se aleg din tabelul 5.1, cu condiţia ca influenţele externe să fie conform subcap. 5.2.2.

5.2.1.2. Sistemele de pozare în funcţie de situaţiile de amplasare trebuie să fie în conformitate cu tabelul 5.2

Sunt permise şi alte metode de pozare nedefinite în tabelul 5.2. dacă satisfac prescripţiile acestui capitol.

5.2.1.3. Exemple de sisteme de pozare sunt prezentate în anexele 5.5. şi 5.6.

Alte tipuri de sisteme de pozare, necuprinse în acest capitol, pot fi utilizate cu condiţia satisfacerii prescripţiilor generale ale acestui capitol.

5.2.1.4. Sisteme de bare prefabricate

Sistemele de bare prefabricate trebuie să fie confecţionate conform recomandărilor din SR EN 60439-2 şi trebuie montate conform instrucţiunilor producătorului:

Instalarea lor trebuie să satisfacă prescripţiile din 5.2.2 (cu excepţia 5.2.2.1.1., 5.2.2.3.3.), 5.2.5, 5.2.6, 5.2.7 şi 5.2.8.

5.2.1.5. Circuite de tensiune alternativă

Conductoarele şi cablurile monoconductoare ale circuitelor de tensiune alternativă instalate în carcase din materiale feromagnetice trebuie instalate în aşa fel încât toate conductoarele fiecărui circuit să se găsească în aceeaşi carcasă.

Dacă această condiţie nu este îndeplinită, se pot produce supraîncălziri şi căderi de tensiune excesive, datorate fenomenelor de inducţie.

Tabelul 5.1

Alegerea sistemelor de pozare în funcţie de tipurile de conductoare sau cabluri

Conductoare şi cabluri		Mod de pozare							
		Fără fixare	Fixare directă	Tuburi	Jgheaburi (inclusiv plinte si profile la nivelul solului)	Tuburi profilate	Paturi de cabluri tip scară, table,console	Pe izolatoare	Pe fir purtator
Conductoare neizolate		-	-	-	-	-	-	+	-
Conductoare izolate		-	-	+	+ *	+	-	+	-
Cabluri în manta (inclusiv cabluri armate şi conductoare cu izolaţie minerală)	Multiconductor	+	+	+	+	+	+	0	+
	Cu un conductor	0	+	+	+	+	+	0	+

\+ Admis

\- Neadmis

0 Neaplicabil sau neutilizat în practică

* Conductoarele izolate sunt admise în cazul în care capacul poate fi înlăturat numai cu ajutorul unei scule sau numai depunând un efort important cu mâna şi jgheabul are un grad de protecţie IP 4X sau IP XX D

5.2.1.6. Pozarea în sisteme de tuburi de protecţie şi paturi de cabluri

5.2.1.6.1. Sisteme de tuburi de protecţie

Sistemele de tuburi de proteţie care includ tuburi de protecţie şi fitinguri se utilizează pentru protecţia şi pozarea conductoarelor şi/sau cablurilor din instalaţiile electrice.

Sistemele de tuburi de protecţie prefabricate, conform recomandărilor din standardele SR EN 61386 – 1, SR EN 61386-22, SR EN 61386-23 şi SR EN 50086 – 2 – 4, asigură protecţia fiabilă pentru utilizatori şi spaţiile învecinate.

Caracteristicile generale inclusiv marcarea tuburilor de protecţie şi fitingurilor, conform standardelor susmenţionate sunt prezentate în anexa 5.7.

TABELUL 5.2
Montarea sistemelor de pozare în funcţie de situaţia de amplasare

Conductoare si cabluri		Mod de pozare conform anexei 5.6.							
		Fără fixare	Fixare directă	Tuburi	Jgheaburi	Tuburi profilate	Paturi de cabluri tip scară, table,console	Pe izolatoare	Pe fir purtator
În goluri ale construcţiei	accesibile	40	33	41;42	6;7;8; 9;12;13;14	43;44	30;31;32; 33;34	-	0
	neaccesibile	40	0	41;42	0	43	0	-	-
În canale pentru cabluri		56	56	54;55	0		30;31; 32; 34	-	-
Îngropat în pământ		72;73	0	70;71	-	70;71	0	-	-
Încastrat în structură		57;58	3	1;2;5 9;60	50;51 ;52;5 3	46;45	0	-	-
Aparent		-	20;21;2 2;23;33	4;5	6;7;8;9 ;12;13; 14	6;7;8;9	30;31; 32;34	36	-
Aerian		-	33	0	10;11	10;11	30;31; 32; 34	36	35
Tocul ferestrelor		16		16					
Tocul uşilor		15		15					
Imersat				0					

Numărul din căsuţă indică numărul de referinţă şi modul de pozare din anexa 5.6. :

- neadmis ;

0 neaplicabil sau neutilizat în practică.

5.2.1.6.2. Sisteme de jgheaburi (SJ) şi tuburi profilate (STP)

Sisteme de jgheaburi (SJ) şi de tuburi profilate (STP) pentru instalaţii electrice se utilizează pentru protecţia şi pozarea conductoarelor izolate, cablurilor, cordoanelor flexibile, aparate (întreruptoare, prize, etc) şi dacă este cazul pentru separarea lor.

Sistemele (SJ) şi (STP) se pot poza orizontal sau vertical pe pereţi, suspendate de tavan, încastrate în pereţi şi plafon, încastrate pe sol şi sub formă de coloană între planşeu şi tavan etc.

Sistemele (SJ) şi (STP), fabricate conform cu recomandările din standardul SR EN 50085-1 asigură protecţia fiabilă pentru utilizatori şi spaţiile învecinate.
Caracteristicile generale, inclusiv marcarea sistemelor (SJ) şi (STP), conform standardului SR EN 50085-1 sunt prezentate în anexa 5.8.

5.2.1.6.3. Sisteme de suporturi tip scară
Sistemele trasee de cabluri şi sistemele scară de cabluri pentru poziţionarea cablurilor sunt prezentate în anexa 5.9.

5.2.2. Alegerea şi montarea în funcţie de influenţele externe
Influenţele externe la care pot fi expuse sistemele de pozare sunt următoarele:
- temperatura ambiantă ;
- surse externe de căldură ;
- prezenţa apei ;
- prezenţa corpurilor solide străine ;
- prezenţa substanţelor corozive sau poluante ;
- şocuri mecanice ;
- vibraţii ;
- alte solicitări mecanice ;
- prezenţa florei sau mucegaiului ;
- prezenţa faunei ;
- radiaţii solare ;
- efecte seismice ;
- vânt ;
- structura clădirilor .

5.2.2.1. Temperatura ambiantă (AA)
5.2.2.1.1. Sistemele de pozare trebuie alese şi montate astfel încât să corespundă celei mai înalte sau celei mai scăzute temperaturi ambiante locale astfel ca temperatura limită indicată în tabelul 5.3. să nu fie depăşită.

5.2.2.1.2. Componentele sistemelor de pozare, inclusiv cablurile şi accesoriile lor, se instalează şi manipulează numai în limitele de temperatură stabilite în normele de produs corespunzătoare sau indicate de producători.

5.2.2.1.3. Atunci cînd cablurile prezintă caracteristici diferite de temperatură şi sunt dispuse în acelaşi sistem de pozare, acesta se alege pentru condiţiile cele mai severe.

Tabelul 5.3.
Temperaturi maximale în funcţionare conform tipurilor de izolaţie

Tip de izolaţie	**Temperatura limită [^{0}C]**
Policlorulă de vinil (PVC)	Conductor : 70
Polietilenă reticulară (XLPE)	Conductor : 90
Minerală (cu manta de PVC sau neizolat şi accesibil)	Manta : 70
Nota 1 – Dacă un conductor funcţionează la o temperatură mai mare de 70^{0}C, trebuie să existe asigurarea că echipamentele conectate la acest conductor sunt indicate pentru temperatura care rezultă la conexiune Nota 2 – Pentru anumite tipuri de izolaţii, pot fi admise temperaturi de funcţionare mai ridicate funcţie de natura cablului, terminaţiile sale, condiţiile de mediu şi alte influenţe externe	

5.2.2.2 Surse externe de căldură

5.2.2.2.1. Pentru a evita efectele căldurii emise de surse externe, una sau mai multe din următoarele metode sau o altă metodă la fel de eficientă trebuie utilizată pentru protejarea sistemelor de pozare:

- ecrane de protecţie;
- amplasarea la distanţă de sursele de căldură, indicată în tabelele 3.1 şi 3.2 ;
- alegerea unui sistem ţinând seama de încălzirea suplimentară care poate apare;
- întărirea locală a izolaţiei sau înlocuirea materialului izolant.

5.2.2.2.2. Căldura emisă de sursele exterioare poate fi transmisă prin radiaţie, convecţie sau prin conducţie şi poate proveni:

- de la reţelele de distribuţie apă caldă;
- de la utilaje şi corpuri de iluminat;
- din procesul de fabricaţie;
- prin materiale termoconductoare;
- de la căldura solară sau a mediului înconjurător.

5.2.2.3. Prezenţa apei (AB şi AD)

5.2.2.3.1. Sistemele de pozare trebuie alese şi montate astfel încât să nu permită acumularea apei sau să asigure, după instalare, gradul de protecţie IP corespunzător amplasamentului considerat.

5.2.2.3.2. Învelişul izolant al cablurilor pentru instalaţii fixe este considerat, atunci când nu este deteriorat, ca protecţie împotriva pătrunderii umezelii.
Cablurile ce se montează în spaţii umede frecvent (de exemplu spălătorii auto etc.) se aleg conform SR HD 21.13 S1.
Cablurile ce alimentează receptoare submersibile (de exemplu pompe, corpuri de iluminat etc.) se aleg conform SR HD 21.16 S1 .

5.2.2.3.3. Acolo unde se poate acumula apă sau condens pe sistemele de pozare trebuie luate măsuri de evacuare.

5.2.2.4. Prezenţa corpurilor solide străine (AZ)

5.2.2.4.1. Sistemele de pozare trebuie alese şi montate astfel încât să limiteze pericolele ce provin de la pătrunderea de corpuri solide străine. Sistemele de protecţie trebuie să asigure după montaj gradul de protecţie IP corespunzător amplasamentului considerat.

5.2.2.4.2. În amplasamentele unde sunt prezente cantităţi mari de praf (mediu BE2) trebuie luate măsuri suplimentare pentru împiedicarea acumulării prafului sau altor substanţe în cantităţi ce ar putea afecta disiparea căldurii de la sistemul de pozare. Este necesar un mod de pozare ce facilitează îndepărtarea prafului (subcap. 5.2.9) .Pentru prafuri combustibile trebuie să se respecte prevederile din subcap. 4.2.

5.2.2.5. Prezenţa substanţelor corozive sau poluante (AF)

5.2.2.5.1. Acolo unde prezenţa substanţelor corozive sau poluante, inclusiv apa, poate provoca coroziuni sau degradări, părţile sistemelor de pozare ce sunt afectate trebuie protejate corespunzător sau executate dintr-un material rezistent la aceste substanţe, cum ar fi : benzi protectoare, vopsele sau unsori.

5.2.2.5.2. Nu trebuie puse în contact unul cu altul metale diferite ce pot iniţia o acţiune electrolitică, decât dacă sunt luate măsuri speciale pentru evitarea consecinţelor acestor contacte.

5.2.2.5.3. Materialele ce pot provoca deteriorări reciproce sau individuale sau degradări periculoase nu trebuie puse în contact.

5.2.2.6. Şocuri mecanice (AG)
5.2.2.6.1. Sistemele de pozare trebuie alese şi montate astfel încât să se limiteze pagubele provenite din solicitările mecanice, ca şocuri, penetrări sau compresiuni în timpul montajului, utilizării şi întreţinerii.

5.2.2.6.2. În instalaţiile fixe în care se pot produce şocuri mecanice medii sau mari (conform anexei 5.2), protecţia trebuie asigurată printr-unul din următoarele mijloace:
- caracteristicile mecanice ale sistemelor de pozare;
- amplasamentul ales;
- prevederea unei protecţii mecanice suplimentare, locale sau generale sau
- prin combinarea acestora.

5.2.2.7. Vibraţii (AH)
Sistemele de pozare sprijinite sau fixate pe structuri sau echipamentele supuse vibraţiilor medii sau mari (conform anexei 5.2) trebuie să corespundă acestor condiţii, în special cablurile şi conexiunile lor. Trebuie acordată o atenţie specială conexiunilor echipamentelor vibratoare. Pot fi adoptate măsuri locale, cum ar fi utilizare de cabluri flexibile.

5.2.2.8. Alte solicitări mecanice
5.2.2.8.1. Sistemele de pozare trebuie alese şi montate astfel încât să împiedice, în timpul montajului, utilizării sau întreţinerii, orice distrugere a mantalei şi a izolaţiei conductoarelor izolate, a cablurilor şi a capetelor acestora.

5.2.2.8.2. Tuburile şi canalele pentru cabluri încastrate în pereţi trebuie montate integral pentru fiecare circuit înaintea tragerii conductoarelor sau cablurilor.

5.2.2.8.3. Raza de curbură a unui sistem de pozare trebuie să fie astfel încât să nu cauzeze deteriorări conductoarelor şi cablurilor. Este necesar să se respecte prevederile producătorului.

5.2.2.8.4. Sistemele de pozare fixate rigid şi înglobate în pereţi trebuie să fie orizontale sau verticale, sau paralele cu muchiile pereţilor, cu excepţia sistemelor de pozare înglobate în plafoane sau planşee care pot urma cel mai scurt traseu.

5.2.2.8.5. Cablurile flexibile trebuie instalate astfel încât să se evite eforturile excesive de tracţiune asupra conductoarelor şi conexiunilor.

5.2.2.8.6. Suporturile pentru cabluri şi carcasele nu trebuie să prezinte muchii ascuţite.

5.2.2.8.7. Acolo unde conductoarele şi cablurile nu sunt susţinute pe toată lungimea lor de suporţi sau prin modul de pozare, ele trebuie susţinute prin mijloace adecvate la intervale indicate de producător. În lipsa acestora se vor respecta recomandările din NTE 007 / 08 / 00 .

5.2.2.8.8. Acolo unde sistemele de pozare sunt supuse unei întinderi permanente (de exemplu de către propria greutate pe traseu vertical) trebuie ales un tip adecvat de cablu sau conductor, cu o secţiune şi un mod de pozare potrivit, astfel încât să se evite orice deteriorare a cablurilor şi suporţilor acestora.

5.2.2.9. Prezenţa florei sau mucegaiului (AK)
Acolo unde există riscul prezenţei florei sau mucegaiului, sistemele de pozare trebuie alese astfel încât să prevină formarea acestor sau să asigure îndepărtarea lor.

5.2.2.10. Prezenţa faunei (AL)
Acolo unde condiţiile cunoscute sau preconizate constituie un risc, sistemele de pozare trebuie alese corespunzător influenţelor externe AL2 sau trebuie luate măsuri speciale de protecţie, cum ar fi:
- caracteristici mecanice adecvate pentru sistemele de pozare;
- alegerea amplasamentului;

- prevederea unei protecţii mecanice suplimentare, locale sau generale sau
- orice combinaţie a acestor măsuri.

5.2.2.11. Radiaţii solare (AN)
Acolo unde se ştie că există, sau se presupune că pot exista, radiaţii solare, trebuie ales şi montat un sistem de pozare adecvat, sau trebuie să se prevadă un ecran corespunzător, conform prevederilor din 5.2.2.2.1.

5.2.2.12. Efecte seismice (AP)
5.2.2.12.1. Sistemele de pozare trebuie alese şi montate ţinând seama de condiţiile seismice din locul de instalare.

5.2.2.12.2. Acolo unde se cunoaşte că riscurile seismice sunt importante (conform prevederilor reglementărilor specifice referitoare la proiectarea antiseismică a construcţiilor) o atenţie specială se va acorda:

- fixării sistemelor de pozare de structura clădirii ;
- conexiunile dintre sistemele de pozare fixe şi toate echipamentele esenţiale, cum sunt cele pentru serviciile de securitate, care trebuie alese avându-se în vedere calităţile lor elastice.

5.2.2.13. Vânt (AR)
A se vedea paragrafele 5.2.2.7 şi 5.2.2.8.

5.2.2.14. Structura clădirilor (CB)
5.2.2.14.1. Atunci când structura clădirilor prezintă riscuri de mişcare, suporturile pentru cabluri şi sistemele de protecţie trebuie să permită o deplasare relativă astfel încât conductoarele şi cablurile să nu fie supuse la solicitări mecanice excesive.

5.2.2.14.2. În structurile flexibile sau instabile, trebuie folosite sisteme de pozare flexibile, conform cu 5.2.2.7., 5.2.2.8. şi 5.2.2.12 .

5.2.3. Curenţi admisibili în sisteme de pozare
5.2.3.0. Prescripţii generale

5.2.3.0.1. Prescripţiile din acest capitol sunt destinate să determine curenţii admisibili în sistemele de pozare specifice pentru clădiri, în scopul asigurării unei durate de viaţă satisfăcătoare pentru conductoarele şi izolaţiile supuse efectelor termice ale curenţilor admisibili pe perioade prelungite în funcţionare normală.

5.2.3.0.2. Alegerea secţiunii conductoarelor şi cablurilor în funcţie de curentul maxim admisibil pentru anumite condiţii de pozare se face în conformitate cu prescripţiile producătorului. În situaţia în care nu se dispune de prescripţiile producătorului, valorile curenţilor admisibili pot fi determinate conform metodelor descrise în SR CEI 60287, sau se poate proceda astfel :

a) utilizând recomandările din standardul SR HD 384.5.523 S2 pentru curenţii admisibili în sistemele de pozare în clădiri, pentru conductoare izolate şi cabluri (fără armătură şi armate multifilare), cu tensiunea nominală mai mică de 1kV în tensiune alternativă sau 1,5 kV în tensiune continuă, conform subcap. 5.2.3.1. şi anexele 5.10 – 5.17 ;

Pentru cablurile armate monofilare pozate în clădiri, curentul maxim admisibil se stabileşte conform cu recomandările din SR CEI 60287

b) utilizând datele din normativul NTE007/08/00 pentru curenţii admisibili în sistemele de pozare pentru cabluri îngropate direct sau în tuburi în pământ, conform subcap. 5.2.3.2 şi anexa 5.22.

5.2.3.0.4. Temperatura ambiantă

5.2.3.0.4.1. Valoarea temperaturii ambiante utilizată este temperatura mediului înconjurător atunci când conductoarele cablurilor izolate nu sunt în sarcină.

5.2.3.0.4.2. Valoarile curenţilor admisibili din tabelele din această secţiune, sunt date în funcţie de temperatura de referinţă a mediului ambiant :

- pentru conductoare izolate şi cabluri în aer, oricare ar fi modul de pozare…..30°C ;
- pentru cabluri îngropate direct în pământ sau în tuburi îngropate……. 20°C.

Dacă temperatura ambiantă a amplasamentului conductoarelor sau cablurilor este diferită de temperatura ambiantă de referinţă, pentru stabilirea curentului maxim admisibil trebuie aplicaţi factori de corecţie corespunzători din anexa 5.18 şi 5.23 .

5.2.3.0.5. Grupări de mai multe circuite

Factorii de corecţie pentru curenţii maxim admisibili sunt aplicabili grupărilor de circuite care au aceeaşi temperatură maximă de funcţionare.

Pentru grupările care au cabluri sau conductoare izolate care prezintă temperatură maximă şi funcţionări diferite, curenţi admisibili ai tuturor cablurilor sau conductoarelor izolate ale grupării trebuie să se bazeze pe cea mai scăzută temperatură de funcţionare a unui cablu din grupare cu factorul de corecţie corespunzător (anexele 5.19 – 5.21 şi anexele 5.24 – 5.28).

Dacă, pentru condiţii cunoscute de funcţionare, un cablu sau un conductor izolat este susceptibil să transporte un curent mai mic de 30% din curentul nominal, acest cablu sau conductor poate fi omis la stabilirea factorului de corecţie pentru toată gruparea.

5.2.3.0.6. Grupări constituite din cabluri de dimensiuni diferite.

Grupările constituite din cabluri de dimensiuni diferite pot fi asimilate cu o grupare de referinţă dacă :

- toate cablurile au aceeaşi temperatură maximă admisibilă şi
- secţiunile acestora nu diferă cu mai mult de trei valori standardizate (dacă secţiunile cablurilor diferă cu mai mult de trei valori standardizate acestea se distanţează la cel puţin 2d – unde d este diametrul cel mai mare).

5.2.3.0.7. Numărul de conductoare încărcate

5.2.3.0.7.1. Numărul de conductoare considerate într-un circuit este cel al conductoarelor parcurse efectiv de curent.

Atunci când într-un circuit polifazat curenţii sunt presupuşi aceeaşi pe faze, nu este necesar să se ia în considerare conductorul neutru asociat pentru stabilirea curentului maxim admisibil .

5.2.3.0.7.2. Consideraţiile de mai sus nu se aplică în cazul prezenţei armonicii 3 sau multiplu de 3 mai mare de 15% (a se vedea 5.2.3.0.7.3.).

5.2.3.0.7.3. Dacă ponderea armonicilor de rangul 3 sau multiplu de 3 din curentul electric depăşeşte 15%, conductorul neutru nu trebuie să prezinte o secţiune mai mică decât cea a conductoarelor de fază.

Factorii de corecţie în funcţie de ponderea curenţilor electrici armonici sunt prezentaţi în anexa 5.29.

În subcap. 5.2.4.6 se tratează determinarea secţiunii conductorului neutru.

5.2.3.0.7.4. Conductoarele utilizate numai pentru conductoare de protecţie (PE) nu sunt luate în considerare la stabilirea curentului maxim admisibil .

5.2.3.0.8. Variaţii ale condiţiilor unei instalaţii pe un traseu

Dacă condiţiile de disipare a căldurii variază pe o parte a traseului, curenţii admisibili trebuie determinaţi pentru partea traseului care prezintă condiţiile cele mai defavorabile.

În cazurile în care sunt numai condiţii de răcire diferite, se admite ca dimensionarea să se facă după condiţiile de răcire ale traseului cel mai lung, când zona cu temperaturi ridicate reprezintă cel mult 10 m, dar nu mai mult de 20% din lungimea totală a cablului.

5.2.3.1. Sisteme de pozare în aer
Modurile de pozare de referinţă sunt prezentate în anexele 5.5 şi 5.6.

5.2.3.1.1. În modurile de pozare A1 şi A2, tubul poate fi metalic sau din material plastic montat intr-un perete cu izolaţie termică .

5.2.3.1.2. În modurile de pozare B1 şi B2, tubul poate fi metalic sau din material plastic, fixat pe perete la distanţă mai mică de 0,3 ori diametrul tubului sau montat în perete.

5.2.3.1.3. În modul de pozare C, cablu este fixat pe perete sau montat în perete .
Termenul de "perete" cuprinde montarea în perete de cărămidă, beton, ghips sau similar (altele decât materiale pentru izolare termică).

5.2.3.1.4. În modul de pozare D, cablul poate fi montat în pământ cu sau fără protecţie suplimentară .

5.2.3.1.5. În modurile de pozare E, F şi G, distanţa liberă între cablu şi orice suprafaţă este mai mare de 0,3 din diametrul exterior al cablului.

5.2.3.1.6. Alte metode de pozare (anexa 5.6.)
- cablu sub plafon, similar cu modul de pozare C
- cablu pe un planşeu sau pe tavă neperforată similar cu modul de pozare C
- cablu pe tavă perforată similar cu modul de pozare E sau F. Tava perforată trebuie să aibă găuri a căror suprafaţă este de minim 30% din suprafaţa de pozare
- cablu pe suport scară pentru cabluri, la care consolele care susţin cablurile ocupă mai puţin de 10% din suprafaţa de pozare

5.2.3.1.7. În anexele 5.10 ... 5.12 curenţii admisibili (Iz) pentru conductoare izolate şi cabluri electrice pozate în aer prin metodele de pozare A_1, A_2, B_1, B_2, C, E, F şi G se referă la instalaţii fixe ce, funcţionează permanent (factor de încărcare 100%), la temperatura ambiantă de 30^oC.

5.2.3.1.8. Anexa 5.5. sintetizează modurile de pozare de referinţă, pentru care au fost determinati curenţii admisibili din anexele 5.10 ... 5.17 pentru pozarea în aer şi anexa 5.22 pentru pozarea în pământ.
În coloanele 8 şi 9 sunt indicate anexele care se utilizează pentru factorii de corecţie K1 pentru temperaturi ambiante diferite de 30^oC şi K2 pentru pozare în grup.

5.2.3.1.9. Anexa 5.6 sintetizează modurile de pozare care furnizează indicaţii pentru determinarea curenţilor admisibili.

5.2.3.1.10. Determinarea curentului admisibil I_Z (A)
Curentul admisibil I_Z (A), al conductoarelor/cablurilor dintr-un sistem de pozare în clădiri, în aer, se determină astfel:
a) se selectează modul de pozare, tip A_1, A_2, B_1, B_2, C, E, F, G din anexele 5.5 şi 5.6 .
b) în funcţie de caracteristicile conductoarelor/cablurilor:
   - secţiune şi material: cupru sau aluminiu
     conductoare sau cabluri: 2 sau 3 conductoare;
   - numărul de conductoare active: 2 sau 3;
   - izolaţie: PVC, XLPE, minerală şi modul de pozare selectat la pct.a), pentru temperatura ambiantă de 30^oC, se alege curentul admisibil I_Z (A), din anexele5.10 ÷ 5.17.
c) în condiţii diferite de pozare se aplică factorii de corecţie următori:
   - K_1 – pentru temperatură ambiantă diferită de 30^oC, care se alege din anexa 5.18;
   - K_2 – pentru pozarea în grup a mai multor circuite, care se alege din anexele 5.19 ÷ 5.21.

Se menţionează că două circuite se află grupate, dacă distanţa dintre ele este mai mică decât dublul diametrului celui mai mare dintre ele.
Curentul admisibil se stabileşte cu relaţia:

$$I'_Z = I_Z \cdot K_1 \cdot K_2 (A).$$

5.2.3.1.11. Exemple de folosire a tabelelor pentru determinarea curenţilor admisibili ai conductoarelor şi ai cablurilor în funcţie de modul de pozare în aer sunt date în anexa 5.30.

5.2.3.2. Sisteme de pozare în pământ
5.2.3.2.1. Regimul de funcţionare normal
Curenţii admisibili (I_Z) sunt indicaţi în anexa 5.22 pentru o sarcină admisibilă a cablurilor pozate în pământ cu un grad de încărcare[*)] de 0,7 o temperatură a solului, la adâncimea de pozare (între 0,7 şi 1,2 m) de 20 ^oC şi o rezistenţă termică specifică a solului de 1 Km/W.
*) Gradul de încărcare reprezintă durata de funcţionare ciclică dintr-o zi (24h), la curentul admisibil

Pentru alte valori ale rezistenţei termice a solului valorile curenţilor maximi admisibili se vor stabili conform articolului A.1.4.3.1.3. din NTE 007/08/00.
Exemple de rezistenţe specifice ale solurilor, conform NTE 007/08/00 (anexa 7):

- nisip cu 10% umiditate 1Km/W ;
- pământ argilos 0,65 Km/W ;
- teren nisipos cu humă sau lut 0,65 Km/W ;
- nisip uscat (0% umiditate) 3,00 Km/W ;
- teren obişnuit uscat 3,00 Km/W .

Gradul de încărcare se poate determina din curba de sarcină zilnică conform NTE/007/08 art. A.1.4.3.1.1.
Când nu se cunoaşte curba de sarcină, pentru determinarea gradului de încărcare, se admite gradul de încărcare egal cu 1.

5.2.3.2.2. Condiţii de pozare

- adâncimea de pozare 0,7 m (până la adâncimea de 1,2 m reducerea sarcinii admisibile este neînsemnată) ;
- felul în care este realizat patul de pozare şi modul de acoperire a cablurilor, nu are influenţă asupra corecţiei sarcinii admisibile ;
- dacă se utilizează plăci de acoperire cu o curbură pronunţată, astfel încât nu se elimină inclusiunile de aer, se recomandă un factor de corecţie de 0,9 .

Diametrul tubului trebuie să permită tragerea cablurilor fără risc de gripare. În cazul tragerii unui singur cablu în tub, diametrul interior al tubului trebuie să fie mai mare decât 1,5 ori diametrul exterior la cablului .
În cazul unui circuit trifazat format din trei cabluri unifilare, diametrul interior al tubului de protecţie trebuie să fie mai mare decât 2,8 ori diametrul exterior al unuia din cablurile monofilare .

5.2.3.2.3. Condiţii de mediu :

- temperatura solului la adâncimea de pozare : 20^oC;
- rezistenţa termică specifică a solului: 1Km/W .

5.2.3.2.4. Factorii de corecţie care trebuie aplicaţi la pozarea cablurilor în pământ, în condiţii diferite faţă de regimul de funcţionare normal de la pct. 5.2.3.2.1.

5.2.3.2.4.1. Factorul de corecţie (f_1) (din anexa 5.23) în funcţie de:

- temperatura solului la adâncimea de pozare diferită de 20^oC;
- rezistenţa termică specifică a solului;
- gradul de încărcare.

5.2.3.2.4.2. Factorul de corecţie (f_2) din anexele 5.24 ... 5.28 în funcţie de:
- numărul de sisteme pozate alăturat;
- tipul cablurilor;
- distanţa dintre cabluri;
- rezistenţa termică specifică a solului;
- gradul de încărcare.

5.2.3.2.4.3. Factorul de corecţie (f_x) :

- 0,85 pentru pozarea în tub de protectie ;

- 0,90 dacă se utilizează plăci de acoperire a cablului (cablurilor) cu o curbură pronunţată astfel încât nu se elimină incluziunile de aer .

5.2.3.2.5. Determinarea curentului admisibil I_Z (A)

Curentul admisibil **I_Z (A)**, al cablurilor pozate direct în pământ, sau în tub de protecţie în pământ se determină astfel:

a) se alege curentul admisibil **I_Z (A)**, pentru condiţii de funcţionare normale din anexa 5.22 în funcţie de caracteristicile cablurilor:
   - secţiune şi material: cupru sau aluminiu şi numărul de conductoare active 1,2 sau 3;
   - izolaţie: PVC sau XLPE.

b) în condiţii diferite de pozare se aplică factorii de corecţie f1, f2 din anexele 5.23 ... 5.28 şi factorii de reducere fx prevăzuţi la art. 5.2.3.2.4.3. şi 5.2.3.2.4.4.

Curentul admisibil se stabileşte cu relaţia :

$$I'_Z = I_Z \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_x \quad \text{(A)}$$

5.2.3.2.6. Exemple de folosire a tabelelor pentru determinarea curenţilor admisibili a cablurilor pozate în pământ, sunt date în anexa 5.31.

5.2.4. Alegerea secţiunii conductoarelor izolate şi neizolate rigide

5.2.4.1. Secţiunea conductoarelor active trebuie determinate pentru funcţionarea normală (regim permanent sau intermitent, în funcţie de regimul de lucru al receptoarelor) şi pentru condiţii de defect în funcţie de:

a) sarcina admisibilă;
b) temperatura maximă admisibilă;
c) sistemul de pozare;
d) solicitări termice susceptibile să apară datorită curenţilor de punere la pământ şi scurtcircuit;
e) alte solicitări mecanice la care pot fi supuse conductoarele;
f) valoarea maximă a impedanţei care permite asigurarea funcţionării protecţiei împotriva defectelor şi scurtcircuitelor.

5.2.4.1.1. Punctele a ÷ f se referă, în primul rând, la securitatea instalaţiilor electrice

Pentru exploatarea economică din reţelele de distribuţie pot rezulta secţiuni mai mari decât cele pentru securitate, conform prevederilor reglementărilor tehnice referitoare la determinarea secţiunii economice a conductoarelor în instalaţiile electrice de distribuţie având 1-110kV.

5.2.4.1.2. Secţiunea conductoarelor se alege din condiţia :

$$I_c \le I_z^{'}$$

unde :

I_c – este curentul de calcul

$I_z^{'}$ - curentul maxim admisibil corectat (în funcţie de temperatura mediului ambiant, sistem de pozare, natura conductoarelor şi izolaţiei) al secţiunii în regimul de funcţionare .

5.2.4.1.3. Secţiunea determinată conform art. 5.2.4.1. se verifică:

a) la stabilitatea termică datorată curentului de scurtcircuit, potrivit prevederilor cuprinse în reglementările tehnice specifice referitoare la dimensionarea şi verificarea instalaţiilor electroenergetice la solicitări mecanice şi termice în condiţiile curenţilor de scurtcircuit.
b) la căderea de tensiune (valorile admisibile sunt indicate în subcap. 5.2.5).
c) la alimentarea cu energie electrică a motoarelor, verificarea la condiţia de stabilitate termică în regim de scurtă durată la pornire, pe baza următoarelor valori pentru densitatea de curent maxim admisă:
   - pentru conductoarele din cupru de 35A/mm^2 ;
   - pentru conductoarele din aluminiu de 20A/mm^2 .

În cazul motoarelor asincrone cu pornire controlată, utilizând soft-starter, secţiunea se verifică în funcţie de valoarea setată a curenului electric de pornire.

Conform prevederilor cuprinse în reglementările tehnice specifice referitoare la dimensionarea şi verificarea instalaţiilor electroenergetice la solicitări mecanice şi termice în condiţiile curenţilor de scurtcircuitnu este obligatorie verificarea la stabilitatea termică la scurtcircuit a următoarelor elemente:

- căile de curent electric de orice tensiune care alimentează înfăşurarea primară a transformatoarelor de tensiune sau care fac legătura la descărcătoare ;
- circuitele de joasă tensiune protejate prin sigurante fuzibile (dacă este îndeplinită condiţia : $I_F \leq 3I_z^{'}$ unde I_F este valoarea nominală a fuzibilului şi $I_Z^{'}$ este curentul maxim admisibil corectat al secţiunii circuitului)

Conform recomandărilor din SR HD 603 şi SR CEI 60502-1 nu este obligatorie varificarea la stabilitaea termică la scurtcircuit a cablurilor multiconductoare de joasă tensiune pentru curenţii de scurtcircuit mai mici sau egali cu 40 kA.

5.2.4.2. Secţiunea conductoarelor neizolate rigide (bare), se determină şi se verifică conform prevederilor cuprinse în reglementările tehnice referitoare la proiectarea staţiilor de conexiuni şi transformare utilizând conductoare neizolate rigide şi ale standardului STAS 7944/79.

5.2.4.3. Alegerea secţiunii conductoarelor şi cablurilor pentru branşamente se face conform recomandărilor din standardul SR 234/2008 şi cerinţelor operatorului de reţea.

5.2.4.4. Secţiunea conductorului de fază în circuitele de tensiune alternativă şi a conductoarelor active din circuitele de tensiune continuă nu trebuie să fie mai mică decât valorile din anexa 5.32.

5.2.4.5. Secţiunea conductoarelor şi barelor de protecţie (PE) şi ale conductoarelor şi barelor folosite simultan pentru protecţie şi neutru (PEN) se dimensionează conform prevederilor din subcap. 5.5.

5.2.4.6. Secţiunea conductorului neutru (N)

5.2.4.6.1. Secţiunea conductorului neutru, dacă există, trebuie să fie egală cu secţiunea conductoarelor de fază în următoarele cazuri:

a) în circuitele monofazate cu două conductoare, indiferent de secţiunea conductoarelor;
b) în circuitele polifazate ale căror conductoare de fază au o secţiune mai mică sau egală cu 16 mm^2 cupru sau 25 mm^2 aluminiu;
c) în circuitele trifazate care ar putea fi parcurse de curenţi având armonici de rangul 3 şi multiplu de 3 cu nivelul cuprins între 15% şi 33%. (acest nivel de armonici se poate întâlni, de exemplu, în circuitele de alimentare pentru iluminat cu lămpi cu descărcări şi fluorescente);
d) în funcţionare normală nu este asigurată echilibrarea între faze şi neutru (de exemplu tablourile de iluminat şi prize)

5.2.4.6.2. Atunci când nivelul armonicelor de rangul 3 şi multiplu de 3 este mai mare de 33%, este necesar alegerea unei secţiuni a neutrului mai mare decât a conductorului de fază.

Acest nivel de armonice apare în circuitele de alimetare a echipamentelor electrice, cum ar fi :calculatoare, acţionări cu viteză variabilă etc.
Factorii de corecţie pentru curenţii de fază necesari determinării secţiunilor conductoarelor de fază şi neutru, în prezenţa armonicilor de rangul 3 şi multiplu de 3 în conductoarele de fază, sunt daţi în anexa 5.29 .

5.2.4.6.3. În circuitele polifazate unde conductoarele de fază cu secţiunea mai mare de 16 mm^2 cupru sau 25mm^2 aluminiu, secţiunea conductorului neutru poate fi mai mică decât a conductoarelor de fază, dacă sunt îndeplinite condiţile :

a) sarcina transportată prin circuit în serviciu normal este repartizată echilibrat pe faze şi nivelul armonicilor de rangul 3 şi multiplu de 3 nu depăşesc 15% în conductorul de fază;
b) conductorul neutru este protejat contra supracurenţilor (a se vedea subcap. 4.3.2)

Secţiunea conductorului neutru nu poate fi mai mică decât cea prevăzută în anexa 5.32.

5.2.4.6.4. Un conductor neutru nu pote fi comun pentru mai multe circuite .

5.2.5 Căderi de tensiune maxime admisibile

5.2.5.1. În cazul în care alimentarea consumatorului se face din cofretul de branşament de joasă tensiune, valorile căderilor de tensiune, în regim normal de funcţionare faţă de tensiunea nominală a reţelei, trebuie să fie de cel mult:

- 3% pentru receptoarele din instalaţiile electrice de iluminat;
- 5% pentru restul receptoarelor de putere.

Căderile de tensiune se vor stabili pentru puterea maximă absorbită, la care se dimensionează coloanele şi circuitele electrice în cauză, pe traseul cel mai lung şi mai încărcat dintre tabloul general (respectiv cofretul de branşament sau contorul, la clădiri de locuit) şi receptorul electric cel mai îndepărtat.

5.2.5.2. În cazul în care alimentarea consumatorului se face dintr-un post de transformare sau din centrala proprie, valorile căderilor de tensiune în regim normal de funcţionare a acestora trebuie să fie de cel mult:

- 6% pentru receptoarele din instalaţiile electrice de iluminat;
- 8% pentru restul receptoarelor de putere.

Căderile de tensiune se vor stabili pentru puterea maximă absorbită, în regim normal de funcţionare pentru care s-a dimensionat ansamblul distribuţiei, pe traseul dintre postul de transformare sau centrală şi receptorul electric cel mai îndepărat.

5.2.5.3. În cazul instalţiilor electrice de alimentare a motoarelor electrice căderea de tensiune, la pornire, faţă de tensiunea nominală trebuie să fie cel mult egală cu aceea specificată de producător pentru motorul şi aparatele de comandă respective, dar de maxim 12% dacă nu se dispune de alte date.

5.2.6. Conexiuni electrice

5.2.6.1. Conexiunile între conductoare şi între conductoare şi alte echipamente trebuie să asigure continuitatea electrică. Aceasta trebuie să fie durabilă, cu rezistenţă şi protecţie mecanică corespunzătoare.

5.2.6.2. Alegerea mijloacelor de conexiuni trebuie să ţină seama de:

- materialul conductoarelor şi izolaţia acestora;
- numărul şi forma firelor ce formează conductoarele;
- secţiunea conductoarelor ;
- numărul conductoarelor ce vor fi conectate împreună .

5.2.6.3. Conexiunile trebuie să fie accesibile pentru verificare, încercare şi întreţinere, cu excepţia cazurilor următoare:

- îmbinări de cabluri îngropate;
- îmbinări umplute cu masă izolantă sau capsulate;
- conexiunile între racordurile reci şi elemente încălzitoare din sistemele de încălzire din plafon şi planşee.

5.2.6.4. Legăturile electrice între conductoare izolate pentru îmbinări sau derivaţii se fac numai în accesoriile special prevăzute în acest scop (doze, cutii de legătură etc).

5.2.6.5. Se interzice executarea legăturilor electrice între conductoare în interiorul tuburilor sau ţevilor de protecţie, golurilor din elementele de construcţie şi trecerilor prin elemente de construcţie.

5.2.6.6. Se interzice supunerea legăturilor electrice la eforturi de tracţiune. Fac excepţie de la această prevedere legăturile liniilor de contact ce alimentează receptoarele mobile şi legăturile conductelor electrice instalate liber, pe suporturi corespunzător alcătuite şi dimensionate.

5.2.6.7. Legăturile conductoarelor izolate se acoperă cu material electroizolant (de ex. tub varniş, bandă izolantă, capsule izolante etc).

5.2.6.8. Legăturile pentru îmbinări sau derivaţii între conductoare de aluminiu şi între conductoare şi aparate trebuie să se facă numai prin cleme speciale cu suprafeţe de strîngere striate şi elemente elastice), prin presare cu scule adecvate şi elemente de racord speciale, prin metalizare asociată cu lipire sau prin sudare.
Înainte de executarea legăturii, capetele conductoarelor din aluminiu se curăţă de oxizi.

5.2.6.9. Legăturile între conductoare din cupru şi conductoare din aluminiu se fac prin legături speciale omologate.

5.2.6.10. Legăturile barelor se execută cu ajutorul şuruburilor, clemelor sau prin sudare.

5.2.6.11. Legarea conductoarelor din cupru la aparate, echipamente, maşini, elemente metalice etc., se face (de regulă) prin strângere mecanică cu şuruburi, în cazul conductoarelor cu secţiuni mai mici sau egale cu 10 mm^2 şi direct sau prin intermediul pieselor speciale de prindere în cazul conductoarelor cu secţiuni egale sau mai mari de 16 mm^2. Conductoarele care se leagă la elemente mobile se prevăd din elemente elastice.

5.2.6.12. Legăturile conductoarelor de protecţie trebuie executate prin sudare sau înşurubări, astfel, încât să se asigure împotriva deşurubării în funcţionare (contrapiuliţă, şaibă elastică etc.).

5.2.7. Alegerea şi montarea pentru limitarea propagării focului
5.2.7.1. Măsuri în interiorul unui compartiment închis

5.2.7.1.1. Riscul propagării focului trebuie limitat prin alegerea materialelor şi montarea instalaţiilor electrice .
Echipamentele electrice se aleg în funcţie de riscul la foc conform recomandărilor din standardul pe părţi SR EN 60695.

5.2.7.1.2. Sistemele de pozare trebuie instalate astfel încât să nu reducă performanţele de rezistenţă ale clădirii şi de rezistenţă la foc a elementelor de construcţii.

5.2.7.1.3. Cablurile cu întârziere la propagarea flăcării (încercate conform procedurilor din seria de standarde SR EN 60332) şi sistemele de tuburi, jgheaburi şi tuburi profilate care nu propagă flacăra

(încercate conform procedurilor din seria de standarde SR EN 61386, SR EN 50085 şi SR EN 61537) pot fi instalate fără precauţii speciale în instalaţii cu influenţe externe normale (BE1, CA1, CB1 etc.).

5.2.7.1.4. Atunci când într-o instalaţie se prevede un risc specific (vezi anexa 5.2) trebuie utilizate cabluri care să îndeplinească cele mai severe condiţii de încercări din seria de standarde SR EN 50266 (cabluri cu întârziere la propagarea flăcării pozate în mănunchi).

5.2.7.1.5. Cablurile, inclusiv sistemul de pozare care trebuie să asigure funcţionarea temporară a unor instalaţii în condiţii de foc, trebuie să fie din categoria cu rezistenţă la foc, corespunzător cu încercările din standardele SR EN 50200 şi SR EN 50362.
Materialele sistemului trebuie să fie fără halogeni şi cu emisie redusă de fum.

5.2.7.1.6. Clasificarea cablurilor privind comportarea la foc este prezentată în anexa 5.33 .

5.2.7.1.7. Cablurile care nu satisfac cel puţin prevederile de întârziere la propagarea flacării trebuie, dacă sunt utilizate, limitate la legături scurte pentru conectarea aparatelor la sistemele de pozare fixe şi în nici un caz să nu treacă dintr-un compartiment într-altul.

5.2.7.1.8. Părţi ale sistemului de pozare, altele decât cablurile (de exemplu tuburi şi jgheaburi din materiale plastice), care nu satisfac prescripţiile de întârziere la propagarea flacării trebuie, dacă se utilizează, să fie complet închise în construcţii corespunzătoare din materiale incombustibile.

5.2.7.1.9. Pe fluxurile care conţin cabluri cu întârziere la propagarea flacării, care în mănunchi nu satisfac condiţiile din standardul SR EN 50266, se prevăd separări (transversale) rezistente la foc, omologate pentru cel puţin 20 minute pentru limitarea propagării flăcării, dispuse la distanţa de cel mult 25 m şi la ramificaţiile din fluxurile principale.
Se admite să se renunţe la prevederea separărilor transversale menţionate mai sus, dacă se prevăd alte măsuri împotriva propagării flacării (de exemplu, acoperiri cu vopsele omologate care măresc rezistenţa la foc).

5.2.7.1.10. În cazul pozării în pământ nu se impun condiţii speciale privind caracteristicile de propagare a flacării sau rezistenţa la foc a cablurilor.

5.2.7.2. Etanşarea traversărilor traseelor electrice
5.2.7.2.1. Atunci când un sistem de pozare traversează elemente de construcţie cum sunt planşee, pereţi acoperiţi, plafoane, ziduri etc. golurile rămase după trecerea traseului electric trebuie etanşate conform rezistenţei la foc prevăzut pentru elementul de construcţie respectiv înainte de străpungere.

5.2.7.2.2. Sistemele de pozare cum sunt tuburile, canalele, jgheaburile sau sistemele de pozare prefabricate, care străpung elemente de construcţie având o anumită rezistenţă la foc, trebuie etanşate conform rezistenţei la foc a elementului respectiv.

5.2.7.2.3. Tuburile şi jgheaburile din materiale cu întârzierea la propagarea flăcării care au secţiunea interioară de cel mult 710 mm^2 nu necesită etanşare interioară dacă:

- tuburile şi jgheaburile au grad de protecţie IP33;
- extremităţile tuburilor şi jgheaburilor (deoparte şi de alta a elementului de construcţie străpuns) au gradul de protecţie IP33.

5.2.7.2.4. Trecerea conductoarelor şi barelor electrice prin elemente de construcţie din materiale incombustibile, se execută în următoarele condiţii:

a) în cazul conductoarelor neizolate libere trecerea se face folosind materiale electroizolante de trecere executate din materiale incombustibile sau canale prefabricate de bare din materiale incombustibile conform recomandărilor din SR EN 60439-2, încastrate etanş în zid.

b) în cazul conductoarelor izolate libere, trecerea se face protejându-se în tuburi de protecţie incombustibile pe porţiunea de trecere.

Capetele tuburilor se prevăd cu tile din porţelan sau din alte materiale electroizolnate în încăperi uscate sau umede cu intermitenţă (categoriile AD_1, AD_2) şi cu pipe îndreptat în jos când ies în încăperi umede sau ude (categoriile AD_3, AD_4).

Tilele şi pipele se montează astfel încât să iasă complet din elementele de construcţie. La trecerea între interior şi exterior sau între încăperi cu umidităţi, temperaturi sau agenţi corozivi diferiţi, tilele şi pipele se umplu cu masă izolantă (masă izolantă pentru cabluri, mastic etc.), în încăperea cu umiditatea cea mai mare, cu temperatura cea mai ridicată sau cu mediul coroziv cel mai agresiv. Tuburile de protecţie se montează înclinat cu partea descendentă spre încăperea cu condiţiile cele mai grele.

c) în cazul conductoarelor sau cablurilor electrice instalate în tuburi, nu este necesară o altă protecţie. Fac excepţie traversările prin rosturi de dilataţie, caz în care conductoarele se protejează în tuburi flexibile pe porţiunea de trecere. Dacă trecerea se face între încăperi cu medii diferite, tuburile de protecţie se instalează înclinat spre încăperile cu condiţiile cele mai grele.

Etanşarea golurilor dintre tub şi elementul de construcţie se face cu etanşare omologată .

5.2.7.2.5. Trecerea conductoarelor electrice prin elemente de construcţie din materiale combustibile trebuie să se facă în următoarele condiţii:

a) în cazul conductoarelor neizolate libere, se aplică prevederile de la art. 5.2.7.2.4.a) şi se etanşează golurile cu materiale incombustibile şi electroizolante, cu dopuri din vată de sticlă, vată de sticlă cu ipsos etc;

b) în cazul conductoarelor izolate instalate în tuburi care sunt omologate pentru pozarea pe elemente combustibile se protejează pe porţiunea de trecere prin tuburi din materiale incombustibile. Golurile dintre tuburi şi tub şi elementul de construcţie se etanşează cu materiale incombustibile (de exemplu: vată de sticlă, vată de sticlă cu ipsos etc.) .

5.2.7.2.6. Se admit treceri prin elemente de construcţie rezistente la foc sau rezistente la explozie, în mod justificat tehnic, numai cu respectarea simultană a următoarelor condiţii:

- pe porţiunea de trecere, conductoarele, tuburile etc. nu trebuie să aibă materiale combustibile, cu excepţia izolaţiei conductoarelor;
- spaţiile libere din jurul conductoarelor electrice, tuburilor etc. inclusiv în jurul celor pozate în canale, galerii, estacade etc., să fie închise pe porţiunea de trecere pe toată grosimea elementului de construcţie, cu materiale incombustibile (de exemplu beton, zidărie) care să asigure rezistenţa la foc egală cu aceea a elementului de construcţie respectiv;
- trecerea cu conductoare, tuburi etc. să se facă astfel încât să nu fie posibilă dislocarea unor porţiuni din elementul de construcţie ca urmare a dilatării elementelor de instalaţii electrice;
- etanşarea să fie omologată .

5.2.7.2.7. În interiorul şi exteriorul ghenelor şi canalelor verticale şi orizontale în care se găsesc conductoare în tuburi, cabluri sau bare electrice, golurile din jurul acestora se etanşează astfel încât să asigure aceeaşi rezistenţă la foc, cel puţin egală, cu cea a elementului de construcţie străpuns.

5.2.7.2.8. Se interzice traversarea coşurilor şi canalelor de fum cu cabluri şi tuburi de protecţie sau cu alte elemente ale instalaţiilor electrice.

5.2.7.2.9. În scopul asigurării condiţiilor de evacuare în caz de incendiu, conform recomandărilor din SR HD 60364-5-51, trebuie să se utilizeze pentru instalaţiile electrice echipamente executate cu materiale cu întârziere la propagarea flacării la clădirile neaglomerate cu evacuare dificilă (BD_2) şi cu materiale cu întârziere la propagarea flăcării, cu emisie redusă de fum şi fără halogeni la clădirile aglomerate cu evacuare uşoară sau dificilă (BD_3, BD_4).

În cazurile BD_3 şi BD_4 pot să se aleagă traseele cablurilor numai cu întârziere la propagarea flăcării astfel încât emisia care provine de la cablurile supuse la foc să nu incomodeze evacuarea .

5.2.8. Apropieri de alte trasee

5.2.8.1. Apropieri de trasee electrice

Circuitele din domeniul de tensiuni I şi II nu trebuie instalate în acelaşi sistem de pozare, în afară de cazul în care se adoptă una din următoarele metode:

- fiecare cablu este izolat pentru cea mai mare tensiune existentă;
- fiecare conductor al unui cablu multiconductor este izolat pentru cea mai mare tensiune existentă în cablu;
- cablurile sunt izolate pentru tensiunea lor de sistem şi instalate într-un compartiment separat printr-un tub profilat sau jgheab;
- cablurile sunt pozate pe pat de cabluri cu separarea fizică ;
- se utilizează un tub sau un jgheab separat ;
- pentru circuitele TFJS şi TFJP trebuie satisfăcute prescripţiile din cap.4.

În cazul apropierii de sistemul de paratrăsnet se vor aplica suplimentar prevederile din SR EN 62305 .

5.2.8.3. Apropierea de trasee neelectrice

5.2.8.2.1. Sistemele de pozare nu trebuie amplasate în vecinătatea traseelor care degajă căldură, fum sau vapori care pot dăuna traseului electric, în afară de cazul în care sunt protejate prin ecrane sau dispuse astfel încât să nu fie afectate de disiparea căldurii generate .

5.2.8.2.2. Atunci când un sistem de pozare se află dedesubtul traseelor care pot produce condens (cum sunt traseele de apă, abur sau gaze) trebuie luate măsuri pentru protejarea traseului electric de efectele dăunătoare ale condensului.

5.2.8.2.3. Atunci când sistemele de pozare sunt instalate în vecinătatea traseelor neelectrice ele trebuie dispuse astfel încât intervenţiile previzibile la un traseu să nu provoace defecţiuni celorlalte şi reciproc. Aceasta se poate realiza prin:

- un spaţiu corespunzător între trasee, sau
- folosirea de ecrane mecanice sau termice .

5.2.9. Pozarea conductoarelor electrice montate liber în exteriorul clădirilor

5.2.9.1. Montarea liberă a conductoarelor electrice pe clădiri, la exterior, se admite numai în cazurile în care pot fi îndeplinite simultan următoarele condiţii:

- pereţii exteriori ai clădirii sunt din materiale incombustibile;
- conductoarele electrice sunt instalate astfel încât atingerea lor să nu fie posibilă decât cu ajutorul unor mijloace speciale;
- distanţele minime dintre conductoarele electrice libere şi elementele de pe traseul lor sunt cel puţin egale cu acelea specificate pentru conductoarele izolate din tabelul 5.4

Se admite montarea conductoarelor electrice izolate pe pereţi combustibili cu respectarea condiţiilor de la art. 3.0.3.7 şi 3.0.3.8.

5.2.9.2. Conductoarele izolate folosite la exterior, trebuie să aibă izolaţia corespunzătoare mediului în care se utilizează.

5.2.9.3. Conductoarele electrice se instalează liber la exterior pe pereţii exteriori ai clădirilor, pe suporturi de acoperiş şi pe stâlpi conform recomandărilor din SR 234/2008.

Se interzice folosirea arborilor drept suporturi pentru conductoarele electrice libere.

Tabelul 5.4
Distanţe minime dintre conductoarele electrice libere şi elementele de pe traseul lor

Elemente faţă de care se măsoară distanţa minimă	Distanţe minime, [m]	
	Conductoare izolate	
	Pe verticală	Pe orizontală
Sol	4,0	-
Acoperişuri circulabile, terase, balcoane	3,0	1
Uşi, ferestre	0,3	0,3
Elemente ale instalaţiilor şi utilajelor cu manipulare sau întreţinere frecventă	1,2	1,0
Elemente ale instalaţiilor şi utilajelor fără manipulare sau întreţinere frecventă	1,0	0,8

5.2.10. Pozarea conductoarelor electrice montate pe izolatoare în interiorul clădirilor

5.2.10.1. Conductoare neizolate se utilizează montate pe izolatoare numai în încăperi din categoriile BE1a sau BE1b din clădiri de producţie în următoarele cazuri:

- la linii de contact pentru maşini de ridicat şi de transportat;
- la magistrale de distribuţie de JT;
- în medii corozive pentru izolaţia conductoarelor;

5.2.10.2. Conductoarele izolate se pot monta pe izolatoare în încăperi de categoria BE 1a sau BE 1b din clădiri de producţie sau din construcţii care fac parte din organizări de şantier.

5.2.10.3. Se interzice montarea pe izolatoare a conductoarelor electrice active în încăperi de categoria BE2, în podurile clădirilor şi în construcţii executate din materiale combustibile.

5.2.10.4. Conductoarele electrice se montează pe izolatoare în interior numai în locuri în care sunt îndeplinite următoarele condiţii:

- atingerea lor de către oameni, direct sau prin manevrarea unor scule, obiecte sau dispozitive de lucru sau de către utilaje în mişcare, să nu fie posibilă, cu excepţia conductoarelor electrice folosite drept conductoare de protecţie;
- nu există pericol de deteriorare mecanică .

5.2.10.5. Conductoarele electrice se montează în clădiri pe izolatoare sau alte elemente speciale de fixare sau susţinere executate din materiale incombustibile.

5.2.10.6. Distanţele maxime dintre punctele de susţinere a conductoarelor electrice montate în clădiri pe izolatoare se stabileşte în funcţie de secţiunea conductoarelor respectându-se valorile specificate de tabelul 5.5. cu excepţia liniilor de contact.

Tabelul 5.5.
Distanţe maxime între punctele de susţinere a conductoarelor libere

Tipul conductoare lor	Distanţe maxime între punctele de susţinere pe un traseu rectiliniu la conductoare electrice montate în interior [m]			
	Secţiunea conductoarelor [mm^2]			
	1……..2,5	4…….25	35……..70	95……120
neizolate	0,4	0,6	0,8	1,1
izolate	0,5	0,8	1,1	1,5

5.2.10.7. Distanţele minime dintre conductoarele electrice montate pe izolatoare în clădiri şi suprafeţe de circulaţie (de exemplu pardoselile încăperilor, platforme, pasarele etc.) se stabilesc în funcţie de tipul conductorului, neizolat sau izolat, conform tabelului 5.6.
Se admite montarea conductoarelor electrice la distanţe mai mici decât cele specificate în tabelul 5.6. cu condiţia luării de măsuri prin care să se asigure inaccesibilitatea la aceste conductoare, astfel încât să fie evitat pericolul atingerilor directe şi pericolul de deteriorare mecanică (de ex. prin îngrădiri, acoperiri etc.).

Tabelul 5.6.
Distanţe minime între conductoare şi suprafeţele de circulaţie

Tipul conductoarelor	Distanţa minimă până la suprafeţele de circulaţie [m]	
	pe verticală	pe orizontală
neizolate	3,5	2
izolate	2,5	1,5

5.2.10.8. Coborârile din distribuţiile cu conductoare neizolate spre maşini electrice, aparate etc. trebuie executate cu conductoare izolate. Sub înălţimea de 2,5 m de la pardoseală, conductoarele electrice trebuie protejate mecanic şi împotriva atingerilor directe.

5.2.10.9. Ramificaţiile se fixează astfel încât să nu solicite la tracţiune conductoare electrice din traseul principal.

5.2.11. Pozarea barelor electrice
5.2.11.1. La alegerea materialului barelor şi montarea lor, trebuie respectate, pe lângă prevederile din acest normativ şi recomandările din STAS 7944.

5.2.11.2. Barele electrice se instalează, conform prevederilor cuprinse în reglementările tehnice specifice referitoare la proiectarea şi executarea instalaţiilor de conexiuni şi distribuţie cu tensiuni până la 1000V c.a. în unităţile energetice, precum şi în cele referitoare la proiectarea staţiilor de conexiuni şi transformare utilizând conductoare neizolate rigide:
- în execuţie deschisă liberă, numai în condiţiile prevăzute la subcap. 5.2.10.
- în execuţie închisă;
- în execuţie capsulată

Gradul de protecţie (IP) al sistemului de execuţie se alege în funcţie de categoria şi clasa de influenţe externe în care se încadrează încăperea sau spaţiul în care acestea se instalează.

5.2.11.3. În încăperi de clasa BE2 fără praf combustibil, barele se instalează în cutii capsulate executate din materiale incombustibile. Se admite instalarea deschisă numai a barelor utilizatate drept conductoare de protecţie.

5.2.11.4. În execuţia închisă, barele se instalează în canale, în ghene în pereţi sau cutii din materiale incombustibile sau cu întârziere la propagarea flăcării.
Se admite instalarea barelor neizolate la linii de contact şi pentru utilaje speciale. în canale speciale sub pardoseală numai în încăperi de clasa BA 5 pe porţiuni scurte.
Canalele sub pardoseală se amplasează în locuri în care nu este posibilă pătrunderea materilelor cu acţiune distructivă asupra barelor (de ex. apă, ulei, păcură, materiale topite etc.).
Acoperirea canalelor pentru bare se execută cu plăci din materiale incombustibile sau care nu propagă flacăra .

5.2.11.5. Barele se montează pe izolatoare sau pe suporturi de izolatoare executate din materiale incombustibile sau care nu propagă flăcăra .

5.2.11.6. Distanţele libere între bare sau pachete de bare trebuie stabilite conform recomandărilor din STAS 7944.

5.2.11.7. Distanţa dintre izolatoarele suporţilor barelor se determină pe bază de calcul mecanic, respectându-se recomandările din STAS 7944 şi din reglementările tehnice referitoare la proiectarea staţiilor de conexiuni şi transformare utilizând conductoare neizolate rigide.

5.2.11.8. Elementele de dilatare se vor prevedea conform cu instrucţiunile date de producător.

5.2.11.9. Ramificaţiile de la bare spre receptoare, aparate de conectare etc., se execută cu bare, conductoare izolate sau cabluri şi se protejează împotriva deteriorărilor mecanice.

5.2.11.10. Dispozitivele pentru separarea şi protecţia barelor trebuie instalate în cutii închise sau capsulate cu grad de protecţie (IP) corespunzător categoriilor şi claselor în care se încadrează încăperea.

5.2.11.11. Pentru sisteme prefabricate se vor respecta prevederile din art. 5.2.1.4.

5.2.12. Pozarea conductoarelor electrice protejate în sisteme de tuburi, ţevi, sisteme de jgheaburi, de tuburi profilate pentru instalaţii electrice şi goluri ale elementelor de construcţii.
5.2.12.1. Reguli generale

5.2.12.1.1. În instalaţii electrice pentru protecţia conductoarelor şi cablurilor electrice trebuie să se utilizeze numai sisteme de tuburi, din materiale plastice sau metal, rigide sau flexibile, sisteme SJ/STP din materiale plastice sau metal, speciale pentru instalaţii electrice.
Atunci când sunt necesare dimensiuni mai mari decât dimensiunea maximă a tubului de protecţie pentru instalaţii electrice se folosesc pentru protecţie ţevi de instalaţii.

5.2.12.1.2. Caracteristicile generale ale sistemelor de tuburi de protecţie, a sistemelor de jgheaburi (SJ), tuburi profilate (STP) şi a modului de marcare şi codificare sunt prevăzute în subcap. 5.2.1.6.

5.2.12.1.3. În sisteme de tuburi, ţevi, sisteme de jgheaburi şi tuburi profilate SJ/STP, trebuie instalate numai conductoare izolate şi/sau cabluri.

5.2.12.1.4. Se interzice instalarea conductoarelor electrice în tuburi sau ţevi pozate în pământ.

5.2.12.1.5. Conductoarele electrice care aparţin aceluiaşi circuit electric, inclusiv conductorul de protecţie, trebuie instalate în acelaşi element de protecţie (tub, ţeavă SJ/STP, gol în elemente de construcţie).
Se admite instalarea separată a conductorului de protecţie în cazurile şi în condiţiile prevăzute în subcapitolul 5.5.

5.2.12.1.6. Se admite instalarea în acelaşi element sau gol a conductoarelor electrice care aparţin mai multor circuite numai dacă sunt îndeplinite simultan următoarele condiţii:
- toate conductoarele sunt izolate pentru cea mai mare tensiune de lucru;
- între secţiunile conductoarelor este o diferenţă de cel mult 3 trepte;
- fiecare circuit este protejat împotriva supracurenţilor;
- între circuite nu pot să apară influenţe electromagnetice.

Fac excepţie şi nu se instalează în acelaşi element de protecţie sau în golul cu conductoarele altor circuite electrice, circuitele iluminatului de siguranţă şi conductoarele instalaţiilor electrice pentru alimentarea receptoarelor cu rol de securitate la incendiu.
Circuitele din domeniul tensiunilor I şi II se instalează în acelaşi sistem de pozare numai în condiţiile prevăzut de art. 5.2.8.1.

5.2.12.1.7. Conductoarele electrice trebuie instalate în tuburi de protecţie cu diametre alese corespunzător tipului, secţiunii şi numărului de conductoare conform prevederilor din tabelul 5.7., unde :

s_c - este aria transversală a conductorului (metal şi izolaţie);
S_c - este aria totală a conductoarelor montate în tub ($S_c = n \cdot s_c$);
S_i - este aria interioară minimă pentru tubul de protecţie;
D_i şi D_e - diametrele (minime) interior şi exterior pentru tubul de protecţie.

Tabelul 5.7.
Alegerea diametrului interior al tubului de protecţie pentru conductoare FY, HO7V-U, HO7V-R şi AFY[1)]

Nr. crt.	Conductor FY (HO7V-U, HO7V-R) şi AFY					Tub de protecţie		
	Secţiunea unui conductor mm	Diametru exterior de/mm	Secţiune s_c/ mm^2	Conductoare în tub n	Secţiune $S_c=n \cdot s_c$[3)] mm^2	Secţiune $S_i \geq 3.S_c$[5)] mm^2	Diametru interior Di[4)] mm	Diametru exterior De/mm[6)] informativ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,5	3,2 (3,3)[2)]	8	2	16	48	7,8 (8,1)	12
				3	24	72	9,6 (9,9)	12
				4	32	96	11 (11,4)	16
				5	40	120	12,3 (12,8)	16
2	2,5	3,9 (4)	11,94	2	23,9	71,7	9,6 (9,8)	12
				3	35,8	107,4	11,7 (12)	16
				4	47,7	143,1	13,5 (13,9)	20
				5	59,7	179,1	15,1 (15,5)	20
3	4	4,4 (4,6)	15,2	2	30.4	91,2	10,8 (11.3)	16
				3	45,6	136,8	13,2 (13,8)	16
				4	60,8	182,4	15,2 (15,9)	20
				5	76	228	17 (17,8)	25
4	6	5 (5,2)	19,62	2	39,2	117,6	12,2 (12,7)	16
				3	58,9	176,7	15 (15,6)	20
				4	78,5	235,5	17,3 (18)	25
				5	98,1	294,3	19,4 (20,1)	25
5	10	6,4 (6,7)	32,15	2	64,3	192,9	15,7 (16,4)	20
				3	96,4	289,2	19,2 (20,1)	25
				4	128,6	385,8	22,2 (23,2)	32
				5	160,8	482,4	24,8 (26)	32
6	16	7,8	47,76	2	95,5	286,5	19,1	25
				3	143,3	430	23,4	32
				4	191	573	27	32
				5	238,8	716,4	30,2	46
7	25	9,7	73,86	2	147,7	443	23,7	32
				3	221,6	664,8	29,1	40
				4	295,4	886,2	33,6	40
				5	369,3	1108	37,6	50
8	35	10,9	93,27	2	186,5	559,5	26,7	32
				3	279,8	839,4	32,7	40
				4	373,1	1119,3	37,8	50
				5	466,4	1399,2	42,2	50
9	50	12,8	128,6	2	257,2	771,6	31,3	40
				3	385,8	1157,4	38,4	50
				4	514,4	1543,2	44,3	50
				5	643	1929	49,6	63
10	70	14,6	167,33	2	334,7	1004	35,8	50
				3	502	1506	43,8	50
				4	669,3	2008	50,6	63
				5	836,7	2510	56,5	63
11	95	17,1	229,54	2	459,1	1377,3	41,9	50
				3	688,6	2065,8	51,3	63
				4	918,2	2754,6	59,2	63
				5	1147,7	3443	66,2	75

1. Caracteristicile conductoarelor FY, HO7V-U, HO7V-R
- conductor din cupru cu izolaţie din PVC;
- standard de produs după SR HD 21.3S3;
- tensiune nominală $U_0/U = 450/750V$;
- temperatura maximă admisă pe conductor în condiţii normale de funcţionare : 70 ^{0}C;
- conductor din cupru masiv - clasa 1- cu secţiuni de la 1,5 la 10 mm^2; FY clasa1 este echivalent cu HO7V- U;
- conductor din cupru multifilar (5 toroane) clasa 2- cu sectiuni de la 16 mm^2 la 400 mm^2; FY clasa 2 este echivalentul cu HO7V-R;
- izolaţia cu întârziere la propagarea flăcării conform SR EN 60332 – 1 - 2.

Caracteristicile conductoarelor AFY .
- conductoare din aluminiu cu izolatie PVC cu sectiunea minimă de 4 mm^2 ;
- standard de produs STAS 6865-89
- tensiunea nominala $U_0/U = 450/750V$.
- temperatura maximă admisă pe conductor 70^{0}C.

2. Valorile din paranteză sunt pentru conductoare FY clasa 2 şi HO7V-R .

3. Alegerea diametrului interior Di (mm) al tubului de protecţie se face în funcţie de secţiunea s_c (mm^2) a conductorului şi numărul de conductoare din tub .

4. Mărimea diametrului interior Di (mm) al tubului de protecţie din coloana 8 este valabil în următoarele condiţii:
- $S_i \geq 3 \cdot S_c$ unde S_i (mm^2) este aria secţiunii interioare transversale a tubului şi S_c (mm^2) este aria ocupată de conductoare;
- pe trasee cu lungime de maximum 15 m, cu cel mult 3 curbe între două doze;
- pentru curbe executate cu raza interioară egală cu minim de 5-6 ori din diametrul exterior al tubului la montajul aparent şi egală cu minimum de 10 ori diametrul exterior al tubului la montajul îngropat;
- tragerea conductoarelor în tub se face folosind materiale pentru lubrifierea conductoarelor.

5. În cazul în care aria s_c (mm^2) diferă de cea din coloana 4, diametrul interior Di (mm) al tubului se recalculează cu formula $S_i \geq 3 \cdot S_c$.

În standardul pe părţi SR EN 61386 pentru tuburi de protecţie nu sunt tipizate diametrele interioare şi exterioare pentru tuburile folosite în instalaţii electrice, deoarece acestea depind de natura tubului şi de producător.

Sunt tipizate diametrele exterioare D_e (mm), în standardul SR CEI 60423 astfel: 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, dar nu sunt tipizate diametrele interioare.

6. În col. 9 diametru exterior D_e (mm) este dat informativ, urmând ca acesta să fie ales din catalogul producătorului în funcţie de diametrul interior Di (mm) din col 8.

5.2.12.1.8. La instalarea conductoarelor electrice în golurile prevăzute în elemente de construcţie, în profile etc., dimensiunile golurilor se aleg prin asimilare cu secţiunile tuburilor.

5.2.12.1.9. Tragerea conductoarelor electrice în tuburi trebuie executată după montarea tuburilor sau ţevilor şi după uscarea tencuielii, dacă acestea au fost montate în tencuială.

5.2.12.2. Pozarea tuburilor şi ţevilor de protecţie

5.2.12.2.1. Tuburile şi ţevile de protecţie din metal sau din material plastic, se montează aparent, îngropat, înglobate în elemente de construcţie din materiale incombustibile sau în golurile acestora (vezi tabelul 5.8) .

Tabelul 5.8
Alegerea tuburilor de protecţie pentru instalaţii electrice în funcţie de modul de instalare (caracteristici minime)

Starea			Caracteristicile în acord cu SR EN 61386			
			Rezistenţa la compresiune	Rezistenţa la impact	Rezistenţa la temperatura minimă	Rezistenţa la temperatura maximă
Instalare în exterior	Instalare aparentă		3	3	4	1
Instalare in interior	Instalare aparentă		2	2	2	1
	Instalare sub pardoseală		2	3	2	1
	beton		3	3	2	1
	Ingropat	goluri (cavităţi în perete)	2	2	2	1
		în zidărie				
		goluri în clădire				
		goluri în plafon				
	Montare aeriană		4	3	3	1

1 :Tuburile de protectie care sunt executate din materiale care propagă flacăra trebuie să fie de culoare portocalie şi sunt permise numai pentru instalare în beton
2: Producătorul trebuie să menţioneze compatibilitatea tuburilor de protecţie în functie de influenţele externe şi codul de clasificare (conform anexei 5.7).

5.2.12.2.2. Se admite montarea tuburilor şi ţevilor pe/sau în structura de rezistenţă a construcţiilor numai în condiţiile prevăzute în reglementările specifice referitoare la proiectarea antiseismică a construcţiilor.

5.2.12.2.3. Tuburile şi ţevile montate aparent în încăperile din clasele de mediu AE4, AE5, AE6 trebuie dispuse astfel încât depunerile de praf, scame, fibre etc. pe tuburi şi pe elemente lor de susţinere să fie minime şi curăţirea lor de praf să fie posibilă şi uşoară.

5.2.12.2.4. Se recomandă ca în încăperile de locuit şi similare, traseele tuburilor orizontale pe pereţi să fi distanţate la circa 0,3 m de plafon.

5.2.12.2.5. Trebuie evitată montarea tuburilor pe pardoseala combustibilă a podurilor. Dacă tuburile se montează totuşi pe pardoseala combustibilă a podurilor, ele trebuie să fie metalice.

5.2.12.2.6. Tuburile şi ţevile montate înglobat într-un şliţ în elementul de construcţie trebuie acoperite cu un strat de tencuială de min 1 cm.

5.2.12.2.7. Tuburile şi ţevile trebuie fixate pe elementele de construcţie cu accesorii de montare prin care să se realizeze o prindere sigură în timp

5.2.12.2.8. Distanţa dintre punctele de fixare pe porţiunile drepte ale traseului tuburilor şi ţevilor, se stabileşte pe baza datelor din tabelul 5.9.

Tabelul 5.9
Distanţe între punctele de fixare

Tipul tubului, ţevii	*Distanţa între punctele de fixare [m]*	
	Montaj aparent	
	pe orizontală	*pe verticală*
Tub din material plastic	0,6…….0,8	0,7……0,9
Tub metalic	1,0…….1,3	1,2…….1,6
Ţeavă metalică sau din material plastic	1,5…….3,0	1,5……..3,0

Limitele inferioare ale distanţelor corespund celui mai mic diametru, iar cele superioare celui mai mare diametru ale tubului sau ţevii.
Se prevăd elemente de fixare şi la 10 cm de la capetele tuburilor şi curbelor faţă de dozele de aparat, dozele de tragere, echipamente şi derivaţii.

5.2.12.2.9. Tuburile instalate în cofraje în vederea înglobării în beton trebuie fixate astfel încât în timpul turnării şi vibrării betonului să nu îşi modifice poziţia (de ex. se leagă cu sârmă de armătură), amplasate la distanţa minimă egală cu diametrul cel mai mare a tubului;

5.2.12.2.10. Pe suprafaţa coşurilor de fum, a panourilor radiante sau pe alte suprafeţe similare (în spatele sobelor, a corpurilor de încălzire etc.) se vor monta numai tuburi de protecţie rezistente la temperatura respectivă. Conductoarele electrice din aceste tuburi vor fi cu izolaţie rezistentă la aceeaşi temperatură .

5.2.12.2.11. În încăperile din clasele AD3, AD4, AF2b, AF3 şi AF4, tuburile şi ţevile metalice montate aparent se instalează distanţat la minim 3 cm faţă de elementul de construcţie.

5.2.12.2.12. Tuburile şi ţevile metalice se pot monta direct pe elementele de construcţie din materialele combustibile .

5.2.12.2.13. Tuburile din materiale plastice, cu întârziere la propagarea flacării, se vor monta pe elemente din materiale combustibile, în condiţiile prevăzute la art. 3.0.3.7.

5.2.12.3. Condiţii pentru montarea accesoriilor pentru tuburi şi ţevi
5.2.12.3.1. Îmbinarea tuburilor şi ţevilor precum şi racordarea lor la doze, aparate, echipamente sau utilaje electrice se face cu accesorii corespunzătoare tipului respectiv de tub sau ţeavă.
Acestea trebuie să asigure cel puţin rezistenţa mecanică, izolarea electrică, etanşarea, rezistenţa la coroziune, la căldură etc. ca şi tuburile şi ţevile respective.

5.2.12.3.2. Accesoriile tuburilor şi ţevilor trebuie montate respectându-se condiţiile impuse de către producător pentru tuburile şi ţevile pentru care se folosesc,.

5.2.12.3.3. Îmbinările între tuburi sau ţevi şi accesoriile de racordare la doze, la aparate, la echipamente, trebuie executate astfel încât să corespundă gradului de protecţie impus de clasele de influenţe externe din încăperea respectivă.

5.2.12.3.4. Se interzice îmbinarea tuburilor la trecerile prin elementele de construcţii.

5.2.12.3.5. Curbarea tuburilor se execută cu raza interioară egală cu minim de 5-6 ori diametrul exterior al tubului la montaj aparent şi egală cu minimum de 10 ori diametrul exterior al tubului la montaj îngropat (trebuie să se respecte şi prescripţiile producătorului).

5.2.12.3.6. Legăturile sau derivaţiile la conductoarele montate în tuburi trebuie să se facă în doze sau cutii de derivaţii.

5.2.12.3.7. Dozele de derivaţie se instalează cu prioritate pe suprafeţele verticale ale elementelor de construcţii.

5.2.12.3.8. Se admite montarea dozelor pe sau în pardoseală numai dacă sunt omologate, pentru aceasta.

5.2.12.3.9. Se admite folosirea ca doze de derivaţie a părţilor fixe special prevăzute în corpurile de iluminat .

5.2.12.3.10. Dozele de tragere a conductoarelor electrice în tuburi se prevăd pe trasee drepte la distanţa de maxim 25 m şi pe traseele cu cel mult 3 curbe la distanţa de cel mult 15 m.
În cazurile în care distanţele dintre doze sunt mai mari, trebuie să se utilizeze tuburi cu diametre mai mari cu o treaptă faţă de cele necesare.

5.2.12.3.11. Dozele de derivaţie instalate sub tencuială sau înglobate în beton trebuie montate în aşa fel încât capacul lor să se găsească la nivelul suprafeţei finite a elementului de construcţie respectiv.

5.2.12.3.12. Dozele şi accesoriile metalice de montaj trebuie protejate contra coroziunii în aceleaşi condiţii ca şi tuburile şi ţevile pentru care sunt folosite.

5.2.12.3.13. Izolaţia conductoarelor la capetele libere ale tuburilor şi ţevilor metalice care intră în corpurile de iluminat sau în echipamentele electrice se protejează .

5.2.12.14. Distribuţii în sisteme de jgheaburi (SJ) şi tuburi profilate (STP)
Alegerea şi montarea sistemelor de jgheaburi (SJ) şi tuburi profilate (STP) se face conform prevederilor de la art. 5.2.1.6.2.

5.2.12.4.1. Sisteme SJ/STP şi accesoriile lor (doze, piese de colţ, piese de capăt, piese de îmbinare etc.) pentru instalaţiie electrice trebuie să fie executate din materiale incombustibile sau care nu propagă flacăra conform recomandărilor din SR EN 50085-1.

5.2.12.4.2. Se admite pozarea în sisteme SJ/STP atât a circuitelor de iluminat şi de prize, cât şi a circuitelor de curenţi electrici „slabi“ (radio, TV, telefonie, comandă-control etc.), dacă sunt montate în goluri distincte şi separate prin ecran.

5.2.12.4.3. Secţiunea şi numărul minim de conductoare ce se pozează în golul unui sistem SJ/STP se stabilesc, fie pe baza datelor producătorului, fie pe baza asimilării secţiunii golului, canalului sau profilului cu secţiunile tuburilor.

5.2.12.4.4. Sistemele SJ/STP din PVC se recomandă să fie montate la distanţe de minim 3cm de locurile din materiale combustibile a uşilor şi ferestrelor şi de 10 cm de pardoseală.

5.2.12.4.5. Accesoriile sistemelor SJ/STP, inclusiv capacele dozelor, cu excepţia elementelor de adaptare pentru aparate, se montează după tragerea sau pozarea conductoarelor electrice şi verificarea circuitelor.

5.2.13. Pozarea cablurilor electrice
5.2.13.1. La alegerea şi pozarea cablurilor electrice trebuie să se ţină seama de instrucţiunile producătorului, de prevederile specifice pentru clădiri din prezentul normativ şi de normativul NTE /007/08/00 pentru proiectarea şi executarea reţelelor de cabluri electrice.

5.2.13.2. Clasificarea şi simbolizarea cablurilor se face conform standardelor menţionate în Anexa 5.33.

5.3.Instalaţii electrice de putere
5.3.1. Generalităţi

5.3.1.1. Alimentarea cu energie electrică a fiecărui receptor electric de putere trebuie să se facă prin circuit separat.
Se admite alimentarea mai multor receptoare electrice de putere de aceeaşi natură şi destinaţie (de ex. motoare etc.) printr-un circuit prevăzut cu protecţie comună la scurtcircuit, dacă puterea totală instalată a acestor receptoare nu depăşeşte 15 kW.
5.3.1.2. Dimensionarea conductoarelor circuitelor de alimentare şi alegerea caracteristicilor dispozitivelor de protecţie se face conform condiţiilor de la subcap. 5.2 şi respectiv de la subcap. 4.3, ţinându-se seama de simultaneitatea sarcinilor în regim normal şi la pornire (de exemplu în cazul motoarelor).

5.3.1.3. În cazul consumatorilor racordaţi direct la reţeaua de joasă tensiune a furnizorului, pornirea motoarelor electrice:
a) se poate face direct, pentru:
   - motoare monofazate (cu tensiunea de 230V) cu puteri până la 4 kW inclusiv;
   - motoare trifazate (cu tensiunea între faze de 400V) cu puteri până la 5,5 kW inclusiv
b) se face cu aparate de pornire cu curent electric de pornire prestabilit (pentru motoare cu puteri mai mari decât cele de la punctul a), la tensiunile respective.

5.3.1.4. La consumatorii alimentaţi din posturi de transformare proprii, puterea celui mai mare motor care poate porni direct se determină prin calcul pe baza verificării stabilităţii termice şi electrodinamice a transformatoarelor de alimentare, dar nu se va depăşi 20% din puterea transformatoarului din care este alimentat şi va fi racordat direct la tablou general.

5.3.1.5. La consumatorii alimentaţi din surse proprii de energie electrică, puterea motoarelor care pot fi pornite direct se determină pe bază de calcul, verificându-se satisfacerea condiţiei de cădere de tensiune admisă.

5.3.1.6. Echipamentul electric acţionat cu motor electric trebuie să asigure protecţia persoanelor împotriva şocurilor electrice datorate atingerilor directe şi atingerilor indirecte conform prevederilor din subcap. 4.1

5.3.1.7. SR EN 60204-1 recomandă să fie luate măsuri de protecţie, pentru motoare, împotriva următoarelor efecte, în funcţie de condiţile tehnologice :
- supracurenţi care rezultă de la un scurtcircuit;
- suprasarcină;
- temperaturi anormale;
- pierderea sau micşorarea tensiunii de alimentare;
- depăşirea vitezei de rotaţie normate a maşinilor/elementelor maşinii;
- defectele de punere la pământ/curenţi reziduali;
- secvenţa de fază incorectă;
- supratensiuni de trăsnet sau datorită manevrelor de comutaţie.

5.3.1.7.1. Protecţia motoarelor împotriva supracurenţilor.
Protecţia împotriva supracurenţilor se face conform subcap. 4.3.

5.3.1.7.2. Protecţia motoarelor împotriva încălzirilor anormale
Protecţia motoarelor împotriva încălzirilor anormale trebuie să fie asigurată pentru fiecare motor a cărui putere nominală este mai mare de 0,5 kW.

Excepţii: pentru aplicaţii unde o întrerupere automată a funcţionării unui motor nu este admisă (de exemplu pompele pentru incendiu), mijloacele de detecţie trebuie să emită un semnal de avertizare la care operatorul poate răspunde.
Protecţia motoarelor împotriva încălzirilor anormale poate fi realizată prin:

- o protecţie contra suprasarcinilor;
- o protecţie contra temperaturilor excesive;
- o protecţie prin limitarea curentului.

Punerea în funcţiune automată a unui motor după funcţionarea unei protecţii contra încălzirii anormale trebuie să fie împiedicată, dacă aceasta poate provoca o situaţie periculoasă sau o avarie a maşinii sau a lucrărilor în curs.

5.3.1.7.2.1. Protecţia împotriva suprasarcinilor

Protecţia împotriva suprasarcinilor trebuie să fie prevăzută pe fiecare conductor activ cu excepţia conductorului neutru.
Pentru motoarele monofazate sau alimentate la tensiune continuă, protecţia se face cel puţin pe conductorul activ care nu este legat la pământ.
Dacă protecţia contra suprasarcinilor este realizată cu întrerupere, dispozitivul de comutaţie trebuie să întrerupă toate conductoarele active. Întreruperea conductorului neutru pentru protecţia contra suprasarcinilor nu este obligatorie.
Protecţia motoarelor trifazate se realizează cu un dispozitiv dependent de curent, cu temporizare, care monitorizează toate cele trei faze, reglat la cel mult valoarea curentului nominal al motorului. Acesta va acţiona în 2 ore sau mai puţin la o valoare de 1,20 ori curentul reglat şi nu va acţiona într-un interval de 2 ore la o valoare de 1,05 ori curentul reglat.

5.3.1.7.2.2. Protecţia împotriva depăşirii temperaturii admisibile pentru izolaţie

Protecţia împotriva temperaturilor excesive este recomandată în cazurile unde răcirea este defectuoasă (de exemplu în medii cu praf). În funcţie de tipul motorului, protecţia împotriva blocării rotorului sau a lipsei tensiunii pe una din faze nu este totodeauna asigurată de o protecţie împotriva temperaturilor excesive este necesar să se prevadă o protecţie suplimentară.
Protecţia se realizează cu controlul direct al temperaturii prin senzori de temperatură încorporaţi în înfăşurarea motorului (de exemplu termistoare).

5.3.1.7.3. Protecţia împotriva întreruperii sau scăderii tensiunii de alimentare şi restabilirea ei ulterioară.

Dacă o întrerupere a sursei de alimentare sau o scădere a tensiunii poate produce o condiţie periculoasă, o deteriorare a maşinii sau afectarea activităţii în curs de desfăşurare, trebuie să fie prevăzută o protecţie cum ar fi deconectarea maşinii când este atins un nivel predeterminat al tensiunii (prin reglarea tensiunii minime).
Dacă funcţionarea maşinii permite o întrerupere sau o scădere a tensiunii pe durata unei scurte perioade de timp (perioada necesară funcţionării automaticii de sistem de cca 3 sec), poate fi prevăzută o protecţie cu temporizare împotriva întreruperii sau scăderii tensiunii. Funcţionarea dispozitivului de protecţie la tensiune minimă nu trebuie să compromită funcţionarea nici uneia dintre comenzile de oprire a maşinii.

5.3.1.7.4. Protecţia împotriva depăşirii vitezei de rotaţie normate

Protecţia motoarelor la depăşirea vitezei de rotaţie normate trebuie prevăzută cu un limitator de viteză de rotaţie. Protecţia la depăşirea vitezei de rotaţie normate trebuie să interzică o repornire automată.

5.3.1.7.5. Protecţia împotriva punerii la pământ accidentale şi a curenţilor reziduali

Suplimentar faţă de folosirea protecţiei împotriva supracurenţilor prin deconectarea automată, protecţia împotriva punerii la pământ accidentale şi a curenţilor reziduali trebuie prevăzută pentru evitarea deteriorărilor echipamentului produse de curenţii de punere la pământ accidentali mai mici decât nivelul de detecţie al protecţiei la spracurent.
Reglajul dispozitivelor de protecţie trebuie făcut la cel mai jos nivel de operare a echipamentului.

5.3.1.7.6. Protecţia la succesiunea fazelor

Dacă o succesiune incorectă a fazelor unei tensiuni de alimentare poate genera o situaţie periculoasă sau o deteriorare a maşinii, trebuie să se prevadă o protecţie la succesiunea fazelor. De exemplu: un motor transferat de la o sursă de alimentare la alta nesincronă .

5.3.1.7.7. Protecţia împotriva supratensiunilor de trăsnet sau a supratensiunilor de comutaţie

Aceste protecţii se realizează, de regulă, în tabloul de distribuţie conform subcap. 4.4.

5.3.2 Receptoare electrice

5.3.2.1. La alimentarea cu energie electrică şi montarea receptoarelor electrice trebuie să se respecte prevederile din capitolele 4 şi 5 şi instrucţiunile producătorului.
Suplimentar se vor respecta prevederile din cap.7 pentru receptoarele montate în spaţii speciale

5.3.2.2. În cazul receptoarelor care în timpul funcţionării pot produce perturbaţii electromagnetice în reţeaua furnizorului de energie electrică (de ex. regim deformant), trebuie luate măsuri pentru limitarea acestor perturbaţii conform normelor SR EN 50160.

5.3.2.3. Este admisă racordarea prin prize a receptoarelor electrice cu putere nominală până la 2 kW. Receptorele cu puteri peste 2 kW se pot racorda prin prize dedicate (numai pentru un singur receptor) sau prin racorduri fixe. Pentru conectarea şi deconectarea acestora receptoarele se prevăd cu dispozitive de acţionare pe circuitul fix de alimentare, dacă receptorul nu este echipat cu întreruptor de către producător.

5.3.2.4. Alimentarea receptoarelor electrice din clasele 0, II şi III de protecţie împotriva şocurilor electrice (definite conform SR EN 61140) se face din circuite fără conductor de protecţie, iar a receptoarelor din clasa I de protecţie, din circuite cu conductor de protecţie.

5.3.2.5. Distanţele dintre receptoarele electrice fixe precum şi distanţele dintre acestea şi elementele de construcţie, obiecte fixe din încăperi etc. trebuie alese astfel încât manevrarea, întreţinerea, verificarea şi repararea acestora să se poată defăşura în condiţii corespunzătoare, respectându-se şi prevederile din Legea nr. 319/2006.

5.3.2.6. Protecţia receptoarelor electrice împotriva supracurenţilor şi protecţia împotriva şocurilor electrice trebuie asigurate în condiţiile prevăzute în subcapitolele 4.3. şi 4.1.

5.3.3. Tablouri de distribuţie

5.3.3.1. Tabloul de distribuţie de aparataj de joasă tensiune conform definiţiei din SR EN 60439, este combinaţia unuia sau mai multor aparate de comutaţie de joasă tensiune cu aparate de comandă, măsurare şi reglare, complet asamblate sub responsabilitatea producătorului, având toate legăturile electrice şi mecanice interioare şi elementele lor constructive.

5.3.3.2. Tablourile de distribuţie prefabricate se execută şi verifică conform recomandărilor din standardul pe părţi SR EN 60439 şi a standardului SR EN 50274 .

5.3.3.3. Clasificarea tablourilor de distribuţie conform SR EN 60439

Tablourile de distribuţie sunt clasificate după:

- aspect exterior;
- loc de instalare;
- condiţii de instalare ţinând cont de posibilitatea de amplasare;
- grad de protecţie;
- tip carcasă;

- metodă de montare, de exemplu parte fixă sau parte mobilă;
- măsuri pentru protecţia personalului;
- forma de separare internă;
- tipuri de legături electrice între unităţi funcţionale.

5.3.3.3.1. Aspect exterior

a. ansamblu deschis: ansamblu care constă dintr-un saşiu care susţine echipamentul electric, părţile active ale echipamentului electric fiind accesibile;
b. ansamblu deschis protejat frontal: ansamblu deschis prevăzut cu un panou frontal care asigură un grad de protecţie minim IP2X pentru această direcţie. Părţile active sunt accesibile din celelalte direcţii;
c. ansamblu în carcasă: ansamblu prevăzut cu câte un panou pe fiecare faţă, mai puţin, eventual, pe suprafaţa de montare şi care îi asigură un grad de protecţie cel puţin IP2X;
d. ansamblu montat în dulap: ansamblu în carcasă amplasat, în principiu, pe pardoseală putând fi compus din mai multe coloane;
e. ansamblu montat în dulapuri multiple: combinaţie de mai multe dulapuri fixate rigid între ele;
f. ansamblu montat în pupitru: ansamblu în carcasă care conţine un pupitru de comandă orizontal, înclinat sau o combinaţie a acestora, echipat cu aparate de comandă, măsurare, semnalizare etc.;
g. ansamblu montat în cofret: ansamblu în carcasă prevăzut pentru a fi montat, în principiu pe un plan vertical;
h. ansamblu multimodular: combinaţie de mai multe cofrete fixate mecanic între ele montate sau nu pe un cadru comun, legăturile între două cofrete alăturate trecând prin deschideri speciale făcute pe feţele adiacente.

5.3.3.3.2. Loc de instalare

a. ansamblu pentru instalarea interioară: ansamblu destinat a fi utilizat în locuri în care temperatura aerului ambiant nu depăşeşte + 40°C, iar media sa, măsurată pe o perioadă de 24 h nu depăşeşte + 35°C. Limita inferioară a temperaturii aerului ambiant este de -5°C;
b. ansamblu pentru instalarea exterioară: ansamblu destinat a fi utilizat în locuri în care temperatura aerului ambiant nu depăşeşte + 40°C, iar media sa, măsurată pe o perioadă de 24 h nu depăşeşte + 35°C. Limita inferioară a temperaturii aerului ambiant este de –25°C.

5.3.3.3.3. Condiţii de instalare ţinând seama de posibilitatea de amplasare

a. ansamblu fix: ansamblu destinat a fi fixat la locul său de montare, de exemplu pe pardoseală sau pe un perete, şi a fi utilizat pe acest amplasament
b. asamblu mobil: ansamblu prevăzut a fi mutat cu uşurinţă dintr-un loc de montare în altul .

5.3.3.3.4. Grad de protecţie

Gradul de protecţie asigurat de orice ansamblu împotriva atingerii părţilor active, a pătrunderii corpurilor străine, solide şi lichide. Acesta este indicat prin codul IP conform SR EN 60529.
Gradul de protecţie al unui tablou în carcasă trebuie să fie de cel puţin IP2X, după montarea conform instrucţiunilor producătorului.
Pentru tablourile destinate utilizării în exterior care nu au o protecţie suplimentară a doua cifră caracteristică trebuie să fie minim 3 (exemplu: protecţia suplimentară poate fi un acoperiş protector sau ceva similar).

5.3.3.3.5. Metodă de montare

a. montaj fix;
b. montaj debroşabil.

5.3.3.3.6. Măsuri pentru protecţia personalului

a. protecţia împotriva atingerilor directe;
b. protecţia împotriva atingerilor indirecte;
c. descărcarea sarcinilor electrice (unde sunt echipamente care permit acumularea unei sarcini electrice periculoase după conectarea acestora);
d. culoare de lucru şi de întreţinere în interiorul ansamblurilor;
e. prescripţii referitoare la accesibilitatea personalului autorizat în timpul utilizării.

5.3.3.3.7. Forma de separare internă

Separarea interiorului unui tablou prin bariere sau pereţi despărţitori se face pe următoarele criterii principale:

a. nici o separare;
b. separarea barelor colectoare de unităţile funcţionale;
c. separarea barelor colectoare de unităţile funcţionale şi separarea tuturor unităţilor funcţionale între ele. Separarea bornelor pentru conductoarele exterioare de unităţile funcţionale dar nu şi separarea bornelor între ele;
d. separarea barelor colectoare de unităţile funcţionale şi separarea tuturor unităţilor funcţionale între ele, inclusiv a bornelor pentru conductoarele exterioare, care fac parte integrantă din unitatea funcţională.

5.3.3.3.8. Tipuri de legături electrice între unităţi funcţionale

a. legătură fixă, care este conectată sau deconectată cu ajutorul unei scule;
b. legătură deconectabilă, care este conectată sau deconectată manual, fără ajutorul unei scule;
c. legătură debroşabilă, care este conectată sau deconectată prin aducerea unităţii funcţionale în situaţia de serviciu sau de separare.

5.3.3.4. La amplasarea tablourilor electrice este necesar să se ţină seama de recomandările din reglementările tehnice specifice referitoare la proiectarea şi executarea instalaţiilor de conexiuni şi distribuţie cu tensiuni până la 1000V c.a. în unităţile energetice şi anume:

a. condiţiile de influenţe externe;
b. să nu împiedice circulaţia pe coridoare în special la cele utilizate pentru evacuare în caz de incendiu;
c. să permită exploatarea, întreţinerea şi verificarea .

5.3.3.5. Tablourile de distribuţie se vor executa în construcţie deschisă sau închisă (protejată) în funcţie de condiţiile de influenţe externe şi grad de protecţie .

5.3.3.6. Tablourile de distribuţie în execuţie deschisă se instalează în încăperi din clasa BA5.
Se admite instalarea lor şi în încăperi din clasa AD1 dacă acestea corespund şi categoriilor BE1a şi BE1b, cu condiţia ca părţile aflate sub tensiune să nu fie accesibile personalului obişnuit (neautorizat).

5.3.3.7. Se interzice amplasarea tablourilor de distribuţie în poduri şi în subsoluri de cabluri, cu excepţia cazurilor prevăzute în normativul NTE 007/08/00.

5.3.3.8 Se recomandă să nu se amplaseze tablouri de distribuţie care conţin aparate de măsurare, în încăperi cu temperaturi sub 0^oC şi peste $+40^oC$, sau în alte condiţii decât în acelea permise de producătorul aparatelor respective. În cazul în care nu pot fi respectate prevederilor de mai sus, producătorul tabloului trebuie să ia măsuri pentru a asigura funcţionarea corectă a aparatelor de măsurare (de exemplu, realizarea unei încălziri locale, ventilaţie naturală sau forţată) sau utilizatorul trebuie să asigure climatizarea încăperii.

5.3.3.9. Tablourile de distribuţie trebuie amplasate la distanţa de cel puţin 3 cm faţă de elementele din materiale combustibile sau în condiţiile prevăzute la art. 3.0.3.8.

Fac excepţie tablourile în carcasă metalică cu grad de protecţie IP54 care pot fi montate direct pe elemente din materiale combustibile.

5.3.3.10. Trebuie evitată instalarea tablourilor de distribuţie în încăperi din categoria BE2.
În cazurile în care se impune totuşi o asfel de amplasare, trebuie luate măsuri pentru prevenirea şi protecţia împotriva propagării incendiilor, utilizându-se tablouri de distribuţie din materiale incombustibile, cu gradul de protecţie IP indicat în subcap. 4.2.

5.3.3.11. Tablourile de distribuţie se prevăd cu dispozitiv de secţionare, întrerupere şi comandă conform subcap. 5.3.4.

5.3.3.12. La clădirile cu săli aglomerate, tabloul de distribuţie al acestora trebuie prevăzut cu posibilitatea de întrerupere a alimentării cu energie electrică a instalaţiilor electrice aferente (cu excepţia celor de siguranţă).
Întreruperea alimentării cu energie electrică trebuie să se facă dintr-un loc în care nu are acces publicul, marcat şi uşor accesibil pentru intervenţii în caz de incendiu.

5.3.3.13. Pentru depozite de materiale combustibile şi depozite apreciate de beneficiar şi comunicate proiectantului ca având importanţă deosebită sau care adăpostesc valori importante, precum şi în toate cazurile cu risc de incendiu, fără personal permanent de exploatare, tabloul general de distribuţie trebuie prevăzut cu posibilitatea de întrerupere şi din exteriorul clădirii respective. Întreruperea alimentării cu energie electrică trebuie să se facă dintr-un loc marcat, protejat şi accesibil pentru intervenţii în caz de incendiu.

5.3.3.14. La confecţionarea carcaselor tablourilor de distribuţie trebuie să se folosească materiale incombustibile sau nehigroscopice şi cu întârziere la propagarea flăcării.

5.3.3.15. La alegerea şi instalarea tablourilor pentru receptoare de siguranţă şi a tabloului staţiei pompelor de incendiu se va ţine seama şi de prevederile din subcap. 7.22.

5.3.3.16. Alegerea secţiunii conductoarelor şi barelor din interiorul unui tablou este responsabilitatea producătorului.
Alegerea acestor conductoare se face ţinând sema, în afară de curentul admisibil indicat în schema monofilară din proiect, de solicitările mecanice la care tabloul este supus, de modul de pozare, de tipul izolaţiei şi, dacă este cazul, de tipul elementelor racordate .

5.3.3.17. Se recomandă evitarea grupării în acelaşi tablou a aparatelor de tensiune alternativă împreună cu aparatele de tensiune continuă sau a aparatelor alimentate la tensiuni diferite între fază şi pământ. În cazurile în care nu se pot respecta aceste condiţii, aparatele pentru acelaşi tip de curent sau aceleaşi tensiuni trebuie instalate separat şi marcate distinct. Fac excepţie aparatele care necesită pentru funcţionarea lor, tensiuni de natură diferită sau tensiuni de valori diferite, pentru care nu se impune respectarea condiţiilor de mai sus.

5.3.3.18. Se interzice instalarea în tablourile de distribuţie a aparatelor cu dielectrici combustibili (de exemplu ulei).

5.3.3.19. Distanţe minime de protecţie pentru tablouri de distribuţie cu bare neizolate montate deasupra tabloului (conform prevederilor reglementărilor tehnice specifice referitoare la proiectarea şi executarea instalaţiilor de conexiuni şi distribuţie cu tensiuni până la 1000V c.a. în unităţile energetice**).**

5.3.3.19.1. Între părţile fixe sub tensiune ale diferitelor faze dintr-un tablou precum şi între acestea şi elemente şi părţi metalice legate la pământ, trebuie prevăzută o distanţă de conturnare de minimum 30 mm şi o distanţă de izolare în aer de 15 mm.

5.3.3.19.2. Distanţa liberă între bare în tablouri se stabileşte conform STAS 7944.

5.3.3.19.3. Distanţa de izolare în aer între părţile neizolate aflate sub tensiune ale tabloului trebuie să fie de cel puţin:

- 50 mm, până la elementele de construcţie (uşi pline, pereţi etc.);
- 100 mm, până la îngrădiri sau uşi din plasă metalică.
- 200 mm până la bariere de protectie.

Pereţii şi îngrădirile de protecţie şi uşile pline sau din plasă se execută cu înălţimea de minimum 1,7 m, iar barierele cu înălţimea de minimum 1,2 m.

5.3.3.20. Distanţele de izolare în aer, de conturnare şi de protecţie împotriva şocurilor electrice în cazul tablourilor de distribuţie prefabricate, se stabilesc conform prevederilor din standardul pe părţi SR EN 60439.

5.3.3.21. Tablourile de distribuţie se instalează astfel încât înălţimea laturii de sus a tablourilor faţă de pardosela finită să nu depăşească 2,3 m.
Fac excepţie tablourile din locuinţe pentru care se admite o înălţime de cel mult 2,5 m.

5.3.3.22. La tablourile capsulate, înălţimea laturii de jos a tabloului faţă de pardoseala finită se stabileşte avându-se în vedere posibilitatea de realizare a razei de curbură admisă pentru cablul cu cel mai mare diametru care se racordează la tablou.

5.3.3.23. Aparatele de măsurare ale tablourilor cu înregistrare sau citire directă se amplasează pe uşa acestora ţinându-se seama de recomandările din reglementările tehnice referitoare la proiectarea staţiilor de conexiuni şi transformare privind reprezentarea şi marcarea instalaţiilor electrice.

5.3.3.24. Coridorul de acces din faţa sau din spatele unui tablou, se prevede cu o lăţime de cel puţin 0,8 m măsurată între punctele cele mai proeminente ale tabloului şi elementele neelectrice de pe traseul coridorului (pereţi, balustrade de protecţie etc.).
Se admit îngustări locale de la 0,8 m la 0,6 m, cu condiţia ca uşa tabloului să se poată deschide complet.

5.3.3.25. Coridorul de acces între două tablouri de distribuţie şi coridorul dintre tablou şi părţi metalice proeminente care nu sunt sub tensiune ale unui alt echipament sau receptor electric, trebuie să aibă o lăţime de cel puţin 1 m.

5.3.3.26. În încăperi de clasa BA5 între elementele sub tensiune neizolate şi protejate împotriva atingerilor directe ale tablourilor aşezate pe ambele părţi ale unui coridor de acces şi alte elemente şi utilaje electrice, trebuie asigurată o distanţă de cel puţin 1,4 m.

5.3.3.27. În încăperi de clasa BA5 între elementele sub tensiune neizolate din spatele unui tablou de distribuţie şi elementele neelectrice de pe peretele opus, trebuie asigurată o distanţă de cel puţin 1 m.

5.3.3.28. Între pardoseala finită a coridorului din faţa sau din spatele tabloului de distribuţie, plafonul încăperii sau elementele metalice care nu fac parte din circuitele curenţilor de lucru, se prevede o distanţă liberă pe verticală de cel puţin 1,9 m. Distanţa dintre aceste elemente şi elementele care fac parte din circuitele curenţilor de lucru, care în exploatare se găsesc sub tensiune şi nu sunt protejate împotriva atingerilor, trebuie să fie de cel puţin 2,5 m. Aceste elemente se protejează împotriva atingerilor directe si trebuie sa fie de cel puţin de 2,5 m de la pardoseală.

5.3.3.29. La coridoarele de acces ale tablourilor de distribuţie, formate din mai multe panouri cu o lungime totală mai mare de 10 m, se prevede accesul pe la ambele capete.
În cazul coridoarelor cu o lăţime mai mare de 3 m, prevederea a două căi de acces nu este obligatorie.

5.3.3.30. Tablourile cu acces prin spate şi care nu sunt instalate în încăperi de clasa BA5 se prevăd cu îngrădiri de protecţie pe partea laterală a tablourilor. Îngrădirile de protecţie se execută din panouri pline din materiale incombustibile sau din rame cu plasă cu ochiuri de cel mult 20x20 mm, amplasate astfel încât să nu fie posibilă atingerea părţilor sub tensiune.

5.3.3.31. Aparatele de protecţie, de comandă, de separare, de conectare etc, cât şi circuitele de intrare şi de ieşire din tablourile de distribuţie, se etichetează clar şi vizibil astfel încât să fie uşor de identificat pentru manevre, reparaţii şi verificări. Pe etichetele siguranţelor fizibile se menţionează şi curenţii nominali ale acestora.

5.3.3.32. Manetele de pe tablouri, care trebuie manevrate în caz de incendiu, calamitate naturală etc., se marchează distinct, vizibil şi clar astfel încât să poată fi identificate rapid la necesitate.

5.3.3.33. Tablourile de distribuţie trebuie montate vertical şi fixate sigur pentru a corespunde cerinţelor Legii nr. 10/1995 privind rezistenţa şi stabilitatea atât statică cât şi dinamică (la vibraţii).

5.3.3.34. Tablourile destinate instalării în locuri accesibile persoanelor obişnuite în timpul utilizăriilor trebuie să respecte şi recomandările din standardul SR EN 60439-3+A1 + A2 şi anume :

- tablourile de distribuţie, conform standardului SR EN 60439-3+A1+A2 sunt destinate utilizării la tensiune alternativă, la o tensiune nominală fază/pământ care să nu depăşească 300 V;
- circuitele de ieşire cuprind dispozitivele de protecţie la scurtcircuit, fiecare având un curent nominal care să nu depăşească 125 A cu un curent total la intrare care să nu depăşească 250 A:
  a) gradul de protecţie al tabloului în carcasă trebuie să fie de cel puţin IP2X, după montare conform instrucţiunilor producătorului;
  b) tablourile cu protecţie prin izolare totală (clasa II), trebuie să asigure cel puţin gradul de protecţie IP3X;
  c) carcasa trebuie să ţină la impact 0,75 J;
  d) fuzibilele pentru circuitele de ieşire trebuie să fie conform prescripţiilor din standardul SR EN 60269;
  e) părţile debroşabile nu sunt permise în tablouri destinate a fi instalate în locuri în care persoane obişnuite (neautorizate) au acces pe timpul utilizării acestora.

5.3.3.35. Tablourile destinate utilizării pe şantier trebuie să respecte şi recomandările din standardul SR EN 60439-4- (Prescripţii particulare pentru ansambluri utilizate pe şantiere) şi anume:

a) curentul nominal al tabloului trebuie respectat de către producător ca fiind curentul nominal al circuitului de alimentare;
b) toate conexiunile cablurilor externe trebuie să fie demontabile sau să se facă prin intermediul prizelor de curent;
c) prizele trebuie să fie conform standardelor corespunzătoare şi trebuie să aibă un curent nominal de cel puţin 16A;
d) rezistenţa mecanică a carcasei la impact trebuie să fie mai mare sau egală cu 6 J;
e) gradul de protecţie al tuturor părţilor tabloului trebuie să fie cel puţin IP44;
f) soclurile prizelor de curent neprotejate de carcasa tabloului trebuie să asigure un grad de protecţie de cel puţin IP44, indiferent dacă fişa este introdusă în priză sau nu;
g) părţi accesibile ale tabloului sunt:
   - numai soclurile prizelor de curent, manetele operaţionale şi butoanele de comandă care pot fi accesibile fără utilizarea unei chei sau a unei scule;
   - şi organul de comandă al întreruptorului principal ce trebuie să poată fi acţionat cu uşurinţă;
h) tabloul trebuie prevăzut cu urechi de ridicare şi manete de manipulare;
i) atunci când se utilizează socluri de prize de curent şi fişe, este necesar ca un conductor de protecţie corespunzător să fie conectat între bornele principale de legare la pământ ale tabloului şi bornele de legare la pământ ale soclurilor prizelor;

j) secţiunea fiecărui conductor de protecţie situat în interiorul tabloului nu trebuie să fie mai mică de 2,5 mm^2 din cupru;
k) prizele care au curenţi sau tensiuni nominale diferite nu trebuie să fie interschimbabile pentru a se evita erorile de conectare (a se vedea SR EN 60309-1 şi SR EN 60309-2).

5.3.4. Dispozitive de protecţie, separare (secţionare), întrerupere şi comandă
5.3.4.0. Prescripţii comune

5.3.4.0.1 Prescripţiile din prezentul subcapitol sunt conform cu recomandările din standardele SR EN 61140/A1, SR CEI 60364-5-53 şi SR HD 384.5.537S2.

5.3.4.0.2 Contactele mobile ale tuturor polilor aparatelor multipolare trebuie cuplate mecanic în aşa fel încât se deschid şi se închid împreună, cu excepţia acelor contacte destinate numai pentru neutru (N) care pot să se închidă înainte şi să se deschidă după celelalte contacte.

5.3.4.0.3. În circuitele monofazate se prevăd dispozitive bipolare (2P sau 1P+N).
În circuitele monofazate din locuinţe (cu personal obişnuit) se prevăd întreruptoare bipolare cu protecţie la suprasarcină şi scurtcircuit cel puţin pe conductorul de fază (1P+N).

5.3.4.0.4. Dispozitivele care asigură mai multe funcţiuni trebuie să satisfacă toate prescripţiile corespunzător pentru fiecare din aceste funcţiuni.

5.3.4.0.5. Dispozitivele de protecţie trebuie să funcţioneze la valori de curent, tensiune şi timp adaptate caracteristicilor circuitelor şi pericolelor posibile.

5.3.4.1. Dispozitive de protecţie împotriva atingerii indirecte prin întreruperea automată a alimentării
5.3.4.1.1. Dispozitive de protecţie la supracurent
Se aleg şi se montează conform condiţiilor specificate în subcap.4.3 şi subcap. 5.3.4.3.

5.3.4.1.2. Dispozitive de protecţie la curent diferenţial rezidual
5.3.4.1.2.1. Condiţii generale de instalare
a) dispozitivele de protecţie la curent diferenţial rezidual în reţelele de tensiune continuă trebuie să fie destinate în mod special pentru detectarea curenţilor reziduali în curent continuu şi pentru întreruperea curenţilor din circuit în condiţii normale şi în situaţii de defect
b) un dispozitiv de protecţie la curent diferenţial rezidual trebuie să fie instalat astfel încât să asigure întreruperea tuturor conductoarelor active ale circuitului protejat.
c) nici un conductor de protecţie nu trebuie să treacă prin circuitul magnetic al dispozitivului de protecţie la curent diferenţial rezidual.

În cazul cablurilor unde conductorul de protecţie este cuprins în mantaua comună împreună cu conductoarele de fază, dacă torul dispozitivului diferenţial rezidual se montează pe cablu, conductorul de protecţie se trece din nou în sens invers prin tor.
Dispozitivele de protecţie la curent diferenţial rezidual trebuie alese şi circuitele electrice împărţite astfel încât curentul de scurgere la pământ, susceptibil să apară în timpul funcţionării normale a sarcinii (sarcinilor) să nu producă întreruperea inutilă a dispozitivului.

5.3.4.1.2.2. Utilizarea dispozitivelor de protecţie la curent diferenţial rezidual conform reţelei de alimentare .
5.3.4.1.2.2.1. Dispozitivele de protecţie la curent diferenţial rezidual pot sau nu pot să aibă o sursă auxiliară, luând în considerare prescripţiile de la 5.3.4.1.2.2.2.

5.3.4.1.2.2.2. Utilizarea dispozitivelor de protecţie la curent diferenţial rezidual cu o sursă auxiliară, care nu se deschide automat în cazul defectării sursei auxiliare, este permisă numai dacă una din următoarele două condiţii este îndeplinită:

- protecţia împotriva contactului indirect este asigurată chiar şi în cazul defectării sursei auxiliare
- dispozitivele sunt instalate în instalaţii exploatate, încercate şi verificate de către persoane instruite (BA4) sau persoane calificate (BA5)

5.3.4.1.2.3. Reţeaua TN

În reţelele TN-S dispozitivele de protecţie la curent diferenţial (DDR) rezidual pot fi utilizate ca măsură de protecţie suplimentară .

În circuitele electrice din locuinţe utilizarea DDR-urilor este măsură tehnică principală de protecţie (conform HG nr. 1146/2006) .

Dacă pentru un anumit echipament sau pentru anumite părţi ale instalaţiei, una sau mai multe dintre condiţiile menţionate la 4.1.3.1. nu pot fi satisfăcute, acele părţi pot fi protejate printr-un dispozitiv de protecţie la curent diferenţial rezidual.

De exemplu: circuitele cu impedanţa buclei de defect foarte mare, astfel încât dispozitivul de protecţie la scurtcircuit nu acţionează .

Dispozitivele de curent diferenţial rezidual se pot monta pe circuitele fără conductor de protecţie (*PE*) ca o măsură tehnică de protecţie la defect (împotriva atingerii indirecte) cu condiţia de a fi de cel mult 30 mA.

5.3.4.1.2.4. Reţea TT

În reţelele TT dispozitivele de protecţie la curent diferenţial rezidual pot fi utilizate ca măsură de protecţie suplimentară .

Dacă o instalaţie este protejată printr-un singur dispozitiv de protecţie la curent diferenţial rezidual, acesta trebuie amplasat la originea instalaţiei (racordul de alimentare)

5.3.4.1.2.5. **Reţea IT**

Acolo unde protecţia este prevăzută cu un dispozitiv de protecţie la curent diferenţial rezidual şi nu este prevăzută deconectarea ca urmare a primului defect, curentul diferenţial trebuie să fie cel puţin egal cu valoarea dublului curentului care circulă de la primul defect la pământ .

5.3.4.1.3. Dispozitive pentru controlul izolaţiei

Dispozitivul pentu controlul izolaţiei monitorizează continuitatea izolaţiei unei instalaţii electrice.

Acesta este destinat să semnalizeze o diminuare a nivelului de izolaţie al instalaţiei în scopul de a permite găsirea cauzei acestei diminuări, înainte de apariţia unui al doilea defect. În acest mod se previne întreruperea alimentării.

Dispozitivele pentru controlul izolaţiei trebuie astfel concepute sau montate încât să fie posibilă modificarea setării numai prin utilizarea unei chei sau a unei scule.

5.3.4.2. Dispozitive de protecţie împotriva efectelor termice

Prescripţiile de protecţie împotriva efectelor termice sunt prevăzute în subcap. 4.2.

5.3.4.3. Dispozitive de protecţie împotriva supracurenţilor

Alegerea dispozitivelor de protecţie, împotriva supracurenţilor (suprasarcină şi scurtcircuit) se face conform subcap 4.3., recomandărilor din standardul pe părţi SR EN 60269 pentru siguranţe şi recomandărilor din standardele pe părţi SR EN 60896 şi SR EN 60947 pentru întreruptoare.

5.3.4.3.1. Prescripţii generale de montaj şi utilizare

5.3.4.3.1.1. Dispozitivele trebuie montate şi utilizate conform indicaţiilor producătorului.

5.3.4.3.1.2. La montarea siguranţelor cu filet, conductorul de fază se leagă la contacul central al soclului.

5.3.4.3.1.3. Siguranţele fuzibile ale căror elemente de înlocuire sunt susceptibile a fi înlocuite sau conectate de către alte persoane decât cele instruite (BA4) sau calificate (BA5), trebuie să fie conform recomandărilor din standardul SR EN 60269-3.
Siguranţele fuzibile sau ansamblurile de elemente de înlocuire susceptibile de a fi conectate sau înlocuite de către alte persoane decât cele instruite (BA4) sau calificate (BA5), trebuie montate în aşa fel încât să se asigure că elementele de înlocuire (de exemplu, port-fuzibilele) pot fi înlocuite sau conectate fără riscul unui contact neintenţionat cu părţile active.

5.3.4.3.1.4. Acolo unde întreruptoarele pot fi manevrate de către alte persoane decât cele instruite (BA4) sau calificate (BA5), ele trebuie să fie de un model sau montate în aşa fel încât să nu fie posibilă modificarea reglării releelor de supracurent, fără acţionare voluntară, prin utilizarea unei chei sau scule şi menţinând o indicaţie vizibilă a reglării sau calibrării.

5.3.4.3.2. Alegerea dispozitivelor de protecţie împotriva supracurenţilor în funcţie de sistemele de pozare .
Curentul nominal (sau curentul de reglaj) al dispozitivului de protecţie trebuie ales în conformitate cu subcap. 4.3.
În cazul sarcinilor ciclice, valorile I_n şi I_2 trebuie alese la valorile de bază I_c şi I_z (sau I_z') pentru sarcină constantă echivalentă termic unde:

I_c – este curentul de calcul pentru care s-a proiectat circuitul în regim continuu de funcţionare. Curentul de calcul corespunde celei mai mari puteri electrice pe care o suportă circuitul în regim normal.

I_z (sau I_z') – este curentul admisibil al instalaţiei de conectare

I_n – este curentul nominal al dispozitivului de protecţie

I_2 – este curentul care asigură funcţionarea efectivă a dispozitivului de protecţie

5.3.4.4. Dispozitive de protecţie împotriva perturbaţiilor electromagnetice.
Alegerea dispozitivelor de protecţie împotriva perturbaţiilor electromagnetice se face conform subcap. 4.4.

5.3.4.5. Dispozitive de separare (secţionare), întrerupere şi comandă
5.3.4.5.0. Generalităţi

5.3.4.5.0.l Măsurile de separare (secţionare), întrerupere şi comandă neautomată, locală sau de la distanţă sunt utilizate în scopul prevenirii sau evitarea pericolelor de accidentare a persoanelor sau deteriorarea (distrugerea) echipamentelor din instalaţiile electrice.

5.3.4.5.0.2 Dispozitivele de separare trebuie să poată permite deconectarea instalaţiei electrice, a circuitelor şi a aparatelor individuale pentru a se permite întreţinerea, verificarea, detectarea defectelor şi efectuarea reparaţiilor.

5.3.4.5.0.3 Dispozitivele de întrerupere de urgenţă (inclusiv oprirea de urgenţă), trebuie instalate, dacă este necesar în caz de pericol, astfel ca tensiunea să fie întreruptă imediat printr-o menevră rapidă şi uşor recunoscută.

5.3.4.5.0.4 Dispozitivele de comandă funcţională trebuie prevăzute pentru fiecare element al circuitului, care poate să fie comandat independent de celelalte părţi ale instalaţiei electrice.

5.3.4.5.1. Dispozitive de separare (secţionare)

5.3.4.5.1.1. Dispozitivele de separare (secţionare) din tablourile de distribuţie trebuie să separe în mod efectiv toate conductoarele active de alimentare de circuitul considerat, inclusiv conductorul neutru (N).

Pot fi luate măsuri pentru separarea (secţionarea) unui ansamblu de circuite prin acelaşi dispozitiv, dacă condiţiile de serviciu permit aceasta.

5.3.4.5.1.2. În reţelele TN-C, conductorul (PEN) nu trebuie întrerupt, iar în reţelele TN-S, conductorul de protecţie (PE) nu trebuie întrerupt.

În toate reţelele conductoarele de protecţie nu trebuie să fie întrerupte.

5.3.4.5.1.3 Dispozitivele de separare (secţionare) trebuie să corespundă următoarelor condiţii:

a) să suporte în stare nouă, curată şi în condiţii uscate, în poziţia deschis, între bornele fiecărui pol, tensiunea de impuls la valoarea indicată în tabelul 5.10 în funcţie de tensiunea nominală a instalaţiei.
b) să aibă un curent de scurgere transversal pe poli în poziţia deschis care nu depăşeşte:
   - 0,5 mA pe pol, în stare nouă, curată şi în condiţii uscate şi
   - 6 mA pe pol la sfârşitul duratei de viaţă convenţională, determinată prin standardele corespunzătoare (atunci când se aplică între bornele fiecărui pol o tensiune de încercare egală cu 110% din tensiunea nominală între fază şi neutrul instalaţiei). În cazul încercării în tensiune continuă valoarea tensiunii trebuie să fie egală cu valoarea efectivă a tensiunii alternative de încercare.

Tabelul 5.10
Tensiunea de ţinere la impuls în funcţie de tensiunea nominală

Tensiunea nominală a instalaţiei		Tensiunea de ţinere la impuls (kV) pentru dispozitivele de secţionare	
Reţea trifazată (V)	Reţea monofazată cu punct median (V)	*Supratensiune de* categoria III	*Supratensiune de* categoria IV
230/400	120 ÷ 240	3	5
277/480		5	8
400/690		8	10
1.000		10	15
1 – Din punct de vedere al supratensiunilor de trăsnet nu se face nici o distincţie, între reţelele legate la pământ şi cele care nu sunt legate la pământ 2 – Tensiunile de ţinere la impuls se referă la o altitudine de până la 2000 m.			

5.3.4.5.1.4. Distanţa deschiderii între contactele dispozitivului în poziţia deschis trebuie să fie vizibilă sau în mod clar şi sigur indicată prin marcarea "Închis" sau "Deschis".

Marcarea poate fi realizată prin utilizarea simbolurilor "0" şi "I" care să indice poziţia "Deschis" respectiv "Închis", acolo unde utilizarea acestor simboluri este permisă prin standardele de echipament corespunzătoare.

5.3.4.5.1.5. Dispozitivele cu semiconductoare nu trebuie utilizate ca dispozitive de secţionare.

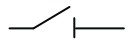
5.3.4.5.1.6. Dispozitivele de secţionare trebuie concepute şi/sau instalate astfel încât să prevină închiderea neintenţionată provocată, de exemplu prin şocuri şi vibraţii sau adoptarea de alte măsuri, după cum urmează: încuietori cu lacăt, amplasare în locuri încuiate cu cheie sau sub carcase şi panouri de avertizare.

Legarea în scurtcircuit şi la pământ pot fi utilizate ca măsuri suplimentare.

5.3.4.5.1.7. Trebuie prevăzute măsuri pentru protejarea dispozitivelor de secţionare fără rupere în sarcină, împotriva deschiderii accidentale sau nepermise.
Aceasta poate fi realizată prin amplasarea dispozitivului într-un spaţiu sau carcasă care poate fi încuiată. Ca alternativă, dispozitivul fără sarcină poate fi interblocat cu un întreruptor de sarcină.

5.3.4.5.1.8. Mijloacele de separare (secţionare) trebuie prevăzute să deconecteze toţi polii de alimentare corespunzători .
Secţionarea poate fi realizată, de exemplu, cu ajutorul:
- separatoarelor, întreruptoarelor - separatoare multipolare sau unipolare;
- întreruptoarelor garantate prin norme pentru separare (secţionare);
- prizelor şi fişelor;
- siguranţelor fuzibile în distribuţiile în care nu există conductor neutru sau acesta nu trebuie întrerupt (de exemplu: alimentarea motoarelor trifazate, în reţele TNC);
- bornelor special concepute care împiedică deplasarea conductorului.

5.3.4.5.1.9. Toate dispozitivele utilizate pentru secţionare trebuie să fie în mod clar identificate, de exemplu, prin marcarea circuitului pe care-l separă.

5.3.4.5.1.10. Aptitudinea de separare a întreruptoarelor automate, este indicată prin simbolul  marcat pe aparat, (din SR EN 60898 şi SR EN 60947).
Pentru întreruptoarele automate, altele decât cele acţionate prin buton de comandă, poziţia deschis trebuie să fie indicată prin simbolul 0 (un cerc) şi poziţia închis prin simbolul I (o linie scurtă verticală).
Pentru întreruptoarele automate acţionate cu ajutorul a două butoane, butonul de comandă prevăzut numai pentru comanda de deschidere trebuie să fie roşu şi/ sau marcat cu simbolul 0.

5.3.4.5.2. Dispozitive de întrerupere de urgenţă (inclusiv oprirea de urgenţă)
5.3.4.5.2.1. Dispozitivele de întrerupere de urgenţă trebuie să poată întrerupe curentul de plină sarcină a părţii respective din instalaţie .

5.3.4.5.2.2. Mijloacele pentru întreruperea de urgenţă pot fi compuse:
- dintr-un dispozitiv de întrerupere capabil să întrerupă în mod direct alimentarea respectivă;
- dintr-o combinaţie de echipamente puse în funcţiune printr-o singură acţionare pentru întreruperea alimentării respective.

Prizele şi fişele nu trebuie prevăzute pentru a fi utilizate ca mijloace de întrerupere de urgenţă.
Pentru oprirea de urgenţă menţinerea alimentării poate fi necesară, de exemplu, pentru frânarea părţilor aflate în mişcare.

5.3.4.5.2.3 Întreruperea de urgenţă poate fi realizată, de exemplu, cu ajutorul:
- întreruptoarelor din circuitul principal;
- butoane de comandă şi aparate similare din circuitele de comandă (auxiliare)

5.3.4.5.2.4 Dispozitivele de întrerupere cu acţionare manuală pot fi alese pentru întreruperea directă a circuitului principal acolo unde acesta se poate efectua.
Întreruptoarele automate, contactoarele etc. se deschid de la distanţă prin butonul (comutatorul) care acţionează în circuitul de declanşare al bobinei.

5.3.4.5.2.5 Mijloacele de comandă (butoane de comandă, comutatoare etc.) ale dispozitivelor de întrerupere de urgenţă trebuie să fie identificate în mod clar, de preferinţă prin culoarea roşie care să contrasteze cu fondul.

5.3.4.5.2.6 Mijloacele de comandă trebuie să fie uşor accesibile în locurile unde poate să apară pericolul, eventual, în toate locurile suplimentare de unde pericolul poate fi îndepărtat de la distanţă.

5.3.4.5.2.7 Mijloacele de comandă ale unui dispozitiv de întrerupere de urgenţă trebuie să poată fi zăvorâte sau blocate în poziţia de întrerupere a funcţionării "Închis" sau "Oprit", în afară de cazul în care mijloacele de comandă ale unui dispozitiv de întrerupere de urgenţă şi cele pentru realimentare sunt sub comanda aceleiaşi persoane.
Decuplarea unui dispozitiv de întrerupere de urgenţă nu trebuie să permită realimentarea părţii respective a instalaţiei.
Dispozitivele de oprire de urgenţă cu zăvorâre mecanică trebuie să respecte standardul SR EN 60947-5-5.

5.3.4.5.2.8. Exemple de instalaţii unde se utilizează întreruperi de urgenţă:
- sisteme de pompare pentru lichide inflamabile;
- sisteme de ventilaţie normală;
- laboratoare electrice şi platforme de încercări;
- bucătării mari.

5.3.4.5.2.9. Exemple de instalaţii unde se utilizează opriri de urgenţă:
- scări rulante;
- ascensoare;
- elevatoare;
- transportoare;
- maşini - unelte.

5.3.4.5.2.10. Pentru maşinile cu motor electric, suplimentar, se vor aplica şi recomandările din standardul SR EN 60204-1.

5.3.4.5.3. Dispozitive de întrerupere (comandă) funcţională
5.3.4.5.3.1 Dispozitivele de întrerupere funcţională, trebuie să corespundă celor mai severe condiţii pentru care ele pot fi solicitate să funcţioneze.

5.3.4.5.3.2 Dispozitivele de întrerupere funcţională pot întrerupe curentul electric fără să fie necesară deschiderea polilor corespondenţi :
a) dispozitivele de comandă cu semiconductoare sunt exemple de dispozitive capabile să întrerupă curentul din circuit dar nu deschid polii corespondenţi.
b) întreruperea funcţională poate fi realizată prin intermediul unor întreruptoare, dispozitive semiconductoare, contactoare, relee, prize de curent nominal de cel mult 16 A.

5.3.4.5.3.3 Separatoarele, siguranţele fuzibile şi elementele de conectare nu trebuie utilizate pentru întreruperea funcţională.

5.4 Instalaţii electrice pentru prize şi iluminat normal

5.4.1. Circuitele iluminatului normal trebuie să fie distincte de circuitele de prize.

5.4.2. Se admit doze comune pentru circuitele de iluminat normal, de prize, de comandă şi de semnalizare, dacă circuitele respective funcţionează la aceeaşi tensiune.

5.4.3. Circuitele şi dozele iluminatului normal trebuie să fie distincte de cele ale iluminatului de siguranţă. Excepţiile sunt menţionate în cap. 7.

5.4.4. Dimensionarea conductoarelor circuitelor de iluminat normal se face respectând prevederile din subcap. 5.4 şi secţiunile minime din anexa 5.32.

5.4.5. Se recomandă ca la stabilirea numărului circuitelor de iluminat normal să nu se depăşească o putere totală instalată de 3 kW pe un circuit monofazat şi de 8 kW pe un circuit trifazat.

5.4.6. Dimensionarea conductoarelor circuitelor de priză monofazate se face respectându-se prevederile din subcap. 5.2.4. şi secţiunile minime din anexa 5.32.

5.4.7. Puterea instalată pe un circuit monofazat de prize din clădirile de locuit şi social - culturale este de 2kW.
În locuinţe, pentru receptoare cu puteri de peste 2 kW (de ex. maşini de spălat, aparate de climatizare etc.), trebuie prevăzute circuite de priză separate.
Secţiunile conductoarelor se dimensionează corespunzător puterii receptorului /receptoarelor dar nu vor fi mai mici decât cele din anexa 5.32.

5.4.8. Prizele cu tensiunea de 230 V vor fi prevăzute cu contact de protecţie.

5.4.9. Dimensionarea circuitelor de priză trifazate se face respectând condiţiile din subcap. 5.2.4 şi prevederile din subcap. 5.3.1 referitoare la condiţiile de alimentare a receptoarelor de putere.

5.4.10. Dimensionarea circuitelor care alimentează prize de tensiuni reduse prin transformator, se face pe baza puterii nominale a transformatorului.

5.4.11. Dimensionarea coloanei de alimentare a tablourilor de lumină şi prize se face conform prevederilor din subcap.5.2.4 şi prevederilor recomandate de SR 234.

5.4.12. Trebuie evitată traversarea încăperilor din clasele de mediu AD 2, AD 3, AD 4, AF 2, AF 3, AF 4, AA 5 şi din categoria BE 2 cu circuite electrice care deservesc alte încăperi.
Fac excepţie încăperile pentru bucătării şi băi din locuinţe, precum şi alte cazuri justificate de către proiectant, în care se admit astfel de traversări, cu luarea de măsuri de protecţie corespunzătoare influenţelor externe .

5.4.13. Alimentarea transformatorului de sonerie sau soneriei de 220 V se face dintr-un circuit de iluminat normal, dintr-un circuit de prize sau direct din tabloul de distribuţie.

5.4.14. La instalarea conductoarelor unui circuit sau mai multor circuite în acelaşi element de protecţie (tuburi, jgheaburi etc.) trebuie se respectă şi prevederile din subcap. 5.2.12.

5.4.15. Corpurile de iluminat se aleg şi se montează respectându-se pe lângă prevederile din acest normativ, precum şi condiţiile din reglementările specifice referitoare la proiectarea şi executarea sistemele de iluminat artificial.
Pentru corpurile de iluminat din încăperile cu destinaţii speciale se vor respecta şi condiţiile din capitolul 7.

5.4.16. Alegerea corpurilor de iluminat şi a surselor de lumină se face în funcţie de :
- influenţele externe (anexa 5.2);
- destinaţiile încăperilor şi a construcţiei;
- cerinţele luminotehnice;
- măsurile de protecţie împotriva şocurilor electrice (subcap.4.1);
- regimul de funcţionare;
- criteriile economice.

5.4.17. În încăperi cu aglomerări de persoane şi săli aglomerate se folosesc corpuri de ilumint executate din materiale incombustibile sau cu întârziere la propagarea flăcării.

5.4.18. În încăperi din clasa BE2 corpurile de iluminat se aleg conform subcap. 4.2.

5.4.19. Corpurile de ilumint echipate cu lămpi incandescente, fluorescente sau cu descărcări în vapori metalici care se instalează în depozite cu materiale combustibile, categoria BE 2, trebuie să fie prevăzute cu glob, respectiv cu difuzor şi dacă există şi pericol de şocuri mecanice, vor avea şi grătar protector.
Conductorul de fază se leagă în dulia lămpii la borna din interior, conductorul neutru (N) la borna conectată la partea filetată a duliei, iar conductorul de protecţie (PE) la borna marcată pentru acesta .

5.4.20. Corpurile de iluminat echipate cu lămpi cu descărcări se prevăd cu dispozitive pentru îmbunătăţirea factorului de putere.

5.4.21. Dispozitivele pentru suspendarea corpurilor de iluminat (cârlige de tavan, bolţuri, dibluri etc.) se aleg astfel încât să poată suporta fără deformări o masă egală cu de 5 ori masa corpului de iluminat respectiv, dar nu mai puţin de 10 kg.

5.4.22. Întreruptoarele şi butoanele pe circuitele pentru iluminat trebuie montate numai pe conductoarele de fază.
Se recomandă ca întreruptoarele, comutatoarele şi butoanele să se monteze la înălţimea de 0,6 ... 1,5m, măsurată de la aparat până la nivelul pardoselii finite.

5.4.23. Butonul de sonerie din locuinţe se montează pe circuitul secundar al transformatorului ce asigură alimentarea cu TFJS.

5.4.24. În clădirile de locuit se prevăd în fiecare încăpere prize după necesităţi.

5.4.25. Se recomandă ca prizele să fie montate pe pereţi la următoarele înălţimi măsurate de la axul aparatului până la nivelul pardoselii finite:
- peste 2,0 m , la şcoli, în clase;
- peste 1,5 m în camerele de copii din creşe, grădiniţe, cămine, spitale de copii şi alte clădiri similare;
- peste 0,1 m în alte încăperi decât grupuri sanitare, duşuri, băi, spălătorii şi bucătării, indiferent de natura pardoselii

5.4.26. În cazul instalării prizelor în pardoseli sau pe pardoseli trebuie să se folosească fie prize în execuţie specială, omologate pentru acest scop, fie prize în execuţie normală, protejate în cutii speciale care asigură gradul de protecţie (la pătrunderea corpurilor solide, a apei şi la şocurile mecanice (conform recomandărilor din SR EN 60529) necesar în scopul respectiv.

5.4.27. Prizele dintr-o instalaţie electrică utilizate pentru diferite tensiuni nominale, trebuie să fie distincte ca formă sau să se marcheze distinct în mod vizibil.

5.4.28. Se admite instalarea prizelor în depozitele cu materiale combustibile categoria BE2 cu condiţia ca acestea să fie prevăzute cu dispozitiv de protecţie diferenţială. (curentul diferenţial rezidual nominal trebuie să fie $\leq$ 30 mA) şi amplasate la min. 1 m de materialele combustibile.

5.4.29. În încăperi în care se impun condiţii speciale de protecţie datorită utilizatorilor (copii, bolnavi mintal etc.), prizele trebuie să fie de tip special (de ex. cu obturatori) şi prevăzute cu dispozitive de protecţie diferenţială $\leq$ 30 mA.

5.4.30. Elementele conductoare de curent ale aparatelor de comutaţie pentru montaj îngropat în elemente de construcţie se montează în doze de aparat.

5. 4.31. Întreruptoarele, comutatoarele, butoanele şi prizele din încăperi pentru băi, grupuri sanitare şi piscine, se instalează respectându-se condiţiile din subcap. 7.1 şi 7.2.

5.5. Sisteme de legare la pământ
5.5.1.Generalităţi

5.5.1.1. Sistemele de legare la pământ au drept scop:

a) asigurarea potenţialului pământului pentru:

- conductorul PEN, în reţelele TN-C. Conductorul PEN, la consumator, este conectat la borna (bara) principală de legare la pământ a instalaţiei (fig. 5.1.), care oferă posibilitatea conectării electrice a unui număr de conductoare în scopul legării la pământ;
- conductorul neutru (N), în reţelele TN-S pentru a permite conectarea la reţea a receptoarelor monofazate sau trifazate legate în stea şi neuniform încărcate pe faze;
- conductorul de protecţie (PE), în reţelele TN-S, pentru a asigura protecţia persoanelor şi a animalelor împotriva şocurilor electrice;
- masele metalice, ce accidental ar putea ajunge sub tensiune, în schemele IT, TT sau în reţelele TN-C şi TN-S atunci când se impune.

b) limitarea influenţelor electroenergetice datorate unor supratensiuni (a se vedea 4.4);

c) disiparea sarcinilor electrice în sol, datorate supratensiunilor de trăsnet, loviturilor de trăsnet directe (cap.6).

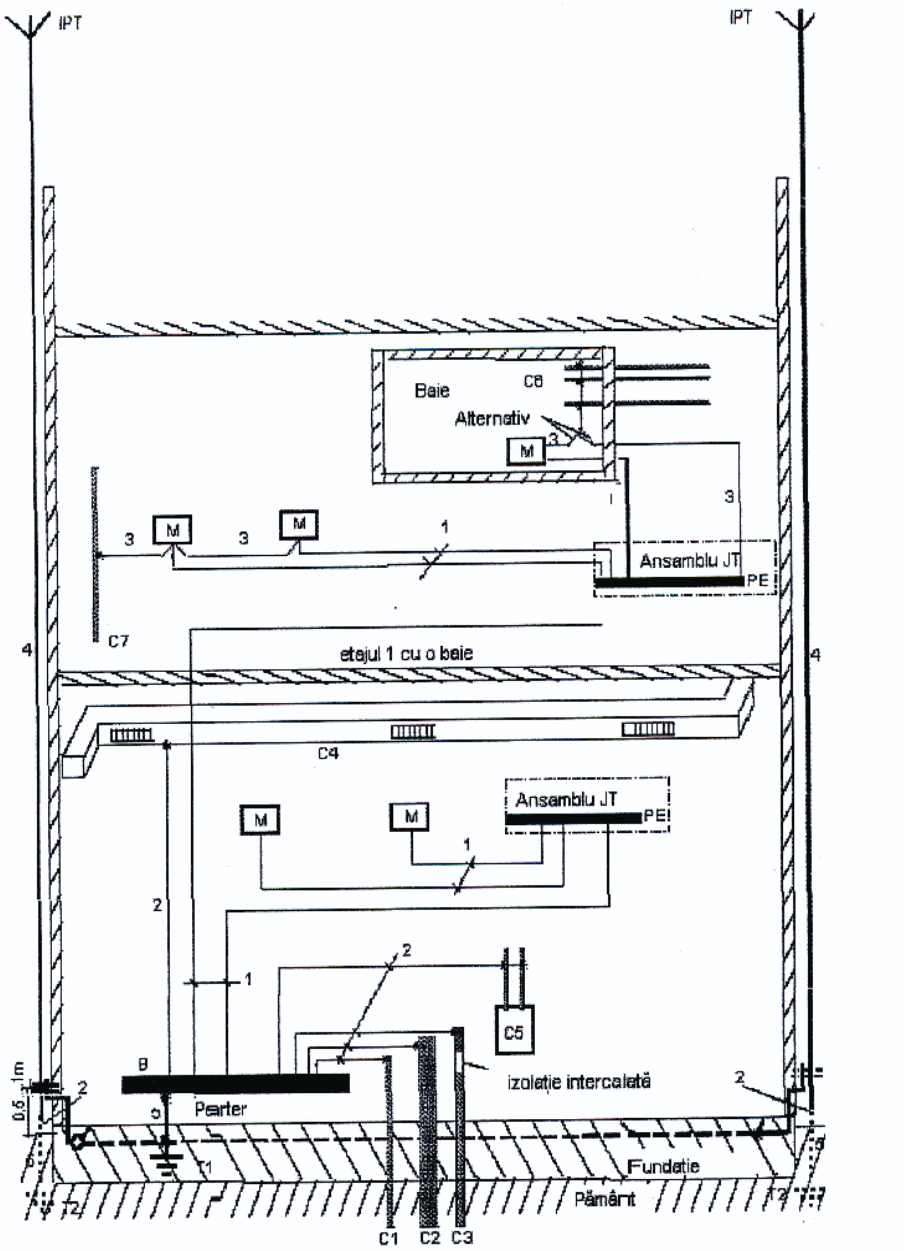


Fig. 5.1 Sistem de legare la pământ . Conductoare de protecţie şi conductoare de echipotenţializare

Legendă :

M – masă; C – parte conductoare străină; parte conductoare care nu face parte din instalaţia electrică şi care poate introduce un potenţial electric, în general potenţialul electric al pământului local; C1 – conductă metalică de apă, din exterior; C2 - conductă metalică de apă uzată, din exterior; C3 – conductă metalică de gaz racord electroizolant, din exterior; C4 – aer condiţionat; C5 – sistem de încălzire; C6 – conductă metalică de apă, de exemplu, într-o baie; C7 – părţi conductoare străine în zona de accesibilitate la atingere a părţilor conductoare; B – bornă principală de legare la pământ (bară colectoare principală de legare la pământ); T – priză de pământ, (electrod de pământ); T1 – priză de pământ (electrod de pământ) în fundaţie; T2 – priză de pământ, (electrod de pământ) pentru IPT dacă este necesar; IPT - instalaţie de protecţie împotriva trăsnetului; PE – bară pentru conectarea conductoarelor de protecţie; 1 – conductor de protecţie; 2 – conductor de echipotenţializare; 3 – conductor de echipotenţializare pentru echipotenţializare suplimentară; 4 – conductor de coborâre pentru o instalaţie de protecţie împotriva trăsnetului (IPT); 5 – conductor de legare la pământ

5.5.1.2. Un sistem de legare la pământ se compune din:

- borna (bara) principală de legare la pământ;
- conductoare de protecţie (PE);
- conductoare pentru legătură de echipotenţializare (conductoare principale de legare la pământ) ;
- conductoare de ramificaţii;
- conductoare de legare la priza de pământ;
- priza de pământ.

5.5.1.3. Sistemul de legare la pământ trebuie:
- să fie sigur şi corespunzător pentru prescripţiile de protecţie;
- să fie stabil termic la curentii de defect .

Acesta nu trebuie să conducă la solicitări termice, termomecanice, electromecanice şi şocuri electrice.
- să asigure robusteţe, protecţie mecanică şi rezistenţă corespunzătoare la coroziune faţă de influenţele externe la care ar putea fi supus.

5.5.2. Bornă /bara principală de legare la pământ

5.5.2.1. În fiecare instalaţie la nivelul tabloului general trebuie prevăzută o bornă /bară principală de legare la pământ, la care trebuie conectate următoarele conductoare:
- conductorul PEN din racordul de alimentare;
- conductorul (conductoarele) PEN, ce se distribuie la consumator atunci când reţeaua de distribuţie este TN-C;
- conductorul PE, ce se distribuie la consumator în cazul în care alimentarea receptoarelor se face în sistem TN-S;
- conductorul N, ce se distribuie la consumator în cazul în care alimentarea receptoarelor se face în sistem TN-C-S;
- conductoare pentru legătură de echipotenţializare;
- conductoare de legare la pământ.

5.5.2.2. Nu se conectează fiecare conductor de protecţie în parte direct la bornă /bara principală de legare la pământ dacă sunt conectate prin alte conductoare principale de protecţie .

5.5.2.3. Fiecare conductor conectat la bornă /bara principală de legare la pământ trebuie să poată fi deconectat individual. Această conectare trebuie să fie sigură şi deconectabilă numai prin intermediul unei scule.

5.5.3. Conductoare de protecţie

5.5.3.1. Conductoarele de protecţie (PE) pot fi:
- conductoare în cabluri multiconductoare;
- conductoare neizolate sau izolate instalate fix;
- conductoare izolate sau neizolate într-o incintă comună cu conductoarele active;
- mantaua metalică a cablului, ecranul cablului, armătura cablului, tresa metalică, conductorul concentric, conducta metalică de protecţie, jgheaburi pentru sisteme de bare colectoare, carcasele aparatajului de joasă tensiune sau suporturi metalice ale echipamentelor, dacă sunt îndeplinite simultan următoarele prescripţii:
  - continuitatea lor electrică este asigurată prin construcţie sau printr-o conectare corespunzătoare astfel încât să se asigure protecţia împotriva deteriorări mecanice, chimice sau electrochimice;
  - trebuie să permită conectarea altor conductoare de protecţie la fiecare punct de conectare predeterminat.

5.5.3.2. Nu este permisă utilizarea următoarelor părţi metalice drept conductoare de protecţie:
- conducte pentru apă;
- conducte pentru gaze şi/sau lichide inflamabile;
- părţi constructive supuse solicitărilor mecanice în funcţionare normală;
- părţi metalice flexibile;
- conducte metalice flexibile sau pliabile, numai dacă nu sunt destinate pentru acest scop;
- suporturi pentru conducte;
- tăvi de cabluri şi scări pentru cabluri, dacă nu se asigură continuitatea electrică a acestora.

5.5.3.3. Conductoarele de protecţie trebuie protejate corespunzător împotriva deteriorărilor mecanice, chimice sau electrochimice, împotriva forţelor electrodinamice şi termodinamice.

5.4.3.4. Îmbinările conductoarelor de protecţie trebuie să fie accesibile pentru verificare şi încercare cu următoarele excepţii:

- îmbinări umplute cu masă izolantă;
- îmbinări capsulate;
- jgheaburi pentru sisteme de bare colectoare;
- îmbinări care formează parte a unui echipament, care respectă standardele echipamentului.

5.5.3.5. Nici un dispozitiv de comutaţie nu trebuie înseriat pe conductorul de protecţie, dar trebuie prevăzute îmbinări care pot fi deconectate în scopuri de încercare, prin utilizarea unei scule.

5.5.3.6. Unde se utilizează monitorizarea legării la pământ, nici un dispozitiv specializat (de exemplu senzori de acţionare, bobine) nu trebuie conectat, în serie, în conductoarele de protecţie.

5.5.3.7. Secţiunea minimă a conductoarelor de protecţie :

a. secţiunea minimă a fiecărui conductor de protecţie trebuie să îndeplinească condiţiile întreruperii automate a alimentării (de văzut 4.1.3.1) şi trebuie să fie capabil să reziste la curentul de defect prezumat.
b. secţiunea conductoarelor de protecţie nu trebuie să fie mai mică decât valoarea indicată de tabelul 5.17 sau de valoarea determinată de relaţia de mai jos, atunci când timpii de întrerupere, în caz de defect, nu depăşesc 5s:

$$S = \frac{I\sqrt{t}}{k}$$

unde:

- S - este secţiunea în mm^2;
- I - este valoarea efectivă, în A a curentului de defect prezumat, pentru un defect cu impedanţă neglijabilă, care poate trece prin dispozitivul de protecţie;
- t - este timpul de acţionare, în secunde, a dispozitivului de protecţie pentru întrerupere automată;
- k - este factorul care depinde de materialul conductorului de protecţie, de izolaţie şi de temperaturile iniţiale şi finale.

  Valorile coeficientului k sunt date de relatia:

$$k = \sqrt{\frac{Q_c(\beta + 20^0 C)}{\rho_{20}} \ln \frac{\beta + \theta_f}{\beta + \theta_i}}$$

unde:

Q_c - este capacitatea caloric volumetrică a materialului conductorului (J/^{0}C mm^3) la 20^{0}C .

β – este inversul coeficientului de temperatură a rezistivităţii la 0^{0}C pentru conductor (^{0}C);

ρ_{20} - rezistivitatea electrică a materialului conductorului la 20^{0}C (Ωmm);

θ_i - temperatura iniţială a conductorului (^{0}C);

θ_f - temperatura finală a conductorului (^{0}C);

Valorile parametrilor β, Q_c şi ρ_{20} sunt date în tabelul 5.11 pentru principalele materiale conductoare .

Tabelul 5.11.
Valoarea parametrilor pentru diferite materiale

Material	β ^{0}C	Q_c J/^{0}C mm^3	ρ_{20} Ωmm	$\sqrt{\frac{Q_c(\beta + 20^0 C)}{\rho_{20}}}$ $\frac{A\left(\sqrt{s}\right)}{mm^2}$
Cupru	234,5	$3,45 \times 10^{-3}$	$17,241 \times 10^{-6}$	226
Aluminiu	228	$2,5 \times 10^{-3}$	$28,264 \times 10^{-6}$	148
Plumb	230	$1,45 \times 10^{-3}$	214×10^{-6}	41
Oţel	202	$3,8 \times 10^{-3}$	138×10^{-6}	78

Utilizând formula de mai sus şi date din tabelul 5.11 valorile coeficientului k pentru conductorul de protecţie, în funcţie de natura acestuia (soluţiile cele mai utilizate în tehnica de proiectare) sunt date în tabelele 5.12 – 5.16.

Tabelul 5.12.
Valori ale coeficientului k pentru conductoare de protecţie izolate neîncorporate în cabluri şi nici în mănunchi cu alte cabluri

Izolaţia conductorului	Temperatura ^{0}C[b]		Materialul conductorului		
			Cupru	Aluminiu	Oţel
	Iniţială	Finală	Valori pentru k		
70^{0}C PVC	30	160/140[a]	143/133[a]	95/88[a]	52/49[a]
90^{0}C PVC	30	160/140[a]	143/133[a]	95/88[a]	52/49[a]
90^{0}C materiale termo-rigide (XLPE, EPR)	30	250	176	116	64
60^{0}C cauciuc	30	200	159	105	58
85^{0}C cauciuc	30	220	166	110	60
Cauciuc siliconic	30	350	201	133	73
a - Valoarea cea mai mică se aplică conductoarelor izolate cu PVC cu secţiune mai mare de 300 mm^2 b - Limite de temperatură pentru diferite tipuri de izolaţie sunt indicate în CEI 60724					

Tabelul 5.13.
Valori ale coeficientului k pentru conductoare de protecţie neizolate în contact cu canalul unui cablu dar nu în mănunchi cu alte cabluri

Acoperirea cablului	Temperatura ^{0}C[a]		Materialul conductorului		
			Cupru	Aluminiu	Oţel
	Iniţială	Finală	Valori pentru k		
PVC	30	200	159	105	58
Polietilenă	30	150	138	91	50
CSP (cauciuc rezistent la ulei)	30	220	166	110	60
a - Limite de temperatură pentru diferite tipuri de izolaţie sunt indicate în CEI 60724					

Tabelul 5.14.

Valori ale coeficientului *k* pentru conductoare de protecţie ca un conductor izolat încorporat într-un cablu sau în mănunchi cu alte cabluri sau conductoare izolate

Izolaţia conductorului	Temperatura ^{0}C		Materialul conductorului		
			Cupru	Aluminiu	Oţel
	Iniţială	Finală	Valori pentru *k*		
70^{0}C PVC	70	160/140[a]	115/103[a]	76/68[a]	42/37[a]
90^{0}C PVC	90	160/140[a]	100/86[a]	66/57[a]	36/31[a]
90^{0}C materiale termo-rigide (XLPE, EPR)	90	250	143	94	52
60^{0}C cauciuc	60	200	141	93	51
85^{0}C cauciuc	85	220	134	89	48
Cauciuc siliconic	180	350	132	87	47
a - Valoarea cea mai mică se aplică conductoarelor izolate cu PVC cu secţiune mai mare de 300 mm^2 b - Limite de temperatură pentru diferite tipuri de izolaţie sunt indicate în CEI 60724					

Tabelul 5.15.

Valori ale coeficientului *k* pentru conductoare de protecţie ca strat metalic al cablului de exemplu armătură, manta metalică, conductor concentric etc.

Izolaţia conductorului	Temperatura ^{0}C[a]		Materialul conductorului			
			Cupru	Aluminiu	Plumb	Oţel
	Iniţială	Finală	Final		Valori pentru *k*	
70^{0}C PVC	60	200	141	93	26	51
90^{0}C PVC	80	200	128	85	23	46
90^{0}C materiale termo-rigide (XLPE, EPR)	80	200	128	85	23	46
60^{0}C cauciuc	55	200	144	95	26	52
85^{0}C cauciuc	75	220	140	93	26	51
Acoperire cu material PVC	70	200	135	-	-	-
Neizolat în manta minerală	105	250	135	-	-	-
a - Limite de temperatură pentru diferite tipuri de izolaţie sunt prezentate în CEI 60724						

Tabelul 5.16.

Valorile ale coeficientului *k* pentru un conductor activ

		Materialul conductorului					
		Cupru		Aluminiu		Plumb	
Condiţii	Temperatura iniţială ^{0}C	Valoare k	Temperatura maximă ^{0}C	Valoare k	Temperatura maximă ^{0}C	Valoare k	Temperatura maximă ^{0}C
Vizibil şi în zonă restricţionată	30	228	500	125	300	82	500
Condiţii normale	30	159	200	105	200	58	200
Risc de incendiu	30	138	150	91	150	50	150

Tabelul 5.17
Secţiune minimă pentru conductoare de protecţie

Secţiunea conductorului de fază S mm^2	Secţiunea minimă corespunzătoare conductorului de protecţie mm^2	
	Când conductorul de protecţie este de acelaşi material cu al conductorului de fază	Când conductorul de protecţie nu este de acelaşi material cu al conductorului de fază
$S \leq 16$	S	$\frac{k_1}{k_2} \cdot S$
$16 < S \leq 35$	16[a]	$\frac{k_1}{k_2} \cdot 16$
$S > 35$	$\frac{S^a}{2}$	$\frac{k_1}{k_2} \cdot \frac{S}{2}$
unde k_1 este valoarea pentru conductorul de fază, provenită din tabelul 5.13. k_2 este valoarea pentru conductorul de protecţie, aleasă din tabelele de la 5.11 până la 5.15.		
[a] Pentru conductorul PEN, reducerea secţiunii este permisă numai cu îndeplinirea regulilor pentru dimensiuni ale conductorului neutru (a se vedea 5.2.4.6)		

Dacă aplicarea formulei conduce la o secţiune nestandardizată, trebuie utilizat un conductor cu secţiunea standardizată mai mare cea mai apropiată.

c. atunci când se utilizează cablu cu izolaţie minerală nu trebuie calculată secţiunea mantalei metalice, când aceasta este folosită drept conductor de protecţie, deoarece mantaua metalică are o capacitate la defect faţă de pământ mai mare decât a conductoarelor de fază (conf. SR EN 60702-1).
d. secţiunea fiecărui conductor de protecţie care nu face parte din cablu sau care nu este într-o incintă cu conductorul de fază, nu trebuie să fie mai mică de:
   - 2,5 mm^2 Cu sau 16 mm^2 Al, dacă este asigurată protecţia împotriva deteriorărilor mecanice,
   - 4 mm^2 Cu sau 16 mm^2 Al, dacă nu este prevăzută protecţia împotriva deteriorărilor mecanice.
e. dacă conductorul de protecţie face parte dintr-un cablu sau se află într-un tub de protecţie împreună cu conductoarele de fază ale aceluiaşi circuit secţiunea minimă pentru aluminiu este de 4 mm^2.
f. când conductorul de protecţie este comun pentru unul sau mai multe circuite, secţiunea trebuie stabilită după cum urmează:
   - calculată cu relaţia de la punctul c pentru cei mai dezavantajoşi curenţi de defect prezumaţi şi timpi de acţionare corespunzători acestor circuite, sau
   - selectată conform tabelului de la punctul b, dar să corespundă conductorului de fază;
   - identică cu secţiunea cea mai mare din circuit.

5.5.3.8. Dacă dispozitivele de protecţie la supracurent sunt utilizate pentru protecţia împotriva şocului electric, conductorul de protecţie trebuie încorporat în acelaşi sistem de pozare ca şi conductoarele active sau amplasate în imediata apropiere a acestuia.

5.5.4. Conductoare PEN

5.5.4.1. Un conductor PEN poate fi utilizat numai în instalaţii electrice fixe şi din considerente mecanice nu trebuie să aibă o secţiune mai mică de:

- 10 mm^2 Cu sau
- 16 mm^2 Al

5.5.4.2. Conductorul PEN trebuie izolat pentru tensiunea nominală a reţelei.

5.5.4.3. Carcasele metalice ale sistemelor de pozare nu trebuie utilizate drept conductoare PEN.

5.5.4.4. Dacă de la orice punct al unei instalaţii funcţiile de conductor neutru (N) şi de conductor de protecţie (PE) sunt asigurate prin conductoare separate, nu este permis să se conecteze conductorul neutru la orice altă parte a instalaţiei legată la pământ.
Este permis să se formeze mai mult de un conductor neutru sau mai mult de un conductor de protecţie din conductorul PEN. Se prevăd borne sau bare separate pentru conductoarele de neutru şi respectiv conductoarele de protecţie. În acest caz conductorul PEN, din racordul de alimentare, trebuie conectat la borna sau bara prevăzută pentru conductorul de protecţie.

5.5.4.5. Părţile conductoare străine nu trebuie utilizate drept conductoare PEN în tensiune alternativă şi PEL în tensiune continuă.

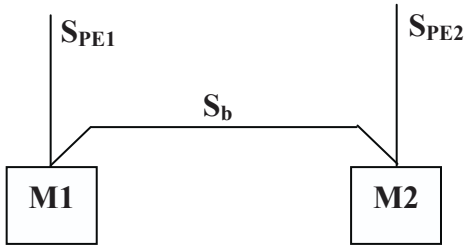
5.5.4.6. Un conductor de întoarcere PEL pentru o alimentare în tensiune continuă a unui echipament din tehnologia informatică poate servi drept conductor de legare la pământ şi conductor de protecţie.

5.5.5. Conductoare de echipotenţializare

5.5.5.1. Secţiunea minimă a conductoarelor de echipotenţializare care sunt conectate la borna (bara) principală de legare la pământ este :

- 6 mm^2 Cu sau
- 16 mm^2 Al sau
- 50 mm^2 OL

5.5.5.2. Conductorul de echipotenţializare pentru echipotenţializare suplimentară care conectează două părţi conductoare accesibile trebuie să aibe secţiunea egală (sau mai mare) cu secţiunea cea mai mică a conductoarelor de protecţie care au şi rol de echipotenţializare (fig. 5.2).



$S_{PE1} \leq S_{PE2}$

$S_b \geq S_{PE1}$

Fig. 5.2 Conductor pentru echipotenţializare suplimentară. M1, M2 – părţi conductoare accesibile, Sb – secţiunea conductorului de legătură pentru echipotenţializare.

5.5.5.3. Un conductor de echipotenţializare pentru echipotenţializare suplimentară care conectează părţi conductoare accesibile la părţile conductoare străine trebuie să aibă secţiunea mai mare sau cel puţin egală cu 0,5 din secţiunea conductorului de protecţie al părţii conductoare accesibile (fig. 5.3) cu condiţia ca S_b să fie de cel puţin 2,5 mm^2 Cu dacă conductorul este protejat mecanic sau 4 mm^2 Cu dacă conductorul nu este protejat mecanic.

Un conductor de echipotenţializare se consideră protejat mecanic prin introducerea lui într-un tub de protecţie, într-un jgheab pentru cabluri sau dacă este protejat similar.

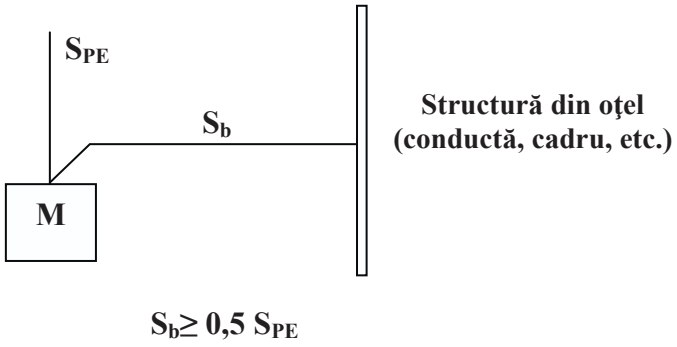


Fig. 5.3 Conductor pentru echipotenţializare suplimentară care corectează părţi conductoare accesibile

5.5.6. Conductoare de legare la pământ

5.5.6.1. Conductoarele de legare la pământ fac legătura dintre:

- borna sau bara principală de legare la pământ,
- bara de egalizare a potenţialelor,
- părţi metalice accesibile, ce accidental ar putea ajunge sub tensiune (atunci când nu există o bară de egalizare a potenţialelor) şi priza de pământ.

5.5.6.2. Conectarea unui conductor de legare la pământ la un electrod al prizei de pământ trebuie realizată ferm şi corespunzător din punct de vedere electric. Conectarea trebuie să fie realizată prin sudare exotermică, conector cu presiune, cleme sau alte conectoare mecanice. Conectoarele mecanice trebuie montate conform cu instrucţiunile producătorului. Când se folosesc cleme acestea nu trebuie să deterioreze conductorul de legare la pământ sau electrodul.

5.5.6.3. Secţiunea minimă a conductoarelor de legare la pământ, când nu sunt îngropate în pământ, trebuie să corespundă condiţiilor de la 5.5.3.7.

5.5.6.4. Secţiunea minimă a conductoarelor de legare la pământ, când sunt îngropate, trebuie să fie conform cu tabelul 5.18.

Tabelul 5.18
Secţiunea minimă a conductorului de legare la pământ îngropat

Conductor de legare la pământ	**Secţiunea minimă în mm² Protejat împotriva deteriorărilor mecanice**		**Secţiunea minimă în mm² Neprotejat împotriva deteriorărilor mecanice**	
	C upru	Oţe l	C upru	Oţel
Protejat împotriva coroziunii	2 ,5	10	1 6	16
Neprotejat împotriva coroziunii	2 5	50	2 5	50

5.5.7. Prize de pământ

5.5.7.1. Priza de pământ este realizată dintr-unul sau mai mulţi electrozi (electrozi de pământ).

5.5.7.2. Sunt recomandate următoarele tipuri de electrozi:

- bare rotunde, ţevi sau profil cruce;
- bandă (panglică) sau cornier;
- plăci;
- structură metalică subterană îngropată în fundaţii sau în sol;
- armătura metalică (sudată) a betonului (cu excepţia betonului precomprimat) îngropată în pământ;

5.5.7.3. Nu trebuie utilizate ca electrozi conductele metalice pentru lichide inflamabile sau gaze.
Această prescripţie nu trebuie să împiedice legătura de echipotenţializare a unor astfel de conducte (a se vedea fig. 5.1) .

5.5.7.4. Obiectele metalice cufundate în apă nu pot fi utilizate ca electrozi.

5.5.7.5. Materialele şi dimensiunile electrozilor (electrozilor de pământ) trebuie alese pentru a rezista la coroziune şi pentru a avea rezistenţa mecanică adecvată.

5.5.7.6. Pentru materialele utilizate în mod obişnuit, dimensiunile minime, din punctul de vedere al coroziunii şi solicitării mecanice, pentru electrozi, când sunt îngropaţi în pământ, sunt prezentate în tabelul 5.19.

5.5.7.7. La alegerea tipului şi a adâncimii de montare a electrodului în sol trebuie acordată atenţie condiţiilor locale, ştiind că unui sol uscat şi îngheţat îi creşte rezistenţa la o asemenea valoare încât să influenţeze negativ măsurile de protecţie împotriva şocurilor electrice .

5.5.7.8. Când se utilizează materiale diferite în sistemul de legare la pământ, trebuie avut în vedere să nu se producă coroziune electrolitică care ar duce la întreruperea continuităţii electrice.
Electrozii realizaţi din oţel şi încorporaţi în beton (în fundaţie) au acelaşi potenţial electrochimic cu al cuprului înglobat în pământ şi oţelului inox îngropat în pământ.

5.5.7.9. Atunci când electrodul este încorporat în beton (armătura din fundaţie), pentru a evita coroziunea, se recomandă o distanţă de cel puţin 5 cm între electrod şi suprafaţa betonului.

5.5.7.10. Rezistenţa prizei de pământ, atunci când aceasta este folosită pentru protecţie împotriva şocurilor electrice, trebuie să fie astfel încât să se obţină condiţiile necesare pentru declanşare în cel mult timpul menţionat în 4.1.8.

5.5.7.11. Rezistenţa prizei de pământ poate fi:
- cel mult 4 Ω atunci când este folosită numai pentru protecţia împotriva şocurilor electrice ;
- cel mult 1 Ω atunci când aceasta este comună cu priza de pământ pentru instalaţia de protecţie a clădirii împotriva trăsnetelor (vezi cap. 6).

5.5.8. Dimensionarea prizelor de pământ
Aceasta se face conform anexei 5.34. Între priza de pământ a clădirii şi priza de pământ a postului de transformare (ce alimentează clădirea) trebuie să fie o distanţă de cel puţin 20 m. Când această distanţă nu se poate respecta se prevede o priză de pământ comună cu rezistenţă de cel mult 1 Ω .

Tabelul 5.19
Dimensiuni minime pentru electrozii de pământ din material obişnuit din punctul de vedere al coroziunii şi al solicitării mecanice, dacă sunt încorporaţi în pământ

Materia	Suprafaţa	Forma	Dimensiune minimă				
			Diametru mm	Secţiune m^2	Grosime mm	Grosimi pentru acoperire/manta	
						Valoare individuală µm	Valoare Medie µm
Oţel	Galvanizare la cald sau oţel inoxidabil [a,b]	Bandă [c]		90	3	63	70
		Profilat		90	3	63	70
		Bară rotundă pentru electrozi de pământ de adâncime	16			63	70
		Conductor rotund pentru electrod cu extensie orizontală	10				50[e]
		Bară tubulară (ţeavă)	25		2	47	55
		Profil galvanizat în cruce	50×50×3		3	63	70
	Manta din cupru	Bară rotundă pentru electrod de pământ de adâncime	15			2000	
	Cu depunere electrochimică de cupru	Bară rotundă pentru electrod de pământ de adâncime	14			90	100
Cupru	Neacoperită	Bandă		50	2		
		Conductor rotund pentru electrod cu extensie orizontală		50[f]			
		Cablu torsadat	1,7 pentru fiecare toron	50			
		Bară tubulară (ţeavă)	20		2		
	Acoperită prin stanare	Cablu torsadat	1,7 pentru fiecare toron	50		1	5
	Acoperit cu zinc	Bandă [d]		50	2	20	40

a Corespunzător pentru electrozi încorporaţi în beton
b Nu foloseşte acoperire
c Ca bandă roluită sau o bandă ştanţată crestată cu muchii rotunjite
d Bandă cu muchii rotunjite
e În cazul unei acoperiri continue în baie galvanică, numai o grosime de 50 µm este tehnic posibil în prezent
f Dacă experienţa arată că riscul de coroziune şi de deteriorare mecanică este foarte scăzut, se poate utiliza secţiune 16 mm^2.

Calitatea electrozilor trebuie să corespundă standardului pe părţi de SR EN 50164.

5.6. Sisteme de alimentare cu energie electrică pentru servicii de securitate

5.6.1. Prescripţii generale (din standardele SR HD 60364-5-56, SR HD 60364-5-551 şi SR HD 60364-5-559)

5.6.1.1. Sistemele de alimentare electrică pentru servicii de securitate sunt prevăzute pentru menţinerea în funcţiune a echipamentelor şi instalaţiilor necesare:

a) pentru sănătatea şi securitatea persoanelor şi/sau
b) pentru evitarea deteriorării importante a mediului sau a unor echipamente .

5.6.1.2. Sistemul de alimentare include sursa şi circuitele electrice până la bornele echipamentului (în anumite cazuri poate să includă şi aceste echipamente).

Exemple de servicii de securitate sunt:
- iluminat de siguranţă/securitate;
- pompe electrice de incendiu;
- ascensoare pentru pompieri;
- sisteme de alarmă, cum ar fi alarme în caz de incendiu, de fum, CO, în cazul scurgerilor de GPL, pentru efracţie;
- sisteme de evacuare (lifturi);
- sisteme de evacuare a fumului şi gazelor fierbinţi;
- echipament medical de primă necesitate, conform cap.7.9.

5.6.1.3. Pentru serviciile de securitate care sunt necesare să funcţioneze în condiţii de foc trebuie îndeplinite următoarele condiţii:
a) sursa de alimentare de securitate trebuie aleasă astfel încât să menţină alimentarea pe o durată corespunzătoare;
b) toate echiapamentele trebuie să prezinte prin construcţie sau prin amplasare, o rezistenţă la foc pe o durată corespunzătoare;
c) sursa de alimentare de securitate, în general, suplimentează sursa de alimentare normală (reţeaua de distribuţie publică).

5.6.1.4. Sunt de preferat măsurile de protecţie împotriva atingerii indirecte fără deconectarea automată a alimentării în cazul unui prim defect.
În schemele IT trebuie prevăzut un dispozitiv de control permanent al izolaţiei care trebuie să aibă o indicaţie sonoră sau vizuală a unui prim defect de izolaţie.

5.6.2. Clasificarea surselor pentru servicii de securitate

Alimentarea cu energie electrică poate fi:
a) neautomată, dacă punerea sa în funcţiune se face prin intervenţia unui operator;
b) automată, dacă punerea sa în funcţiune nu depinde de intervenţia unui operator.

Alimentarea cu energie electrică automată se clasifică după durata sa de comutare, după cum urmează:
a) fără întrerupere: alimentarea automată care poate asigura o alimentare continuă în condiţii specificate pe o perioadă de tranziţie, în ceea ce priveşte de exemplu, variaţiile de tensiune şi de frecvenţă (UPS, gr. Diesel no –breaker în rotaţie permanentă);
b) întrerupere foarte scurtă: alimentare automată disponibilă în timp de 0,15 s (UPS);
c) întrerupere scurtă: alimentare automată disponibilă în timp de 0,5 s (baterii de acumulatoare cu AAR);
d) întrerupere medie: alimentare automată disponibilă în timp de 15 s;
e) întrerupere lungă: alimentare automată disponibilă după mai mult de 15 s.

5.6.3. Sisteme de alimentare
5.6.3.1. Surse electrice de securitate

5.6.3.1.1. Sursele de securitate pentru alimentarea instalaţiilor de securitate trebuie alese în funcţie de timpul de răspuns şi timpul de funcţionare nominal necesar.

Pot fi folosite următoarele surse pentru servicii de securitate :
a) baterii de acumulatoare electrochimice;
b) celule fotoelectrice;
c) surse de alimentare neîntreruptibile (UPS);
d) generatoare independente de alimentarea normală;
e) alte surse corespunzătoare.

5.6.3.1.2. Sursele electrice de securitate trebuie instalate ca un echipament fix şi în aşa fel încât să nu fie afectate prin defectarea sursei normale de alimentare.

5.6.3.1.3. Sursele electrice de securitate trebuie să fie accesibile numai persoanelor calificate sau instruite (BA5 sau BA4).

5.6.3.1.4. Sursa electrică de securitate poate fi utilizată şi pentru alte scopuri decât serviciile de securitate, numai dacă alimentarea instalaţiilor de securitate nu este prin aceasta perturbată. Un defect care apare într-un circuit utilizat pentru alte scopuri decât serviciile de securitate, nu trebuie să conducă la întreruperea nici unui circuit care alimentează serviciile de securitate.
Aceasta necesită în general deconectarea în mod automat a sarcinii echipamentului, care nu asigură servicii de securitate şi selectivitatea între dispozitivele de protecţie.

5.6.3.1.5. Starea de funcţionare a unei surse de securitate (funcţionarea normală sau în caz de defect) trebuie indicată şi supravegheată la un punct central care este în permanenţă urmărit în condiţii precizate. Aceasta nu se aplică în cazul surselor care conţin acumulatoare.

5.6.3.2. Baterii de acumulatoare staţionare electrochimice
La alegerea şi montarea bateriilor de acumulatoare se vor respecta instrucţiunile furnizorului şi recomandările din SR EN 50272-2 privind prescripţiile de securitate pentru acumulatoare şi instalaţii pentru baterii.

5.6.3.3. Surse de alimentare neîntreruptibile (UPS)
La alegerea şi montarea surselor de alimentare neîntreruptibile (UPS) se vor respecta instrucţiunile furnizorului şi recomandările din SR EN 62040 privind cerinţe generale şi de securitate pentru UPS utilizate în zone de acces pentru operator.

5.6.3.4. Grupuri generatoare de joasă tensiune
La alegerea şi montarea grupurilor generatoare de joasă tensiune se vor respecta instrucţiunile furnizorului şi recomandările din ISO 8528 şi SR EN 12601 privind securitatea pentru grupurile generatoare .

5.6.3.4.1. Prescripţii speciale pentru instalaţii în care grupul generator nu poate funcţiona în paralel cu reţeaua de distribuţie publică (sisteme în aşteptare):

a) trebuie luate măsuri de prevedere astfel încât generatorul să nu poată funcţiona în paralel cu reţeaua de distribuţie publică, care pot fi:
   - o blocare electrică, mecanică sau electromecanică între mecanismele de funcţionare sau circuite de comandă a dispozitivelor de inversare;
   - un dispozitiv automat de comutare cu blocare corespunzătoare.
b) protecţia împotriva scurtcircuitelor şi protecţia împotriva atingerii indirecte este asigurată pentru fiecare dintre surse;
c) în schema TN-S când conductorul neutru nu are prevăzut echipament de secţionare, trebuie instalat un dispozitiv diferenţial rezidual pentru evitarea funcţionării incorecte datorită existenţei unei legături paralele între conductorul neutru şi pământ.

5.6.3.4.2. Prescripţii speciale pentru instalaţiile în care grupul generator poate funcţiona în paralel cu reţeaua de distribuţie publică:

a) la alegerea unui grup generator destinat să funcţioneze în paralel cu reţeaua de distribuţie publică trebuie luate măsurile de prevedere pentru evitarea efectelor nedorite asupra reţelei de distribuţie publică, fiind necesar să se consulte distribuitorul;

Acesta poate solicita dispozitive speciale, de exemplu o protecţie de putere inversă.
Pentru cuplarea la reţeaua de distribuţie publică prin sincronism, este preferabil să se utilizeze sisteme automate de sincronizare care să ţină seama de frecvenţă, fază şi tensiune.

b) trebuie prevăzută o protecţie pentru decontarea grupului generator de la reţeaua de distribuţie publică în caz de pierdere a acestei alimentări sau de variaţii de tensiune sau de frecvenţă mai mari decât cele declarate pentru alimentarea normală;

c) trebuie prevăzute mijloace care să permită grupului generator să fie separat de reţeaua de distribuţie publică;
d) protecţia împotriva scurtcircuitelor şi protecţia împotriva atingerilor indirecte trebuie asigurată la fel dacă instalaţia este alimentată separat de la una din cele două surse sau de la cele două surse în paralel.

5.6.3.2.3 Alimentările pentru echipamentul utilizat în comun

Atunci când echipamentul electric este alimentat din două surse diferite, un defect produs într-un circuit al unei surse nu trebuie să afecteze protecţia împotriva şocurilor electrice şi funcţionarea corectă a celuilalt circuit. Dacă într-un astfel de ehipament este necesar un conductor de protecţie, acesta trebuie racordat la conductoarele de protecţie ale ambelor circuite.

5.6.4. Circuite

5.6.4.1. Circuitele pentu servicii de securitate trebuie să fie independente faţă de alte circuite. Aceasta înseamnă că un defect electric, sau orice intervenţie la un circuit sau modificarea acestuia nu trebuie să afecteze funcţionarea corectă a altuia.
Aceasta poate necesita o separare prin materiale rezistente la foc, trasee diferite sau carcase.

5.6.4.2. Circuitele serviciilor de securitate nu trebuie să traverseze amplasamente care prezintă risc mare de incendiu (BE2), cu excepţia cazului în care sunt rezistente la foc.
În nici un caz ele nu trebuie să traverseze amplasamente care prezintă risc de explozie (BE3).

5.6.4.3. Protecţiile împotriva scurtcircuitelor şi împotriva şocurilor electrice, în condiţi normale de funcţionare şi în cazul unui defect, trebuie asigurate în orice configuraţie a surselor de alimentare normală.

5.6.4.4. Dispozivele de protecţie la supracurenţi trebuie alese şi puse în funcţiune astfel încât să se evite ca un supracurent într-un circuit să afecteze funcţionarea corectă a altor circuite ale serviciilor de siguranţă.

5.6.4.5. Protecţia împotriva suprasarcinilor poate fi omisă atunci când pierderea alimentării cu energie electrică poate cauza un pericol mai mare.

5.6.4.6. Dispozitivele de protecţie şi comandă trebuie să fie clar identificate şi grupate în amplasamente accesibile numai persoanelor calificate sau instruite (BA5 sau BA4).

5.6.4.7. Dispozitivele de alarmă trebuie clar identificate.

5.6.4.8. Circuitele prevăzute pentru serviciile de securitate care sunt necesare să funcţioneze în caz de incendiu, trebuie să se execute din :
- cabluri cu izolaţie minerală conform cu SR EN 60702-1 şi SR EN 60702-2;
- cabluri rezistente la foc conform SR EN 50200, SR EN 50362, CEI 60331-11 şi CEI 60331-21;
- şi sisteme de pozare care să-şi păstreze caracteristicile de protecţie la foc şi mecanice corespunzătoare cablurilor .

5.6.4.9. Sistemele de pozare şi cablurile circuitelor de securitate altele decât cele menţionate la art. 5.6.4.8., trebuie să fie separate în mod adecvat şi sigur de celelalte cabluri, inclusiv cablurile altor circuite de securitate prin distanţare sau prin bariere.

5.6.4.10. Cablurile pentru încărcarea acumulatoarelor autonome, nu sunt considerate ca părţi ale circuitului de siguranţă.

CAPITOLUL 6
PROTECŢIA STRUCTURILOR ÎMPOTRIVA TRĂSNETULUI

6.1 GENERALITĂŢI

6.1.1 Domeniu de aplicare

Nu există dispozitive sau metode capabile să modifice fenomenele meteorologice naturale, în măsura în care acestea să prevină descărcările electrice sub formă de trăsnet. Trăsnetul pe/sau lângă structură (sau serviciile/utilităţile conectate la structură) sunt periculoase pentru persoane, pentru structură în sine, pentru conţinutul său şi instalaţiile lor precum şi pentru servicii/utilităţi. Din aceste motive aplicarea măsurilor de protecţie împotriva trăsnetului sunt esenţiale.

Prezentul capitol stabileşte principiile generale de care să se ţină seama pentru protecţia împotriva trăsnetului:

a) a structurilor, inclusiv instalaţiile din acestea şi tot ceea ce conţin, precum şi a persoanelor;
b) a serviciilor dintr-o structură.

Următoarele cazuri nu fac parte din domeniul de aplicare al acestui capitol:

a) – sisteme feroviare;
b) – vehicule, navele maritime şi aeriene, instalaţii maritime;
c) – conducte de mare presiune îngropate;
d) conducte, linii de alimentare cu energie electrică şi de telecomunicaţii care nu sunt racordate la o structură.

În general aceste cazuri fac obiectul unor reglementări speciale emise de autorităţile competente.

Acest normativ se aplică la:

a) proiectarea, instalarea, inspecţia şi mentenanţa unei instalaţii de protecţie împotriva trăsnetului (IPT) pentru structuri fără limitarea înălţimii lor;
b) stabilirea şi alegerea măsurilor de protecţie împotriva vătămării fiinţelor vii datorită tensiunilor de atingere şi de pas.

6.1.2 Termeni şi definiţii proprii

Pentru scopul acestui normativ se aplică definiţiile şi termenii:

avarie fizică

avarie a unei structuri (sau a conţinutului ei) sau a unui serviciu din cauza efectelor mecanice, termice, chimice şi de explozie ale trăsnetului

componentă naturală a IPT

componentă conductoare care nu este instalată în mod special pentru protecţia împotriva trăsnetului, dar care poate fi utilizată suplimentar de o IPT sau în unele cazuri poate asigura funcţia unui element sau a mai multor elemente ale unei IPT.

Exemplele de utilizare a acestui termen includ:

a) element de captare natural;
b) conductor de coborâre natural;
c) priză de pământ naturală (electrod de pământ natural).

conductor de coborâre

parte exterioară sau interioară a unei IPT destinată conducerii curentului de trăsnet de la dispozitivul de captare la priza de pământ

conductor de ecranare

conductor metalic utilizat pentru reducerea avariilor fizice din cauza trăsnetelor asupra unui serviciu/utilităţi

conductor în buclă

conductor care formează o buclă în jurul structurii şi interconectează toate conductoarele de coborâre pentru distribuţia curentului de trăsnet prin ele

defectarea reţelelor electrice şi a sistemelor electronice

avarie permanentă a reţelelor electrice şi a sistemelor electronice din cauza impulsului electromagnetic generat de trăsnet

dispozitiv de captare
parte exterioară a unei IPT care utilizează elemente metalice cum ar fi tije, reţea de conductoare sau conductoare întinse destinată captării trăsnetelor
dispozitiv de protecţie la supratensiuni şi supracurenţi - SPD
dispozitiv destinat să limiteze supratensiunile tranzitorii şi să devieze supracurenţii. Acesta conţine cel puţin o componentă neliniară (descărcător cu rezistenţă variabilă)
durata trăsnetului - *T*
timp în care există circulaţie de curent electric prin punctul de impact
ecran magnetic
anvelopă metalică tip grilă sau continuă care îmbracă obiectul de protejat sau o parte a acestuia, utilizată pentru reducerea defectărilor reţelelor electrice şi sistemelor electronice
elemente conductoare exterioare
orice fel de element metalic care pătrunde sau iese din structura de protejat cum ar fi conducte, elementele metalice ale cablurilor, canale metalice etc. care pot transporta o parte a curentului de trăsnet
eveniment periculos
trăsnet care cade pe obiectul de protejat sau în apropierea acestuia
impedanţă convenţională de dispersie
raportul dintre valorile de vârf ale tensiunii şi curentului din priza de pământ care, în general, nu apar simultan
impuls electromagnetic generat de trăsnet - IEMT
efecte electromagnetice ale curentului de trăsnet
instalaţie exterioară a sistemului de protecţie împotriva trăsnetului (IPT)
parte a sistemului de protecţie împotriva trăsnetului care cuprinde un dispozitiv de captare, conductoare de coborâre şi o priză de pământ
instalaţie interioară a sistemului de protecţie împotriva trăsnetului (IPT)
parte a sistemului de protecţie împotriva trăsnetului care cuprinde legăturile de echipotenţializare şi/sau izolaţia electrică a unei instalaţii exterioare a sistemului de protecţie împotriva trăsnetului
LMPS sistem de protecţie împotriva efectelor trăsnetului
măsuri de protecţie
măsuri care se adoptă pentru obiectul de protejat în scopul reducerii riscului
mediu rural
zonă cu o densitate mică a clădirilor.
”La ţară” este un exemplu de mediu rural.
mediu suburban
zonă cu o densitate medie a clădirilor
“Periferiile/suburbiile unui oraş” sunt un exemplu de mediu suburban.
mediu urban
zonă cu o densitate mare de clădiri sau comunităţi dens populate cu clădiri înalte
”Centrul unui oraş” este un exemplu de mediu urban.
nivel de protecţie împotriva trăsnetului - NPT
valoare asociată unui ansamblu de valori semnificative ale parametrilor curentului de trăsnet şi probabilităţii ca valorile minime şi maxime preconizate să nu fie depăşite la apariţia unui trăsnet
Nivelul de protecţie împotriva trăsnetului este utilizat pentru a stabili măsurile de protecţie în funcţie de ansamblul parametrilor curentului de trăsnet
obiect de protejat
structură sau serviciu de protejat împotriva efectelor trăsnetului
protecţie coordonată prin SPD
ansamblu de SPD alese în mod corespunzător, coordonate şi puse în funcţiune pentru a reduce defectările reţelelor electrice şi sistemelor electronice
punct de impact
punct în care trăsnetul loveşte pământul sau un obiect înalt (de exemplu o structură, o instalaţie de protecţie împotriva trăsnetului, servicii, copaci etc.). Un trăsnet poate să aibă mai multe puncte de impact.

sarcina secvenţei de lungă durată - Q_{long}
integrala în raport cu timpul a curentului electric de trăsnet pe durata secvenţei de lungă durată
secvenţă
o singură descărcare electrică din componenţa unui trăsnet
secvenţă de scurtă durată
parte a trăsnetului care corespunde la un impuls de curent
secvenţă de lungă durată
parte a trăsnetului care corespunde unei circulaţii continue de curent electric
secvenţe multiple
trăsnet care cuprinde în medie 3 sau 4 secvenţe, cu o pauză de timp între ele în mod tipic de aproximativ 50 ms. Au fost observate fenomene care au avut câteva zeci de secvenţe cu o pauză între ele de la 10 ms până la 250 ms.
sisteme interioare
reţele electrice şi sisteme electronice din interiorul unei structuri
sistem de protecţie împotriva trăsnetului (SPT)
cuprinde o instalaţie interioară şi o instalaţie exterioară de protecţie împotriva trăsnetului
supratensiune/supracurent electric
undă tranzitorie care apare ca o supratensiune/supracurent electric din cauza IEMT
Supratensiunile/supracurenţii electrici din cauza IEMT pot să apară din (fracţiuni de) curenţi de trăsnet prin efectele de inducţie în buclele instalaţiei şi ca solicitare remanentă în aval de SPD (dispozitiv de protecţie la supratensiuni şi supracurenţi).
structuri cu riscuri de explozie
structuri care conţin materiale explozibile solide sau zone periculoase ca acelea determinate în conformitate cu recomandările din SR EN 60079-10 şi SR EN 61241-10
structuri periculoase pentru mediul înconjurător
structuri care pot fi cauza unor emisii biologice, chimice sau radioactive ca o consecinţă a trăsnetului (precum uzine chimice, uzine petrochimice, centrale nucleare etc).
tensiune a prizei de pământ
diferenţa de potenţial între priza de pământ şi pământul îndepărtat
trăsnet
descărcare electrică care se produce între nor şi pământ constând din una sau mai multe secvenţe
trăsnet descendent
trăsnet iniţiat de un precursor descendent care se propagă de la nor la pământ
trăsnet ascendent
trăsnet iniţiat de un precursor ascendent care se propagă de pe o structură de pe pământ către nor
structură de protejat
structură pentru care este necesară protecţia împotriva efectelor trăsnetului în conformitate cu acest standard. O structură de protejat poate fi şi o parte a unei structuri mai mari.
trăsnet pe un obiect
trăsnet care loveşte un obiect de protejat
trăsnet în apropierea unui obiect
trăsnet care loveşte în vecinătatea unui obiect de protejat şi care poate provoca supratensiuni periculoase
vătămarea fiinţelor vii
vătămări inclusiv pierderea vieţii a persoanelor sau animalelor din cauza tensiunilor de atingere şi de pas generate de trăsnet
zonă de protecţie împotriva trăsnetului - ZPT
zonă în care mediul electromagnetic al trăsnetului este definit
Limitele unei ZPT nu sunt în mod necesar limite fizice (de exemplu pereţi, planşeu sau plafon).

6.1.3 Parametri caracteristici ai curentului de trăsnet

Sunt acceptate patru niveluri de protecţie a construcţiilor/structurilor împotriva trăsnetului:
- întărit: I şi II,
- normal: III şi IV.

Valorile maxime ale parametrilor curentului de trăsnet pentru diferite niveluri de protecţie sunt indicate în tabelul 6.1 şi sunt utilizate pentru concepţia componentelor de protecţie împotriva trăsnetului (de exemplu secţiunea conductoarelor, grosimea foilor din metal, dimensionarea SPD, distanţele de separare împotriva scânteilor periculoase) şi pentru definirea parametrilor de încercare de simulare a efectelor trăsnetului asupra componentelor.

Valorile minime ale amplitudinii curentului de trăsnet pentru diferite niveluri de protecţie sunt utilizate pentru a se obţine raza sferei fictive, cu scopul de a se defini zona de protecţie împotriva trăsnetului ZPT 0_B care nu poate fi atinsă de o lovitură directă. Valorile minime ale parametrilor curentului de trăsnet împreună cu raza sferei fictive sunt indicate în tabelul 6.2. Aceste valori sunt utilizate pentru poziţionarea dispozitivului de captare şi pentru definirea zonei de protecţie ZPT 0_B .

Tabelul 6.1

Valorile maxime ale parametrilor trăsnetului corespunzătoare nivelului de protecţie împotriva trăsnetului

Prima secvenţă de scurtă durată			**Nivel de protecţie**			
Parametrii curentului	**Simbol**	**Unitate**	**I**	**II**	**III**	**IV**
Valoare de vârf a curentului	I	kA	200	150	100	
Sarcina secvenţei de scurtă durată	Q_{short}	C	100	75	50	
Energia specifică	W/R	MJ/Ω	10	5,6	2,5	
Parametrii timp	T_1/T_2	µs/µs	10 / 350			
Secvenţă de scurtă durată ulterioară			**Nivel de protecţie**			
Parametrii curentului	**Simbol**	**Unitate**	**I**	**II**	**III**	**IV**
Valoare de vârf a curentului	I	kA	50	37,5	25	
Panta medie	di/dt	kA/µs	200	150	100	
Parametrii timp	T_1/T_2	µs/µs	0,25 / 100			
Secvenţă de lungă durată			**Nivel de protecţie**			
Parametrii curentului	**Simbol**	**Unitate**	**I**	**II**	**III**	**IV**
Sarcina secvenţei de scurtă durată	Q_{long}	C	200	150	100	
Parametrii de timp	T_{long}	s	0,5			
Trăsnet			**Nivel de protecţie**			
Parametrii curentului	**Simbol**	**Unitate**	**I**	**II**	**III**	**IV**
Sarcina trăsnetului	Q_{flash}	C	300	225	150	

Tabelul 6.2

Valori minime ale parametrilor trăsnetului şi raza sferei fictive asociată corespunzătoare nivelului de protecţie

Criterii de captare			**Nivel de protecţie**			
	Simbol	**Unitate**	**I**	**II**	**III**	**IV**
Valoare de vârf minimă a curentului	I	kA	3	5	10	16
Raza sferei fictive	r	m	20	30	45	60

Poate fi determinată o probabilitate ponderată astfel încât parametrii curentului de trăsnet să fie mai mici decât valorile maxime şi respectiv, mai mari decât valorile minime definite pentru fiecare nivel de protecţie (a se vedea tabelul 6.3).

Tabelul 6.3

Probabilităţi pentru limitele parametrilor curentului de trăsnet

Probabilitatea ca parametrii curentului de trăsnet să fie	**Nivel de protecţie**			
	I	**II**	**III**	**IV**
Mai mici decât valorile maxime definite în tabelul 6.1	0,99	0,98	0,97	0,97
Mai mari decât valorile minime definite în tabelul 6.2	0,99	0,97	0,91	0,84

Măsurile de protecţie specificate în prezentul normativ sunt eficiente împotriva trăsnetului dacă parametrii curentului de trăsnet sunt în domeniul definit pentru nivelul de protecţie prezumat prin concepţie.
Astfel, eficacitatea unei măsuri de protecţie se presupune că este egală cu probabilitatea ca parametrii curentului de trăsnet să fie în interiorul acestui domeniu.

6.2 INSTALAŢII DE PROTECŢIE ÎMPOTRIVA TRĂSNETULUI (IPT)

6.2.1 Stabilirea necesităţii prevederii unei IPT pentru o construcţie şi alegerea nivelului de protecţie împotriva trăsnetului. Evaluarea riscului.

6.2.1.1 Explicarea termenilor

6.2.1.1.1 Avarii şi pierderi

a. Surse de avarii

Curentul de trăsnet este prima sursă de avarie. În funcţie de situarea punctului de impact al trăsnetului se disting următoarele surse (a se vedea tabelul 6.4):
S1: căderea trăsnetului pe o structură;
S2: căderea trăsnetului lângă o structură;
S3: căderea trăsnetului pe un serviciu;
S4: căderea trăsnetului lângă un serviciu.

b. Tipuri de avarii

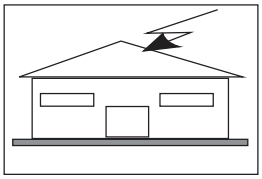
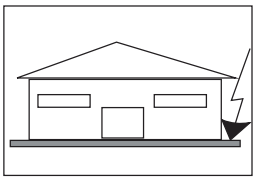
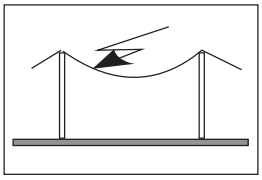
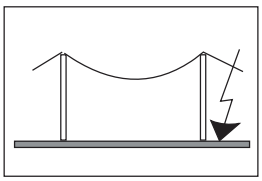
Un trăsnet poate cauza avarii în funcţie de caracteristicile obiectului de protejat. Unele dintre cele mai importante caracteristici sunt: tipul construcţiei, conţinutul şi modul de utilizare, tipul de serviciu şi măsurile de protecţie asigurate.
Pentru aplicaţiile practice de evaluare a riscului, este util să se facă distincţie între cele trei tipuri de bază de avarii care pot apărea ca urmare a căderii trăsnetului. Acestea sunt următoarele (a se vedea tabelele 6.4 şi 6.5):
D1: vătămarea fiinţelor vii;
D2: avarie fizică;
D3: defectări ale sistemelor electrice şi electronice.
Avarierea unei structuri datorită trăsnetului poate fi limitată la o parte a structurii sau poate fi extinsă la întreaga structură. Pot fi implicate, de asemenea, structurile înconjurătoare sau mediul înconjurător (de exemplu emisii chimice sau radioactive).
Trăsnetul care afectează un serviciu poate cauza o avariere a mijloacelor fizice ale acesteia – linie sau conductă – utilizate pentru furnizarea serviciului, precum şi a sistemelor electrice şi electronice asociate. Avarierea poate fi, de asemenea, extinsă la sistemele interioare conectate la serviciu

c. Tipuri de pierderi

Fiecare tip de avarie, singură sau în combinaţie cu altele, poate să producă pierderi diferite în obiectul de protejat. Tipul de pierdere care poate apărea depinde de caracteristicile obiectului de protejat şi de conţinutul său. Trebuie luate în considerare următoarele tipuri de pierderi (a se vedea tabelul 6.4):
L1: pierderea de vieţi omeneşti;
L2: pierderea unui serviciu public;
L3: pierderea unor elemente din patrimoniu cultural;
L4: pierdere economică (structura şi conţinutul său, serviciul şi pierderea activităţii lui).
Tipurile de pierderi care pot să apară într-o structură sunt următoarele:
L1: pierderea de vieţi omeneşti;
L2: pierderea unui serviciu public;
L3: pierderea unui element de patrimoniu cultural;
L4: pierdere economică (structura şi conţinutul acesteia).
Tipurile de pierderi care pot să apară într-un serviciu sunt următoarele:
L′2: pierderea serviciului public;
L′4: pierdere economică (serviciu şi activitatea lui).
Pentru scopul acestui normativ nu este luată în considerarea pierderea de vieţi omeneşti asociată unui serviciu.

Tabelul 6.4

Surse de avarii, tipuri de avarii şi tipuri de pierderi în funcţie de punctul de impact al trăsnetului

		Structură		Serviciu	
Punct de impact	**Sursă de avarie**	**Tip de avarie**	**Tip de pierdere**	**Tip de avarie**	**Tip de pierdere**
	S1	D1 D2 D3	L1, L4[2)] L1,L2, L3, L4 L1[1)], L2, L4	D2 D3	L`2, L`4 L`2, L`4
	S2	D3	L1[1)], L2 , L4		
	S3	D1 D2 D3	L1, L4[2)] L1, L2, L3, L4 L1[1)], L2, L4	D2 D3	L`2, L`4 L`2, L`4
	S4	D3	L1[1)], L2, L4	D3	L`2, L`4

1) Numai pentru structuri cu risc de explozie şi pentru spitale sau alte structuri în care defectări ale sistemelor interioare pun imediat în pericol viaţa oamenilor.

2) Numai pentru proprietăţi în care pot surveni pierderi de animale.

Tabelul 6.5

Componente de risc într-o structură pentru fiecare tip de avarie şi de pierdere

Pierdere / **Avarie**	**L1** **Pierdere de vieţi omeneşti**	**L2** **Pierdere a unui serviciu public**	**L3** **Pierdere a unui element de patrimoniu cultural**	**L4** **Pierdere economică**
D1 Vătămare a fiinţelor vii	R_S	–	–	R_S [1)]
D2 Avarie fizică	R_F	R_F	R_F	R_F
D3 Defectare a sistemelor electrice şi electronice	R_O [2)]	R_O	–	R_O

1) Numai pentru proprietăţi în care pot surveni pierderi de animale

2) Numai pentru structuri cu risc de explozie şi pentru spitale sau alte structuri în care defectări ale sistemelor interioare pun imediat în pericol viaţa oamenilor.

6.2.1.1.2 Risc şi componentele de risc

a. Risc

Riscul R este o măsură a pierderii medii anuale probabile. Pentru fiecare tip de pierdere care poate apărea într-o structură sau într-un serviciu trebuie evaluat riscul corespunzător.

Riscurile care pot fi evaluate într-o structură pot fi următoarele:
R_1: risc de pierdere de vieţi omeneşti;
R_2: risc de pierdere a unui serviciu public;
R_3: risc de pierdere a unui element din patrimoniul cultural;
R_4: risc de pierdere economică.
Riscurile care pot fi evaluate într-un serviciu pot fi următoarele:
R'_2: risc de pierdere a serviciului public;
R'_4: risc de pierdere economică.
Pentru a evalua riscurile, *R,* trebuie definite şi calculate componentele de risc relevante (riscurile parţiale depind de sursa şi de tipul avariei) .
Fiecare risc, *R*, este suma componentelor sale. Când se calculează un risc, componentele de risc pot fi grupate în funcţie de sursa avariei şi de tipul avariei.

b. Componente de risc pentru o structură datorită căderii trăsnetului pe structură

R_A: Componentă asociată vătămării fiinţelor vii, produsă de tensiunile de atingere şi de pas în zonele de până la 3 m în afara structurii. Pot să apară pierderi de tip L1 şi, în cazul unor structuri care adăpostesc ferme de animale, pierderi de tip L4 cu posibile pierderi de animale.Pentru scopul acestui normativ componenta de risc asociată tensiunilor de atingere şi de pas în interiorul structurii produse de căderea trăsnetului pe structură nu este luată în considerare.
În structuri speciale, oamenii pot fi în pericol datorită căderii directe a trăsnetului (de exemplu partea superioară a unei parcări de maşini sau stadioane). Principiile acestui normativ pot fi utilizate şi pentru aceste cazuri.

R_B: Componentă de risc asociată avariilor fizice produse de scântei periculoase în interiorul structurii capabile să iniţieze un incendiu sau o explozie reprezentând, la rândul său, un pericol pentru mediul înconjurător. Ar putea să apară toate tipurile de pierderi (L1, L2, L3 şi L4) .

R_C: Componentă de risc asociată defectelor produse de acţiunea IEMT asupra sistemelor interioare. În toate cazurile ar putea să apară pierderi de tipurile L2 şi L4 însoţite de tipul L1 în cazul structurilor cu risc de explozie şi a spitalelor sau a altor structuri în care defectarea unor sisteme interioare pune imediat în pericol viaţa oamenilor.

c. Componentă de risc pentru o structură datorită căderii trăsnetului lângă structură

R_M: Componentă de risc asociată defectelor produse de acţiunea IEMT asupra sistemelor interioare. În toate cazurile ar putea să apară pierderi de tipurile L2 şi L4 însoţite de tipul L1 în cazul structurilor cu risc de explozie şi a spitalelor sau a altor structuri în care defectarea unor sisteme interioare pun imediat în pericol viaţa oamenilor

d. Componentă de risc pentru o structură datorită căderii trăsnetului pe un serviciu racordat la o structură

R_U: Componentă de risc asociată vătămării fiinţelor vii prin acţiunea tensiunii de atingere în interiorul structurii datorată curentului de trăsnet injectat într-o linie racordată la structură. Pot apare pierderi de tip L1 şi, în cazul proprietăţilor agricole, pierderi de tip L4 cu posibile pierderi de animale.

R_V: Componentă de risc asociată avariilor fizice (iniţierea unui incendiu sau a unei explozii datorită unor scântei periculoase între o instalaţie exterioară şi părţile metalice prezente în general în punctul de pătrundere a unei linii în interiorul structurii) datorită curentului de trăsnet circulând prin sau în lungul serviciilor care pătrund în structură. Pot să apară toate tipurile de pierderi (L1, L2, L3, L4).

R_W: Componentă de risc asociată defectării sistemelor interioare, produsă prin acţiunea supratensiunilor induse pe liniile care pătrund în structură şi transmise acesteia. În toate cazurile ar putea să apară pierderi de tipurile L2 şi L4 împreună cu tipul L1 în cazul structurilor cu risc de explozie şi a spitalelor sau a altor structuri în care defectarea unor sisteme interioare pune imediat în pericol viaţa oamenilor. Serviciile luate în considerare pentru evaluarea acestei

componente sunt numai liniile care intră în structură. Căderea trăsnetului pe conducte sau lângă acestea nu este luată în considerare ca sursă de avarie dacă conductele sunt conectate la o bară de echipotenţializare. Dacă nu există o bară de echipotenţializare, un astfel de pericol trebuie să fie de asemenea luat în considerare.

e. Componentă de risc pentru o structură datorită căderii trăsnetului lângă un serviciu racordat la o structură

R_Z: Componentă de risc asociată defectării sistemelor interioare prin acţiunea supratensiunilor induse pe liniile care intră în structură şi transmise acesteia. În toate cazurile ar putea să apară pierderi de tipurile L2 şi L4 împreună cu tipul L1 în cazul structurilor cu risc de explozie şi a spitalelor sau a altor structuri în care defectarea unor sisteme interioare pune imediat în pericol viaţa oamenilor. Serviciile luate în considerare pentru evaluarea acestei componente sunt numai liniile care intră în structură. Căderea trăsnetului pe conducte sau lângă acestea nu este luată în considerare ca sursă de avarie dacă conductele sunt conectate la o bară de echipotenţializare. Dacă nu există o bară de echipotenţializare, un astfel de pericol trebuie să fie de asemenea luat în considerare.

f. Componente de risc pentru un serviciu datorită căderii trăsnetului pe serviciu

R'_V: Componentă de risc asociată avariilor fizice produse de efectele mecanice şi termice ale curentului de trăsnet. Ar putea să apară pierderi de tipurile L′2 şi L′4;

R'_W: Componentă de risc asociată defectării echipamentului conectat, prin acţiunea supratensiunilor produse datorită unui cuplaj rezistiv. Ar putea să apară pierderi de tipurile L′2 şi L′4.

g. Componentă de risc pentru un serviciu datorită căderii trăsnetului lângă serviciu

R'_Z: Componentă de risc asociată defectării liniilor şi echipamentului conectat produsă de supratensiunile induse pe linii. Ar putea să apară pierderi de tipurile L′2 şi L′4.

h. Componente de risc pentru un serviciu datorită căderii trăsnetului pe structura la care este racordat serviciul

R'_B: Componentă de risc asociată avariilor fizice produse prin efectele mecanice şi termice ale curentului de trăsnet care circulă pe linie. Ar putea să apară pierderi de tipurile L′2 şi L′4;

R'_C: Componentă de risc asociată defectării echipamentului conectat prin acţiunea supratensiunilor produse datorită unui cuplaj rezistiv. Ar putea să apară pierderi de tipurile L′2 şi L′4.

6.2.1.1.3 Compunerea componentelor de risc asociate unei structuri

Componentele de risc care trebuie luate în considerare pentru fiecare tip de pierdere într-o structură sunt:

R_1: risc de pierdere de vieţi omeneşti:

$$R_1 = R_A + R_B + R_C{}^{1)} + R_M{}^{1)} + R_U + R_V + R_W{}^{1)} + R_Z{}^{1)} \qquad (6.1)$$

1) Numai pentru structuri cu risc de explozie şi pentru spitale cu echipament electric de reanimare sau alte structuri în care defectarea unor sisteme interioare pun imediat în pericol viaţa oamenilor.

R_2: risc de pierdere a unui serviciu public:

$$R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z \qquad (6.2)$$

R_3: risc de pierdere a unui element de patrimoniu cultural:

$$R_3 = R_B + R_V \qquad (6.3)$$

R_4: risc de pierdere economică:

$$R_4 = R_A{}^{2)} + R_B + R_C + R_M + R_U{}^{2)} + R_V + R_W + R_Z \qquad (6.4)$$

2) Numai pentru domenii în care pot fi pierderi de animale.

Componentele de risc care corespund fiecărui tip de pierdere sunt sintetizate de asemenea în tabelul 6.6.

Tabelul 6.6
Componente de risc care trebuie luate în considerare pentru fiecare tip de pierdere într-o structură

Sursă de avarie	**Căderea trăsnetului pe o structură S1**			**Căderea trăsnetului lângă o structură S2**	**Căderea trăsnetului pe o linie racordată la o structură S3**			**Căderea trăsnetului lângă o linie racordată la o structură S4**
Componentă de risc	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Risc pentru fiecare tip de pierdere								
R_1	*	*	*1)	*1)	*	*	*1)	*1)
R_2		*	*	*		*	*	*
R_3		*				*		
R_4	* 2)	*	*	*	* 2)	*	*	*

1) Numai pentru structuri cu risc de explozie şi pentru spitale sau alte structuri în care defectarea unor sisteme interioare pun imediat în pericol viaţa oamenilor.

2) Numai pentru domenii în care pot fi pierderi de animale.

Compunerea componentelor de risc în funcţie de sursa de avarie

$$R = R_D + R_I \quad (6.5)$$

unde

R_D este riscul asociat căderii trăsnetului pe structură (sursă S1) definit prin suma:

$$R_D = R_A + R_B + R_C \quad (6.6)$$

şi

R_I este riscul asociat trăsnetelor care au influenţă asupra structurii dar nu cad pe ea (surse: S2, S3 şi S4). Este definit prin suma:

$$R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z \quad (6.7)$$

Pentru componentele de risc şi compunerea lor aşa cum este prezentată mai sus a se vedea de asemenea tabelul 6.12.

Compunerea componentelor de risc în funcţie de tipul de avarie

$$R = R_S + R_F + R_O \quad (6.8)$$

unde

R_S este riscul asociat vătămării de fiinţe vii (D1) care este definit prin suma:

$$R_S = R_A + R_U \quad (6.9)$$

R_F este riscul asociat avariilor fizice (D2) care este definit prin suma:

$$R_F = R_B + R_V \quad 6.10)$$

R_O este riscul asociat defectării sistemelor interioare (D3) care este definit prin suma:

$$R_O = R_M + R_C + R_W + R_Z \quad (6.11)$$

Pentru componentele de risc şi compunerile lor aşa cum sunt prezentate mai sus a se vedea şi tabelul 6.12.

6.2.1.1.4 Compunerea componentelor de risc asociate unui serviciu

Componentele de risc care trebuie luate în considerare pentru fiecare tip de pierdere într-un serviciu sunt:

R'_2: risc de pierdere a serviciului public:

$$R'_2 = R'_V + R'_W + R'_Z + R'_B + R'_C \quad (6.12)$$

R'_4: risc de pierdere economică:

$$R'_4 = R'_V + R'_W + R'_Z + R'_B + R'_C \quad (6.13)$$

Componentele de risc care trebuie luate în considerare pentru fiecare tip de pierdere într-un serviciu sunt indicate în tabelul 6.7.

Tabelul 6.7
Componente de risc care trebuie luate în considerare pentru fiecare tip de pierdere într-un serviciu

Sursă de avarie	**Căderea trăsnetului pe un serviciu S3**		**Căderea trăsnetului lângă un serviciu S4**	**Căderea trăsnetului pe structură S1**	
Componentă de risc	R'_V	R'_W	R'_Z	R'_B	R'_C
Risc pentru fiecare tip de pierdere					
R'_2	*	*	*	*	*
R'_4	*	*	*	*	*

6.2.1.1.4.1 Compunerea componentelor de risc în funcţie de sursa de avarie

$$R' = R'_D + R'_I \quad (6.14)$$

unde

R'_D este riscul asociat căderii trăsnetului pe serviciu (sursă S3); definit prin suma:

$$R'_D = R'_V + R'_W \quad (6.15)$$

R'_I este riscul asociat trăsnetelor care au influenţă asupra serviciului dar nu cad pe el (surse S1 şi S4); definit prin suma:

$$R'_I = R'_B + R'_C + R'_Z \quad (6.16)$$

Pentru compunerea componentelor de risc pentru un serviciu aşa cum s-a prezentat mai sus, a se vedea şi tabelul 6.14.

6.2.1.1.4.2 Compunerea componentelor de risc în funcţie de tipul de avarie

$$R' = R'_F + R'_O \quad (6.17)$$

unde

R'_F este riscul asociat avariilor fizice (D2); definit prin suma:

$$R'_F = R'_V + R'_B \quad (6.18)$$

R'_O este riscul asociat defectării sistemelor interioare (D3); definit prin suma

$$R'_O = R'_W + R'_Z + R'_C \quad (6.19)$$

Pentru compunerea componentelor de risc pentru un serviciu aşa cum s-a prezentat mai sus, a se vedea şi tabelul 6.14.

6.2.1.1.5 Factori care influenţează componentele de risc

Factori care influenţează componentele de risc într-o structură

Caracteristicile structurii şi acele măsuri de protecţie care pot influenţa componentele de risc pentru o structură sunt indicate în tabelul 6.8.

Tabelul 6.8
Factori care influenţează componentele de risc într-o structură

Caracteristici ale structurii sau ale sistemelor interioare Măsuri de protecţie	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Suprafaţă echivalentă de expunere	X	X	X	X	X	X	X	X
Rezistivitatea de suprafaţă a solului	X							
Rezistivitatea planşeului					X			
Restricţii fizice, izolaţie, panouri de avertizare, echipotenţializarea solului	X				X			
SPT	X[1)]	X	X[2)]	X[2)]	X[3)]	X[3)]		
Protecţie cu SPD coordonate			X	X			X	X
Ecran tridimensional			X	X				
Ecranarea liniilor exterioare					X	X	X	X
Ecranarea liniilor interioare			X	X				
Precauţii pentru trasee			X	X				
Reţea de echipotenţializare			X					
Precauţii împotriva incendiilor		X				X		
Sensibilitate la foc		X				X		
Pericol special		X				X		
Tensiune de ţinere la impuls			X	X	X	X	X	X

1) În cazul unui SPT "natural" sau standardizat, cu o distanţă între conductoarele de coborâre mai mică de 10 m sau dacă este asigurată o restricţie fizică, se poate neglija riscul asociat vătămării fiinţelor vii prin acţiunea tensiunilor de atingere şi de pas

2) Numai pentru IPT exterioară tip grilă.

3) Datorită legăturii de echipotenţializare.

6.2.1.1.6 Factori care influenţează componentele de risc pentru un serviciu

Caracteristicile serviciului, a structurii la care acesta este racordat şi a măsurilor de protecţie care pot influenţa componentele de risc sunt prezentate în tabelul 6.9.

Tabelul 6.9
Factori care influenţează componentele de risc pentru un serviciu

Caracteristici ale serviciului Măsură de protecţie	R'_V	R'_W	R'_Z	R'_B	R'_C
Suprafaţă echivalentă de expunere	X	X	X	X	X
Ecranarea cablurilor	X	X	X	X	X
Cablu de protecţie împotriva trăsnetului	X	X	X	X	X
Canal de protecţie a cablurilor împotriva trăsnetului	X	X	X	X	X
Conductoare ecranate suplimentare	X	X	X	X	X
Tensiune de ţinere la impuls	X	X	X	X	X
SPD	X	X	X	X	X

6.2.1.2 Evaluarea riscului

Procedura de bază

Decizia de a proteja o structură sau un serviciu împotriva trăsnetului, precum şi alegerea măsurilor de protecţie se iau după aplicarea următoarei proceduri:

– identificarea obiectului de protejat şi a caracteristicilor sale;
– identificarea tuturor tipurilor de pierderi în obiect şi a riscului asociat R (de la R_1 până la R_4);
– evaluarea riscului R pentru fiecare tip de pierdere (de la R_1 până la R_4);
– evaluarea necesităţii protecţiei, prin compararea riscurilor R_1, R_2 şi R_3 pentru o structură (R'_2 pentru un serviciu) cu riscul acceptabil R_T;
– evaluarea eficienţei tehnice şi economice a protecţiei prin compararea costurilor pierderilor totale cu şi fără măsuri de protecţie. În acest caz, evaluarea componentelor de risc R_4 pentru o structură (R'_4 pentru un serviciu) trebuie realizată în vederea evaluării acestor costuri.

Structura de luat în considerare pentru evaluarea riscului

Structura de luat în considerare include:

– structura în sine;
– instalaţiile din structură;
– conţinutul structurii;
– persoanele din interiorul structurii sau care stau într-o zonă de până la 3 m în partea exterioară a structurii;
– mediul afectat de o avarie a structurii.

Protecţia poate să nu includă serviciile conectate în afara structurii.

Structura de protejat poate fi divizată în mai multe zone.

Serviciu de luat în considerare pentru evaluarea riscului

Serviciul care se ia în considerare cuprinde mijloacele fizice prin care sunt conectate:

– clădirea centralei de telecomunicaţii şi clădirea utilizatorului sau două clădiri de centrale de telecomunicaţii sau două clădiri ale utilizatorilor, pentru liniile de telecomunicaţii,
– clădirea centralei de telecomunicaţii sau clădirea utilizatorului şi un nod de distribuţie sau între două noduri de distribuţie, pentru liniile de telecomunicaţii,
– staţia de transformare de înaltă tensiune şi clădirea utilizatorului pentru liniile de alimentare cu energie electrică,
– staţia principală de distribuţie şi clădirea utilizatorului pentru conducte.

Serviciul considerat cuprinde echipamentul liniei şi echipamentul de la extremităţile liniilor, cum ar fi:

– multiplexor, amplificator, optocuplor, contoare, echipamentul de la extremitatea liniei etc.;
– întreruptoare, protecţii împotriva supracurenţilor, contoare etc.;
– sisteme de comandă, sisteme de securitate, contoare etc.

Protecţia nu include echipamentul utilizatorului sau oricare altă structură conectată la extremităţile serviciului

Risc acceptabil R_T

Identificarea valorii riscului acceptabil este în responsabilitatea unei autorităţi cu competenţă juridică.

Valori reprezentative ale riscului acceptabil R_T, când căderea trăsnetului poate produce pierderi de vieţi omeneşti sau pierderi de valori sociale sau de valori culturale sunt indicate în tabelul 6.10.

Tabelul 6.10
Valori pentru riscul acceptabil R_T

Tipuri de pierderi	R_T (y^{-1})
Pierderi de vieţi omeneşti sau vătămări permanente	10^{-5}
Pierderea unui serviciu public	10^{-3}
Pierderea unui element de patrimoniu cultural	10^{-3}

Procedură specifică pentru evaluarea necesităţii unei protecţii

La evaluarea necesităţii unei protecţii împotriva trăsnetului pentru un obiect, trebuie luate în considerare următoarele riscuri:

– riscurile R_1, R_2 şi R_3 pentru o structură;
– riscurile R'_1 şi R'_2 pentru un serviciu.

Pentru fiecare risc considerat, trebuie să fie parcurse următoarele etape:

– identificarea componentelor R_X care compun riscul;
– calculul componentelor de risc identificate R_X;
– calculul riscului total R;
– identificarea riscului acceptabil R_T;
– compararea riscului R cu valoarea acceptabilă R_T.

Dacă $R \leq R_T$, protecţia împotriva trăsnetului nu este necesară.

Dacă $R > R_T$ trebuie adoptate măsuri de protecţie în vederea reducerii lui $R \leq R_T$ pentru toate riscurile la care obiectul este supus.

Procedura pentru evaluarea necesităţii unei protecţii este prezentată în figura 6.1.

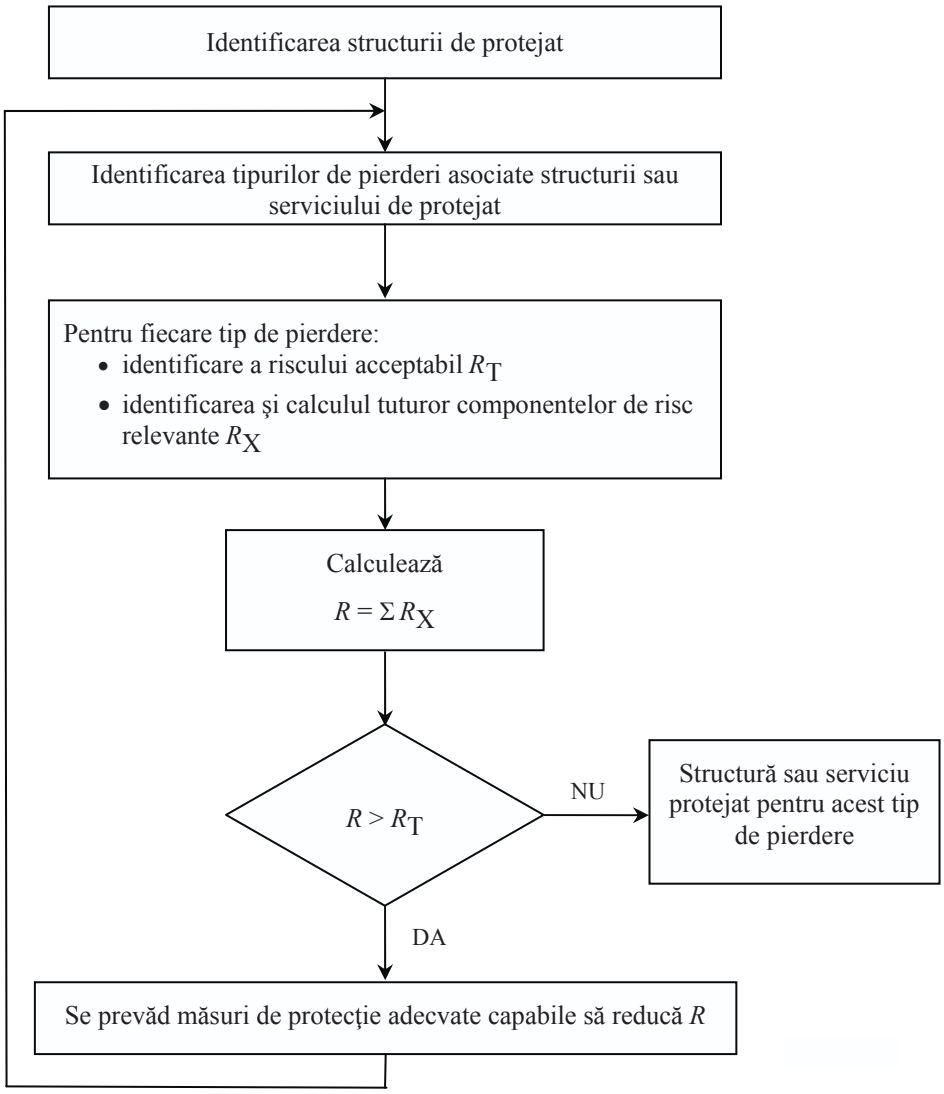


Fig 6.1 – Procedură pentru luarea unei decizii privind necesitatea unei protecţii

Procedură pentru evaluarea eficienţei tehnice şi economice a unei protecţii

Pe lângă necesitatea unei protecţii împotriva trăsnetului pentru o structură sau un serviciu, poate fi utilă determinarea beneficiilor economice ale instalării măsurilor de protecţie în vederea reducerii pierderilor economice L4.

Evaluarea componentelor de risc R_4 pentru o structură (R'_4 pentru un serviciu) permite utilizatorului să evalueze pierderile economice cu măsuri de protecţie adoptate şi fără acestea.

Procedura de determinare a eficienţei tehnice şi economice a unei protecţii necesită:

- identificarea componentelor R_X care compun riscul R_4 pentru o structură (R'_4 pentru un serviciu);
- calculul componentelor de risc identificate R_X în absenţa unor măsuri de protecţie noi/suplimentare;
- calculul costului anual al pierderii datorită fiecărei componente de risc R_X;
- calculul costului anual C_L al pierderii totale în absenţa unor măsuri de protecţie;
- adoptarea măsurilor de protecţie alese;
- calculul componentelor de risc R_X cu luarea în considerare a măsurilor de protecţie alese;
- calculul costului anual al pierderilor reziduale datorită fiecărei componente de risc R_X în structura sau serviciul protejat;
- calculul costului anual total C_{RL} al pierderilor reziduale cu luarea în considerare a măsurilor de protecţie alese;
- calculul costului anual C_{PM} al măsurilor de protecţie alese;
- compararea costurilor.

Dacă $C_L < C_{RL} + C_{PM}$, protecţia împotriva trăsnetului nu poate fi considerată eficientă economic.

Dacă $C_L \geq C_{RL} + C_{PM}$, măsurile de protecţie pot realiza economii pe durata de viaţă a structurii sau a serviciului.

Procedura de evaluare a eficienţei tehnice şi economice a protecţiei este prezentată sintetic în figura 6.2.

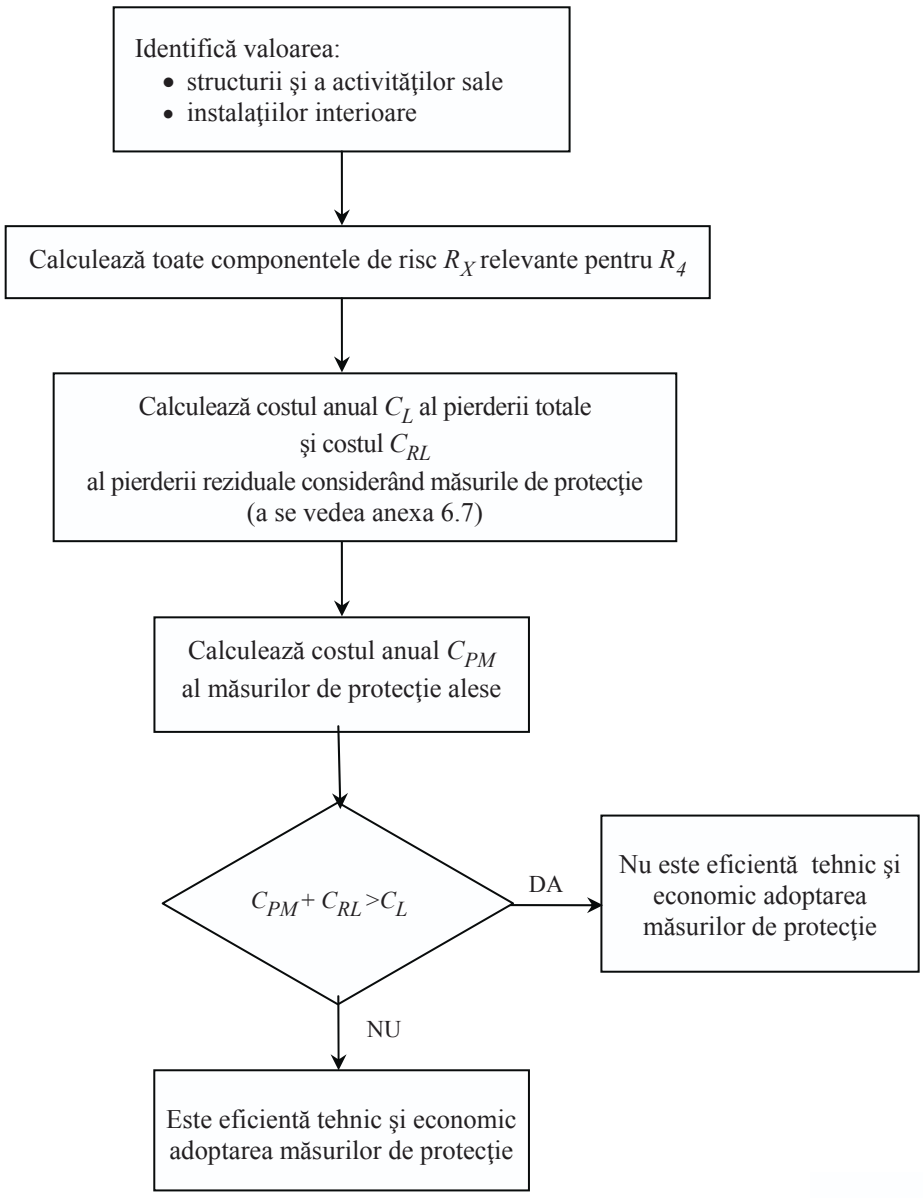


Fig. 6.2 – Procedură pentru evaluarea eficienţei tehnice şi economice a măsurilor de protecţie

Măsuri de protecţie

Măsurile de protecţie sunt destinate să reducă riscul asociat tipurilor de avarii.

Măsurile de protecţie trebuie să fie considerate eficiente numai dacă ele sunt conforme cu recomandările din următoarele standarde importante:

– SR EN 62305-3 pentru protecţia împotriva vătămării fiinţelor vii şi a avariilor fizice într-o structură;
– SR EN 62305-4 pentru protecţia împotriva defectării sistemelor interioare;
– CEI 62305-5 pentru protecţia serviciilor

Alegerea măsurilor de protecţie

Alegerea celor mai potrivite măsuri de protecţie trebuie să fie făcută de proiectant în funcţie de ponderea fiecărei componente de risc în riscul total R şi în funcţie de aspectele tehnice şi economice ale diferitelor măsuri de protecţie.

Pentru fiecare tip de pierdere, există un număr de măsuri de protecţie care, individual sau în combinaţie, realizează condiţia $R \leq R_T$. Soluţia care va fi adoptată trebuie să fie aleasă ţinând seama de aspectele tehnice şi economice. O procedură simplificată pentru alegerea măsurilor de protecţie este indicată în figura 6.3 pentru structuri şi în figura 6.4 pentru servicii. Instalatorul sau proiectantul trebuie să identifice componentele de risc cele mai critice şi să le reducă, luând în considerare de asemenea aspectele economice.

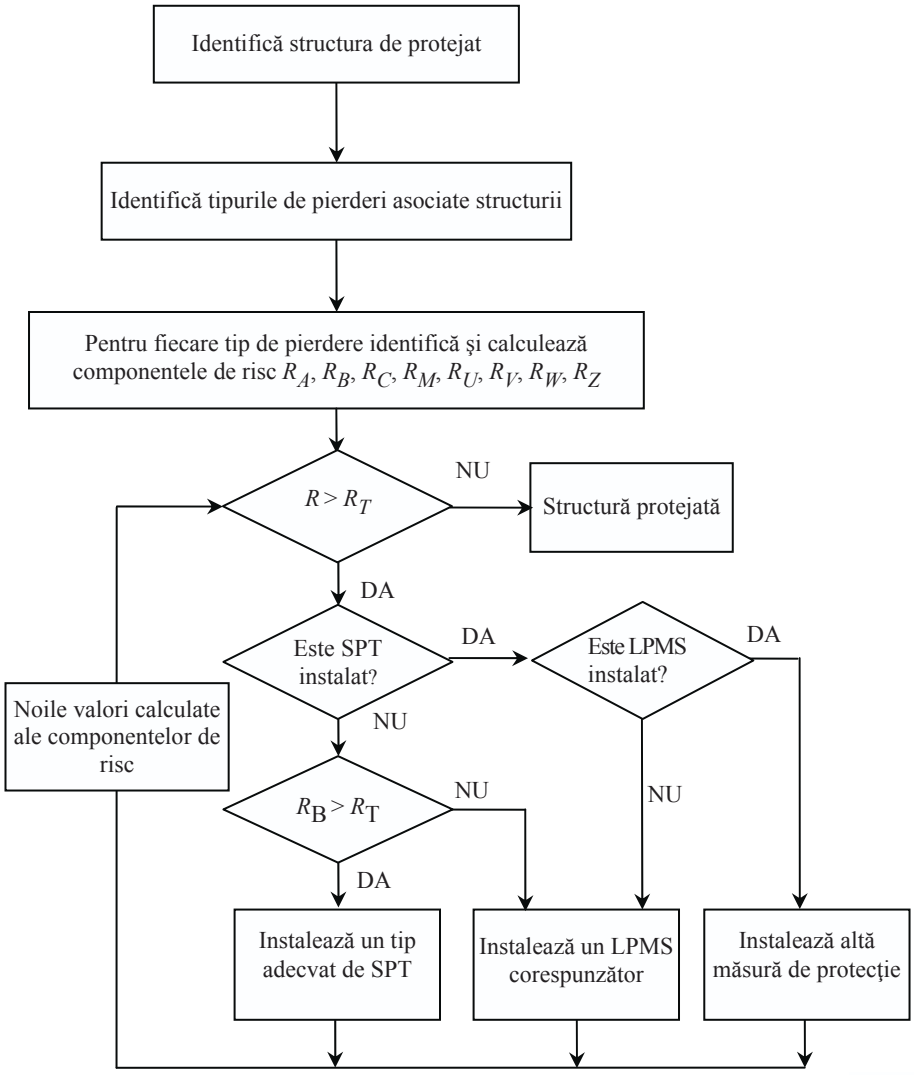


Fig. 6.3 – Procedură pentru alegerea măsurilor de protecţie într-o structură

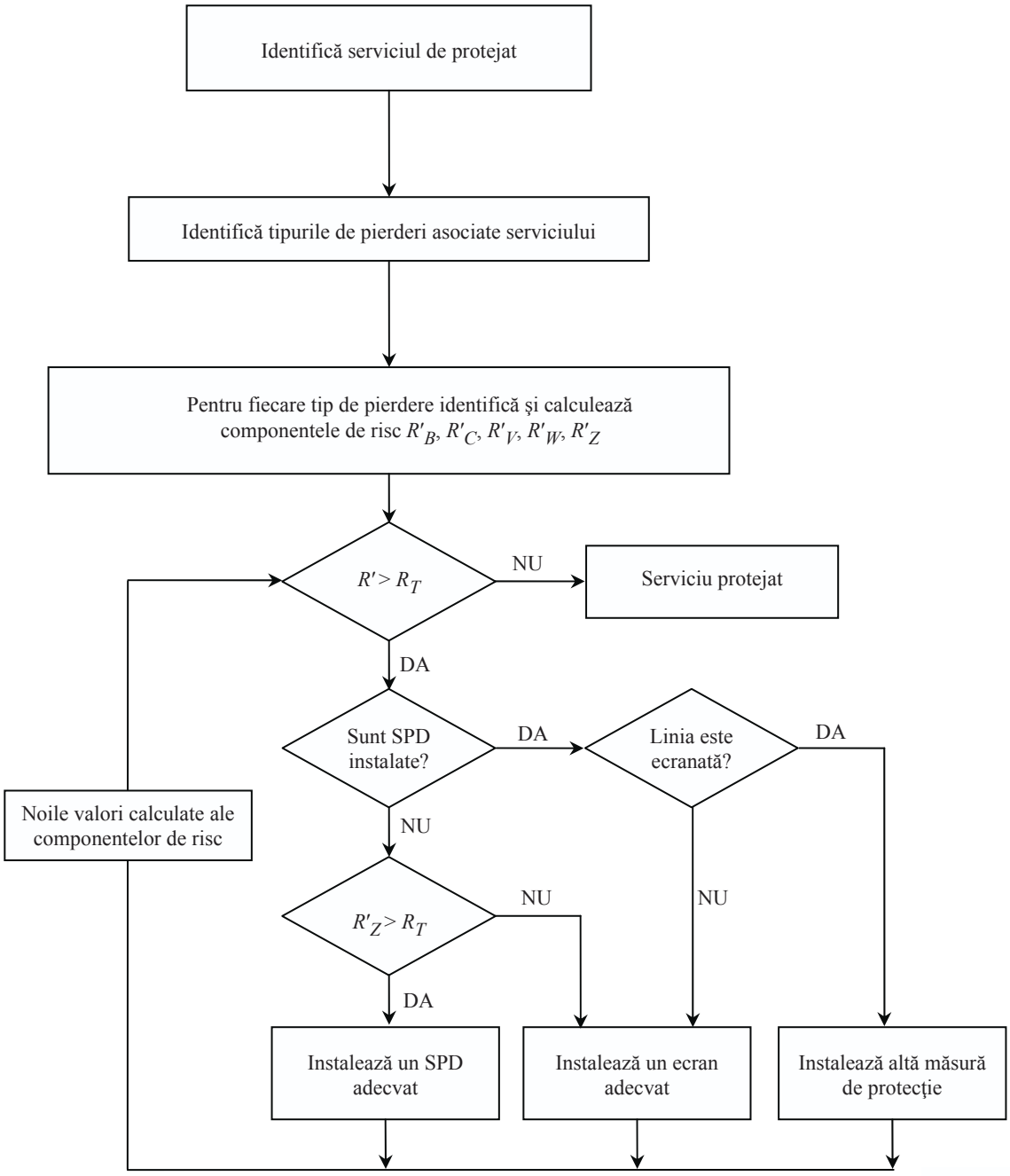


Fig. 6.4 – Procedură pentru alegerea măsurilor de protecţie pentru un serviciu

6.2.1.3 Evaluarea componentelor de risc pentru o structură

Ecuaţia de bază

Fiecare componentă de risc R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W şi R_Z poate fi exprimată prin relaţia generală următoare

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x \quad (6.20)$$

unde

N_x este numărul de evenimente periculoase pe an ;

P_x probabilitatea de avariere a unei structuri ;

L_x pierderea rezultantă.

Numărul N_x de evenimente periculoase este influenţat de densitatea de trăsnete la sol (N_g) şi de caracteristicile fizice ale obiectului de protejat, vecinătăţile sale şi de sol.

Probabilitatea de avariere P_x este influenţată de caracteristicile obiectului de protejat şi de măsurile de protecţie asigurate.

Pierderea rezultantă L_x este influenţată de utilizarea atribuită obiectului, de prezenţa unor persoane, de tipul serviciului public, de valoarea bunurilor afectate de avarie şi de măsurile prevăzute pentru a limita valoarea pierderilor.

Evaluarea componentelor de risc datorită căderii trăsnetului pe structură (S1)

Pentru evaluarea componentelor de risc asociate căderii trăsnetului pe structură, se utilizează următoarele relaţii:

– componentă asociată vătămării fiinţelor vii (D1)

$$R_A = N_D \times P_A \times L_A \quad (6.21)$$

– componentă asociată avariilor fizice (D2)

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B \quad (6.22)$$

– componentă asociată defectării sistemelor interioare (D3)

$$R_C = N_D \times P_C \times L_C \quad (6.23)$$

Parametrii pentru evaluarea acestor componente de risc sunt indicaţi în tabelul 6.11.

Evaluarea componentelor de risc datorită căderii trăsnetului lângă structură (S2)

Pentru evaluarea componentei de risc asociate căderii trăsnetului lângă structură, se utilizează următoarele relaţii:

– componentă asociată defectării sistemelor interioare (D3)

$$R_M = N_M \times P_M \times L_M \quad (6.24)$$

Parametrii pentru evaluarea acestei componente de risc sunt indicaţi în tabelul 6.11.

Evaluarea componentelor de risc datorită căderii trăsnetului pe o linie racordată la structură (S3)

Pentru evaluarea componentelor de risc asociate căderii trăsnetului pe o linie racordată la structură, se utilizează următoarele relaţii:

– componentă asociată vătămării fiinţelor vii (D1)

$$R_U = (N_L + N_{Da}) \times P_U \times L_U \quad (6.25)$$

– componentă asociată avariilor fizice (D2)

$$R_V = (N_L + N_{Da}) \times P_v \times L_v \quad (6.26)$$

– componentă asociată defectării sistemelor interioare (D3)

$$R_w = (N_L + N_{Da}) \times P_w \times L_w \quad (6.27)$$

Parametrii pentru evaluarea acestor componente de risc sunt indicaţi în tabelul 6.11.

Dacă linia are mai multe secţii, valorile R_U, R_V şi R_W sunt suma valorilor R_U, R_V şi R_W corespunzătoare fiecărei secţii a liniei (fig. 6.5). Secţiile care trebuie luate în considerare sunt cele dintre structură şi primul nod de distribuţie.

În cazul unei structuri la care sunt racordate mai multe linii cu trasee diferite, calculele trebuie realizate pentru fiecare linie.

Evaluarea componentei de risc datorită căderii trăsnetului lângă o linie racordată la structură (S4)

Pentru evaluarea componentei de risc asociate căderii trăsnetului lângă o linie racordată la structură, se aplică următoarele relaţii:

– componentă asociată defectării sistemelor interioare (D3)

$$R_z = (N_I - N_L) \times P_z \times L_z \qquad (6.28)$$

Parametrii pentru evaluarea acestei componente de risc sunt indicaţi în tabelul 6.11.

Dacă linia are mai multe secţii, valoarea lui R_Z este suma R_Z a componentelor corespunzătoare fiecărei secţii a liniei. Secţiile care trebuie luate în considerare sunt cele dintre structură şi primul nod de distribuţie.

În cazul unei structuri la care sunt racordate mai multe linii cu trasee diferite, calculele trebuie realizate pentru fiecare linie.

Dacă $(N_I - N_L) < 0$, atunci se presupune că $(N_I - N_L) = 0$.

Tabelul 6.11
Parametrii asociaţi evaluării componentelor de risc pentru o structură

Simbol	Denumire	Valoare conform cu
Număr mediu anual de evenimente periculoase datorită căderii trăsnetului		
N_D	– pe structură	Anexa 6.1
N_M	– în proximitatea unei structuri	Anexa 6.1
N_L	– pe o linie racordată la structură	Anexa 6.1
N_I	– lângă o linie racordată la structură	Anexa 6.1
N_{Da}	– pe structură la extremitatea "a" a liniei (a se vedea figura 6.5)	Anexa 6.1
Probabilitatea ca trăsnetul care cade pe structură să producă		
P_A	– vătămarea fiinţelor vii	Anexa 6.2
P_B	– avarii fizice	Anexa 6.2
P_C	– defectarea sistemelor interioare	Anexa 6.2
Probabilitatea ca trăsnetul care cade lângă structură să producă		
P_M	– defectarea sistemelor interioare	Anexa 6.2
Probabilitatea ca trăsnetul care cade pe o linie să producă		
P_U	– vătămarea fiinţelor vii	Anexa 6.2
P_V	– avarii fizice	Anexa 6.2
P_W	– defectarea sistemelor interioare	Anexa 6.2
Probabilitatea ca trăsnetul care cade lângă o linie să producă		
P_Z	– defectarea sistemelor interioare	Anexa 6.2
Pierderi datorită		
$L_A = L_U = r_a \times L_t$	– vătămării fiinţelor vii	Anexa 6.3
$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_f$	– avariilor fizice	Anexa 6.3
$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_o$	– defectării sistemelor interioare	Anexa 6.3
NOTĂ – Valori ale pierderilor L_t, L_f, L_o; factorii r_p , r_a , r_u , r_f de reducere a pierderilor şi factorul h_z de amplificare a pierderilor sunt indicaţi în anexa 6.3..		

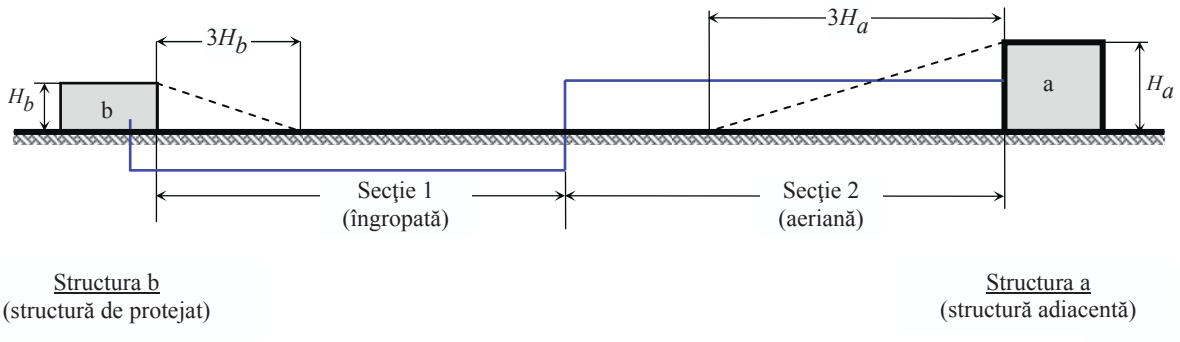


Fig.6 5 – Structuri la extremităţile liniilor: la extremitatea "b" structura de protejat (structura b) şi la extremitatea "a" o structură adiacentă (structura a)

Sinteza componentelor de risc pentru o structură

Componentele de risc pentru structuri sunt sintetizate în tabelul 6.12, în funcţie de diferite tipuri de avarii şi diferite surse ale avariei.

Tabelul 6.12

Componentele de risc pentru o structură pentru diferite tipuri de avarii produse de diferite surse

Sursă de avarii / Avarie	S1 Căderea trăsnetului pe o structură	S2 Căderea trăsnetului lângă o structură	S3 Căderea trăsnetului pe un serviciu racordat	S4 Căderea trăsnetului lângă un serviciu	Risc rezultant în funcţie de tipul avariei
D1 Vătămarea fiinţelor vii	$R_A = N_D \times P_A \times r_a \times L_t$		$R_U = (N_L + N_{Da}) \times P_U \times r_u \times L_t$		$R_S = R_A + R_U$
D2 Avarii fizice	$R_B = N_D \times P_B \times r_p \times h_z \times r_f \times L_f$		$R_V = (N_L + N_{Da}) \times P_V \times r_p \times h_z \times r_f \times L_f$		$R_F = R_B + R_V$
D3 Defectarea sistemelor electrice şi electronice	$R_C = N_D \times P_C \times L_o$	$R_M = N_M \times P_M \times L_o$	$R_W = (N_L + N_{Da}) \times P_W \times L_o$	$R_Z = (N_I - N_L) \times P_Z \times L_o$	$R_O = R_C + R_M + R_W + R_Z$
Risc rezultant în funcţie de sursa de avarie	$R_D = R_A + R_B + R_C$	$R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$			

Dacă structura este împărţită în zone Z_S, fiecare componentă de risc trebuie să fie evaluată pentru fiecare zonă Z_S.

Riscul total R al structurii este suma componentelor de risc asociate zonelor Z_S care constituie structura.

Împărţirea structurii în zone Z_S

Pentru evaluarea fiecărei componente de risc, structura poate fi împărţită în zone Z_S fiecare având caracteristici omogene. Totuşi, o structură poate fi, sau poate fi luată în consideraţie ca fiind o singură zonă.

Zonele Z_S sunt definite în principal prin

– tipul solului sau al planşeului (componente de risc R_A şi R_U),
– compartimente rezistente la foc (componente de risc R_B şi R_V),
– ecrane tridimensionale (componente de risc R_C şi R_M).

Celelalte zone pot fi definite în funcţie de

– amplasarea sistemelor interioare (componente de risc R_C şi R_M),
– măsurile de protecţie existente sau care vor fi prevăzute (toate componentele de risc),
– valorile pierderilor L_X (toate componentele de risc).

Evaluarea componentelor de risc într-o structură cu zone Z_S

Regulile de evaluare a componentelor de risc depind de tipul de risc.

Riscuri R_1, R_2 ***şi*** R_3

Structură cu o singură zonă

În acest caz este definită o singură zonă Z_S care cuprinde toată structura. Riscul R este suma componentelor de risc R_X dintr-o structură. Pentru evaluarea componentelor de risc şi selectarea parametrilor semnificativi implicaţi, se aplică regulile următoare:

– parametrii care se referă la numărul de evenimente periculoase N trebuie evaluaţi în conformitate cu anexa 6.1;
– parametrii care se referă la probabilitatea P de avariere trebuie evaluaţi în conformitate cu anexa 6.2.

În plus:
- Pentru componentele R_A, R_B, R_U, R_V, R_W şi R_Z, numai o singură valoare trebuie determinată pentru fiecare parametru implicat. Dacă se pot aplica mai multe valori, trebuie aleasă valoarea cea mai mare.
- Pentru componentele R_C şi R_M, dacă în zonă sunt implicate mai multe sisteme interioare, valorile P_C şi P_M sunt date de:

$$P_C = 1 - (1 - P_{C1}) \times (1 - P_{C2}) \times (1 - P_{C3}) \quad (6.29)$$

$$P_M = 1 - (1 - P_{M1}) \times (1 - P_{M2}) \times (1 - P_{M3}) \quad (6.30)$$

unde P_{Ci}, şi P_{Mi} sunt parametrii care se referă la sistemul interior i.
- Parametrii care se referă la volumul pierderilor L trebuie evaluaţi în conformitate cu anexa 6.3.
  Valorile medii tipice care derivă din anexa 6.3 pot fi asumate pentru zonă, în conformitate cu utilizarea structurii.

Cu excepţia făcută pentru P_C şi P_M, dacă, într-o zonă, există mai mult de o valoare pentru oricare alt parametru, este asumată valoarea parametrului care conduce la cea mai mare valoare a riscului.
Definirea structurii cu o singură zonă poate conduce la măsuri de protecţie costisitoare deoarece fiecare măsură trebuie extinsă la întreaga structură.

Structură cu zone multiple
În acest caz, structura este împărţită în mai multe zone Z_S. Riscul pentru structură este suma riscurilor asociate fiecăreia dintre zonele structurii; în fiecare zonă, riscul este suma tuturor componentelor de risc asociate zonei.
Pentru evaluarea componentelor de risc şi selectarea parametrilor implicaţi, se aplică regulile de la structura cu o singură zonă.
Împărţirea structurii în zone permite proiectantului să ţină seama de caracteristicile particulare ale fiecărei părţi a structurii în evaluarea componentelor de risc şi să aleagă măsurile de protecţie potrivite, zonă cu zonă, reducând costul total al protecţiei împotriva trăsnetului.

***Risc* R$_4$**
Independent de decizia privind adoptarea unei protecţii împotriva trăsnetului pentru reducerea riscurilor R_1, R_2, şi R_3, este util să se evalueze consecinţele economice ale adoptării măsurilor de protecţie în vederea reducerii riscului R_4 al pierderilor economice.
Elementele pentru care se realizează evaluarea riscului R_4 trebuie definite pentru:
- întreaga structură;
- o parte a structurii;
- o instalaţie interioară;
- o parte a instalaţiei interioare;
- un echipament;
- conţinutul structurii.

Costul pierderilor dintr-o zonă trebuie evaluat conform cu anexa 6.7. Costul total al pierderilor pentru structură este suma costurilor pierderilor tuturor zonelor.

6.2.1.4 Evaluarea componentelor de risc pentru un serviciu

Ecuaţia de bază
Fiecare componentă de risc R'_V, R'_W, R'_Z, R'_B şi R'_C, poate fi exprimată prin ecuaţia generală:

$$R'_X = N_X \times P'_X \times L'_X \quad (6.31)$$

unde
N_X este numărul de evenimente periculoase (a se vedea anexa 6.1);
P'_X probabilitatea de avariere a unui serviciu (a se vedea anexa 6.4);

L'_X pierderea rezultantă (a se vedea anexa 6.5).

Evaluarea componentelor de risc datorită căderii trăsnetului pe un serviciu (S3)

Pentru evaluarea componentelor de risc asociate căderii trăsnetului pe un serviciu, se utilizează următoarele relaţii:

– componentă de risc asociată avariilor fizice (D2)

$$R'_V = N_L \times P'_V \times L'_V \quad (6.32)$$

– componentă de risc asociată defectării echipamentelor racordate (D3)

$$R'_W = N_L \times P'_W \times L'_W \quad (6.33)$$

Parametrii pentru evaluarea acestor componente de risc sunt indicaţi în tabelul 6.13.

Evaluarea componentelor de risc datorită căderii trăsnetului lângă serviciu (S4)

Pentru evaluarea componentei de risc asociată căderii trăsnetului lângă un serviciu, se utilizează următoarele relaţii:

– componentă de risc asociată defectării echipamentelor racordate (D3)

$$R'_Z = (N_I - N_L)\, P'_Z L'_Z \quad (6.34)$$

Parametrii pentru evaluarea acestei componente de risc sunt indicaţi în tabelul 6.13.

Dacă (N_I - N_L) < 0, atunci se adoptă (N_I - N_L) = 0.

Evaluarea componentelor de risc datorită căderii trăsnetului pe structuri la care este racordat serviciul (S1)

Pentru evaluarea componentei de risc asociată căderii trăsnetului pe fiecare structură la care serviciul este racordat, se aplică următoarele relaţii pentru fiecare secţie a serviciului racordat la structură:

– componentă de risc asociată avariei fizice (D2):

$$R'_B = N_D\, P'_B L'_B \quad (6.35)$$

– componentă de risc asociată defectării echipamentelor (D3):

$$R'_C = N_D \times P'_C \times L'_C \quad (6.36)$$

Parametrii pentru evaluarea acestei componente de risc sunt indicaţi în tabelul 6.13.

Tabelul 6.13

Parametrii asociaţi evaluării componentelor de risc pentru un serviciu

Simbol	Denumire	Valoare conform cu
Număr mediu anual de trăsnete care cad		
N_D	– pe structura racordată la un serviciu	Anexa 6.1
N_L	– pe serviciu	Anexa 6.1
N_I	– lângă serviciu	Anexa 6.1
Probabilitatea ca trăsnetul care cade pe o structură adiacentă să producă		
P'_B	– avarii fizice	Anexa 6.4
P'_C	– defectări ale echipamentului serviciului	Anexa 6.4
Probabilitatea ca trăsnetul care cade pe un serviciu să producă		
P'_V	– avarii fizice	Anexa 6.4
P'_W	– defectări ale echipamentului serviciului	Anexa 6.4
Probabilitatea ca trăsnetul care cade lângă un serviciu să producă		
P'_Z	– defectări ale echipamentului serviciului	Anexa 6.4
Pierderi datorită		
$L'_B = L'_V = L'_f$	– avariilor fizice	Anexa 6.5
$L'_C = L'_W = L'_Z = L'_O$	– defectării echipamentului serviciului	Anexa 6.5

Sinteza componentelor de risc pentru un serviciu

Componentele de risc pentru un serviciu sunt sintetizate în tabelul 6.14 în funcţie de diferite tipuri de avarii şi diferite surse de avarii.Tabelul 6.14

Tabelul 6.14

Componente de risc pentru un serviciu pentru tipuri diferite de avarii produse de surse diferite

Sursă de avarie / Tip de avarie	S3 Căderea trăsnetului pe un serviciu	S4 Căderea trăsnetului lângă un serviciu	S1 Căderea trăsnetului pe o structură	Riscul rezultant în funcţie de tipul avarie
D2 Deteriorare fizică	$R'_V = N_L \times P'_V \times L'_V$		$R'_B = N_D \times P'_B \times L'_B$	$R_F = R'_V + R'_B$
D3 Defectare a sistemelor electrice şi electronice	$R'_W = N_L \times P'_W \times L'_W$	$R'_Z = (N_I - N_L) \times P'_Z \times L'_Z$	$R'_C = N_D \times P'_C \times L'_C$	$R_O = R'_Z + R'_W + R'_C$
Riscul rezultant în funcţie de sursa de avarie	$R_D = R'_V + R'_W$	$R_I = R'_Z + R'_B + R'_C$		

Dacă serviciul este divizat în secţii S_S, componentele de risc R'_V, R'_W şi R'_Z ale serviciului trebuie să fie evaluate ca sumă a componentelor de risc asociate fiecărei secţii a serviciului.

Componenta de risc R'_Z trebuie să fie evaluată în fiecare punct de tranziţie al serviciului şi valoarea cea mai mare trebuie să fie adoptată ca valoare a lui R'_Z.

Componentele de risc R'_B şi R'_C ale serviciului trebuie să fie evaluate ca sumă a componentelor de risc asociate fiecărei structuri conectate la serviciu.

Riscul total R al serviciului este suma componentelor de risc R'_B, R'_C, R'_V, R'_W şi R'_Z.

Împărţirea unui serviciu în secţii S_S

Pentru evaluarea componentelor de risc, serviciul poate fi împărţit în secţii S_S. Totuşi, un serviciu poate fi format dintr-o singură secţie, sau considerat ca atare.

Pentru toate componentele de risc (R'_B, R'_C, R'_V, R'_W, R'_Z), secţiile S_S sunt definite în principal prin:

– tipul serviciului (aerian sau subteran);
– factori care afectează suprafaţa echivalentă de expunere (C_d, C_e, C_t);
– caracteristici ale serviciului (tipul izolaţiei cablului, rezistenţa ecranului).

Alte secţii pot fi definite în funcţie de:

– tipul aparaturii conectate;
– măsuri de protecţie existente sau care vor fi prevăzute.

Dacă într-o secţie există mai mult de o valoare pentru un parametru, se adoptă valoarea parametrului care conduce la cea mai mare valoare a riscului.

Operatorul reţelei sau proprietarul serviciului trebuie să evalueze volumul pierderilor anuale posibile pentru serviciu. Dacă această evaluare nu poate fi făcută, în anexa 6.5 sunt sugerate valori reprezentative.

6.2.2 Cazuri în care echiparea cu IPT este obligatorie

6.2.2.1 Instalaţia de protecţie împotriva trăsnetului este formată din:

A. Instalaţie IPT exterioară, compusă din următoarele elemente legate între ele:

- dispozitivul de captare;
- conductoare de coborâre;
- piese de separaţie pentru fiecare coborâre;
- priză de pământ tip IPT;
- piesă de legătură deconectabilă;
- legături între prizele de pământ;
- legături echipotenţiale;
- legături echipotenţiale prin intermediul eclatoarelor la suportul antenei;

B. Instalaţia IPT interioară, compusă din:
- legături de echipotenţializare;
- bare pentru egalizarea potenţialelor (BEP);

6.2.2.2 O construcţie sau o parte a unei construcţii pentru care este necesară o IPT normală (de nivel III sau IV) nu este necesar să fie echipată cu IPT exterioară dacă intră complet în volumul de protecţie creat de IPT exterioară al unei alte construcţii (cu excepţia situaţiei în care dispozitivul de captare este constituit dintr-o singură tijă simplă).

6.2.2.3 În toate cazurile se prevăd IPT interioare pentru construcţiile care intră în raza de protecţie.

6.2.2.4 În situaţiile în care numai unele spaţii dintr-o construcţie necesită IPT şi aceste spaţii nu determină încadrarea întregii construcţii în categoria lor (deci nu se impune IPT pentru întreaga construcţie) se procedează astfel:
- dacă spaţiile sunt situate la ultimul nivel al construcţiei, se realizează IPT numai pentru spaţiile respective;
- dacă spaţiile se găsesc la parterul sau la etajele intermediare ale unei construcţii etajate şi există pericolul ca efectele secundare ale trăsnetului să producă daune, se realizează IPT interioare necesare în spaţiile respective.

6.2.2.5 La construcţiile etajate cu arhitectură asimetrică sau formate din mai multe corpuri de clădiri de înălţimi diferite, IPT se rezolvă separat pentru fiecare corp de clădire şi se leagă între ele.

6.2.2.6 Se prevede obligatoriu protecţie la trăsnet de nivelul stabilit conform art. 6.2.1. la următoarele categorii de construcţii sau instalaţii:
a) Construcţii care cuprind încăperi cu aglomerări de persoane sau săli aglomerate, indiferent de nivelul la care aceste încăperi sunt situate, având următoarele capacităţi sau suprafeţe:
- teatre, cinematografe, săli de concert şi de întruniri, cămine culturale, săli de sport acoperite, circuri etc., cu o capacitate mai mare de 400 locuri;
- clădiri bloc pentru spitale, sanatorii etc., cu mai mult de 75 paturi;
- hoteluri, cămine, cazărmi cu mai mult de 400 de paturi;
- construcţii pentru învăţământ - universităţi, şcoli, grădiniţe de copii şi creşe, cu mai multe de 10 săli de clasă sau joc, de laborator sau de atelier;
- restaurante şi magazine cu o suprafaţă desfăşurată mai mare de 1000 m^2, exclusiv depozitele şi spaţiile anexe de deservire;
- clădiri pentru călători, din categoriile I şi II, în care în perioada de vârf a traficului, la ora de maximă aglomerare se pot afla mai mult de 300 de călători.

b) Construcţii care constituie sau adăpostesc valori de importanţă naţională, cum sunt muzeele, expoziţiile permanente, monumentele istorice sau de arhitectură, arhivele pentru documente de valoare etc.

În cazul monumentelor istorice soluţia se stabileşte de comun acord cu forurile de specialitate.

c)) Construcţii înalte şi foarte înalte definite conform reglementărilor specifice referitoare la securitatea la incendiu a construcţiilor.

d) Construcţii de locuit înalte şi foarte înalte.

În cazul în care la aceste construcţii, deasupra ultimului nivel se mai află o construcţie cu un singur nivel ce ocupă până la 70% din aria construită a clădirii şi este compusă numai din încăperi pentru spălătorii, uscătorii sau maşini ale ascensoarelor, IPT se prevede şi la această porţiune (sau tronson) de construcţie.

e) Construcţii şi instalaţii tehnologice exterioare care sunt cel puţin de două ori mai înalte decât construcţiile, proeminenţele de teren sau copacii din jur şi au cel puţin 10 m înălţime (de ex. coşuri de fum, castele de apă, silozuri, turnuri, clădiri în formă de turn etc.).

f) Construcţii şi instalaţii tehnologice exterioare amplasate izolat, în zone cu N_k mai mare de 30 cum sunt: cabanele sau construcţiile similare amplasate izolat, clădirile petnru călători de categoriile III, IV şi V de pe liniile de cale ferată.

g) Construcţii stabilite ca prezentând importanţă pentru diverse domenii pentru economia naţională (de ex. clădiri destinate producerii de energie electrică, centrale de telecomunicaţii, centrele de calcul etc.).
h) Construcţii şi instalaţii tehnologice exterioare încadrate în categoria BE2, risc mare de incendiu, dacă sunt situate în zone cu N_k mai mare de 30 şi dacă materialele combustibile care se prelucrează, utilizează sau depozitează în ele sunt considerate obiecte de bază ale întreprinderii sau ca având valoare mare sau importanţă deosebită.
i) Depozite deschise de materiale şi substanţe încadrate în clasele de periculozitate prevăzute în reglementărilor specifice referitoare la securitatea la incendiu a construcţiilor, dacă sunt situate în zone cu N_k mai mare de 30 şi dacă sunt considerate obiecte de bază ale întreprinderii sau ca având valoare mare sau importanţă deosebită.
j) Construcţii şi instalaţii tehnologice exterioare încadrate în categoriile BE3a sau BE3b, risc foarte mare de incendiu.
k) Construcţii pentru adăpostirea animalelor dacă sunt:

- grajduri pentru animale mari de rasă, indiferent de capacitate;
- grajduri pentru animale mari, cu o capacitate de peste 200 capete;
- grajduri pentru anumale mari, cu o capacitate de peste 100 capete, amplasate în zone cu indice N_k mai mare de 30;
- depozite de furaje fibroase amplasate în zone cu indice N_k mai mare de 30;

l) Amenajări sportive cu public, cu peste 5000 locuri.
m) Poduri amplasate izolat, în zone cu indice N_k mai mare de 30 m.
n) Instalaţii mobile de ridicat şi transportat, existente în aer liber (de ex. macarale).

6.2.3 Instalaţii exterioare de protecţie împotriva trăsnetului
Condiţii generale

6.2.3.1 Utilitatea unei IPT exterioare
IPT exterioară este destinată să capteze trăsnetele care cad pe structură, inclusiv pe cele care cad pe părţile laterale ale structurii, şi să conducă curentul de trăsnet de la punctul de impact la pământ. IPT exterioară este destinată de asemenea să disperseze acest curent în pământ fără să producă avarii termice sau mecanice, nici scântei periculoase care pot declanşa incendii sau explozii.

6.2.3.2 Alegerea unei IPT exterioare
În cele mai multe cazuri, IPT exterioară poate fi ataşată structurii de protejat.
Trebuie utilizată o IPT exterioară, izolată faţă de volumul de protejat, atunci când efectele termice şi explozive din punctul de impact al trăsnetului sau pe conductoarele prin care circulă curentul de trăsnet pot produce avarii ale structurii sau a conţinutului acesteia. Exemplele tipice includ structuri cu înveliş combustibil, structuri cu pereţi combustibili şi zone cu risc de explozie şi de incendiu.
Utilizarea unei IPT izolate poate fi convenabilă dacă sunt prevăzute schimbări ale structurii, ale conţinutului său sau ale utilizării sale care vor necesita modificări ale IPT.
O IPT exterioară izolată poate să fie luată în considerare de asemenea atunci când caracteristicile conţinutului garantează reducerea câmpului electromagnetic radiat asociat impulsului de curent care circulă prin conductoarele de coborâre.

6.2.3.3 Utilizare de componente naturale
Componentele naturale realizate din materiale conductoare, care vor rămâne totdeauna în/pe structură şi nu vor fi modificate (de exemplu armătura de oţel interconectată, cadrul de metal al structurii etc.) pot fi utilizate ca elemente ale unei IPT.
Alte componente naturale se recomandă să fie considerate ca fiind complementare unui SPT.

6.2.3.4 IPT neizolată
În cele mai multe cazuri, o IPT exterioară poate fi fixată la structura de protejat.
Dacă efectele termice în punctul de impact sau pe conductoarele prin care circulă curentul de trăsnet pot produce avarierea structurii, sau a conţinutului structurii de protejat, distanţa între conductoarele IPT şi materialele inflamabile trebuie să fie de cel puţin 0,1 m.

Cazurile tipice sunt
- structuri cu învelitori combustibile,
- structuri cu pereţi combustibili.

6.2.3.5 IPT izolată
O IPT exterioară izolată trebuie utilizată atunci când circulaţia curentului de trăsnet prin părţile conductoare interioare de echipotenţializare poate produce avarii structurii şi conţinutului său.
IPT izolate sunt realizate fie prin instalarea de bare sau de catarge de captare în proximitatea structurii de protejat fie prin suspendarea de conductoare aeriene între catarge în conformitate cu distanţele de separare indicate în Anexa 6.8.

IPT izolate se pot instala pe structuri de material electroizolant, cum ar fi cărămidă sau lemn, dacă sunt menţinute distanţe de separare indicate în Anexa 6.8 şi nu sunt realizate conexiuni ale părţilor conductoare ale structurii şi nici ale echipamentului instalat în interior, cu excepţia conectărilor la sistemul prizei de pământ la nivelul solului.
Echipamentul conductor din interiorul structurii şi conductoarele electrice nu trebuie instalate, faţă de conductoarele dispozitivului de captare şi faţă de conductoarele de coborâre, la distanţe mai mici decât distanţa de separare definită conform Anexei 6.8. Toate instalaţiile viitoare trebuie să fie conforme cu condiţiile pentru o IPT izolată.
Toate părţile echipamentului instalat în interiorul unei structuri cu o IPT izolată trebuie să fie amplasate în interiorul volumului de protejat şi să respecte condiţiile pentru distanţele de separare.
Conductoarele IPT trebuie montate pe dispozitive de fixare electroizolante ale conductoarelor, dacă dispozitivele de fixare ale conductoarelor direct pe pereţii structurii sunt prea aproape de părţile conductoare, astfel încât distanţa între IPT şi părţile conductoare interioare să depăşească distanţa de separare definită conform Anexei 6.8.

Dispozitive de captare

6.2.3.6 Generalităţi
Probabilitatea pătrunderii unui trăsnet într-o structură este considerabil redusă de prezenţa unui dispozitiv de captare proiectat corespunzător.
Dispozitivele de captare pot fi constituite din oricare combinaţie a următoarelor elemente:
a) tije (inclusiv piloni separaţi);
b) conductoare întinse;
c) reţea de conductoare.

Tijele de captare individuale trebuie să fie conectate împreună la nivelul acoperişului pentru a se asigura divizarea curentului.
Elemente de captare radioactive nu sunt permise.

6.2.3.7 Poziţionare
Elementele de captare instalate pe o structură trebuie să fie amplasate la colţuri, pe marginile şi în punctele expuse (pe partea superioară a oricărei faţade) în conformitate cu una sau mai multe dintre metodele următoare:
a) metoda unghiului de protecţie;
b) metoda sferei fictive;
c) metoda ochiului reţelei.

Metoda sferei fictive poate fi utilizată în toate cazurile.
Metoda unghiului de protecţie poate fi utilizată pentru clădiri cu o formă simplă dar este supusă la limitări ale înălţimii dispozitivului de captare indicate în tabelul 6.15.
Metoda ochiului reţelei este o formă potrivită de protecţie atunci când sunt de protejat suprafeţe plate.
Valorile unghiului de protecţie, ale razei sferei fictive şi ale dimensiunii ochiului reţelei pentru fiecare clasă de IPT sunt indicate în tabelul 6.15.

Tabelul 6.15
Valorile maxime ale razei sferei fictive, ale dimensiunii ochiului reţelei şi ale unghiului de protecţie corespunzătoare clasei SPT

	Metodă de protecţie					
Clasa IPT	**Raza sferei fictive** ***r*** m	**Dimensiunea ochiului reţelei** ***W*** m	**Unghi de protecţie** α grade			
			Înălţime maximă a dispozitivului de captare *h(m)*			
			20	30	45	60
I	20	5 × 5	25	-	-	-
II	30	10 × 10	35	25	-	-
III	45	15 × 15	45	35	25	-
IV	60	20 × 20	55	45	35	25

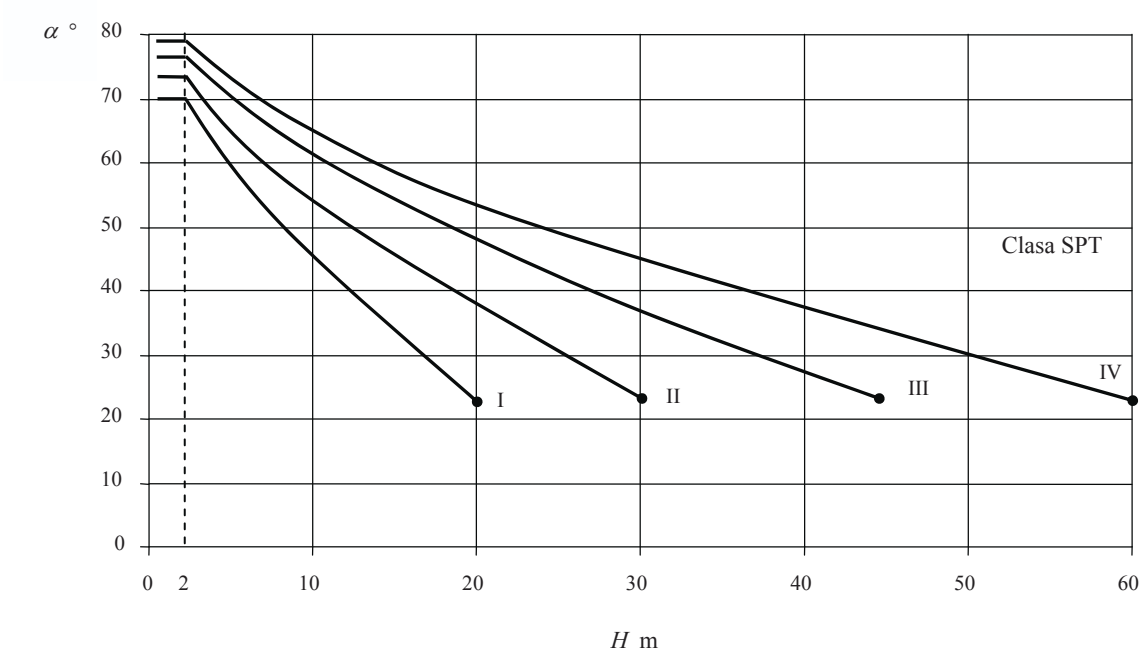


Fig. 6.6

- Nu se aplică dincolo de valorile marcate cu •. În acest caz se aplică numai metodele sferei fictive şi a ochiului reţelei.
- *H* este înălţimea dispozitivului de captare deasupra planului de referinţă a suprafeţei de protejat.
- Unghiul nu se va schimba pentru valori ale lui *H* sub 2 m.

6.2.3.7.1 Poziţionarea dispozitivului de captare când se foloseşte metoda unghiului de protecţie

Poziţia unui dispozitiv de captare este considerată corespunzătoare dacă structura de protejat este situată complet în interiorul volumului protejat asigurat de dispozitivul de captare.
Pentru determinarea volumului protejat trebuie considerate numai dimensiunile fizice ale dispozitivelor de captare.

6.2.3.7.1.1 Volum protejat prin tijă de captare verticală

Volumul protejat printr-o o tijă de captare verticală se presupune că are forma unui con circular drept, cu vârful situat pe axa dispozitivului de captare, unghiul de deschidere α, depinde de clasa IPT şi de înălţimea dispozitivului de captare aşa cum este indicat în tabelul 6.15.
Exemple de volume protejate sunt ilustrate în figurile 6.7 şi 6.8.

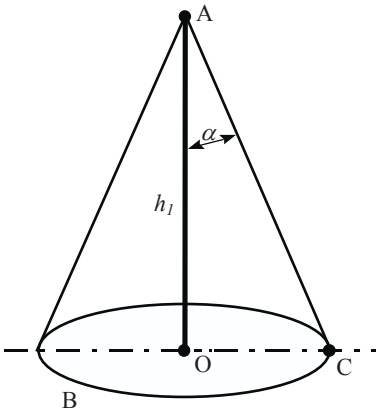


Fig. 6.7– Volum protejat printr-o tijă de captare verticală

Legendă

A vârful tijei de captare
B plan de referinţă
OC raza suprafeţei protejate
h_1 înălţime a tijei de captare deasupra planului de referinţă al suprafeţei de protejat
α unghi de protecţie

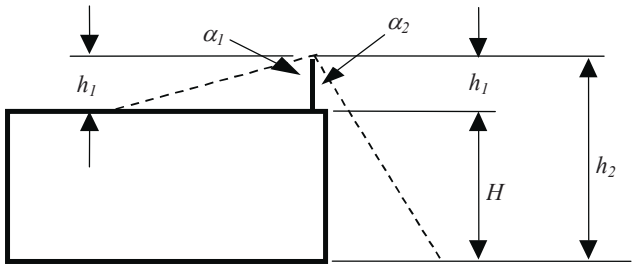


Fig. 6.8 – Volum protejat printr-o tijă de captare verticală

Legendă

h_1 înălţimea fizică a unei tije de captare

Unghiul de protecţie α_1 corespunde înălţimii de captare h_1, fiind înălţimea de deasupra suprafeţei acoperişului de protejat; unghiul de protecţie α_2 corespunde înălţimii $h_2 = h_1 + H$, solul fiind planul de referinţă; α_1 este funcţie de h_1 şi α_2 este funcţie de h_2.

6.2.3.7.1.2 Volum protejat printr-un conductor de captare întins

Volumul protejat printr-un conductor întins este definit prin compunerea volumului protejat din bare verticale virtuale care au vârful pe conductorul întins. Exemple de volume protejate sunt ilustrate în figura 6.9.

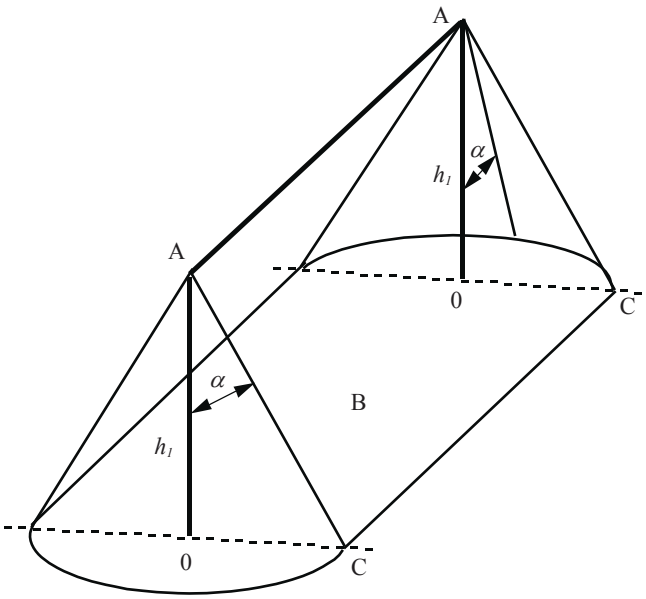


Fig. 6.9 – Volum protejat printr-un conductor de captare întins
Pentru legendă a se vedea figura 6.7.

6.2.3.7.1.3 Volum protejat prin reţea de conductoare

Volumul protejat printr-o reţea de conductoare este definit printr-o combinaţie de volume protejate determinate de conductoarele individuale care formează reţeaua.
Exemple de volume protejate printr-o reţea de conductoare sunt ilustrate în figurile 6.10 şi 6.11.

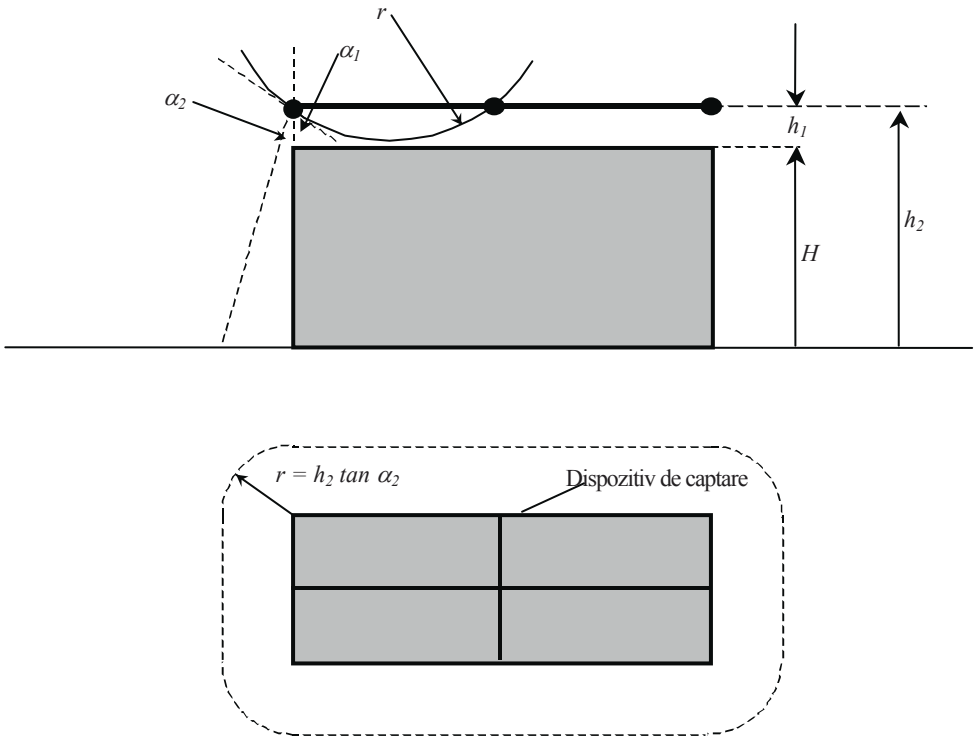


Fig. 6.10 – Volum protejat printr-o reţea de conductoare izolate prin metoda unghiului de protecţie şi metoda sferei fictive

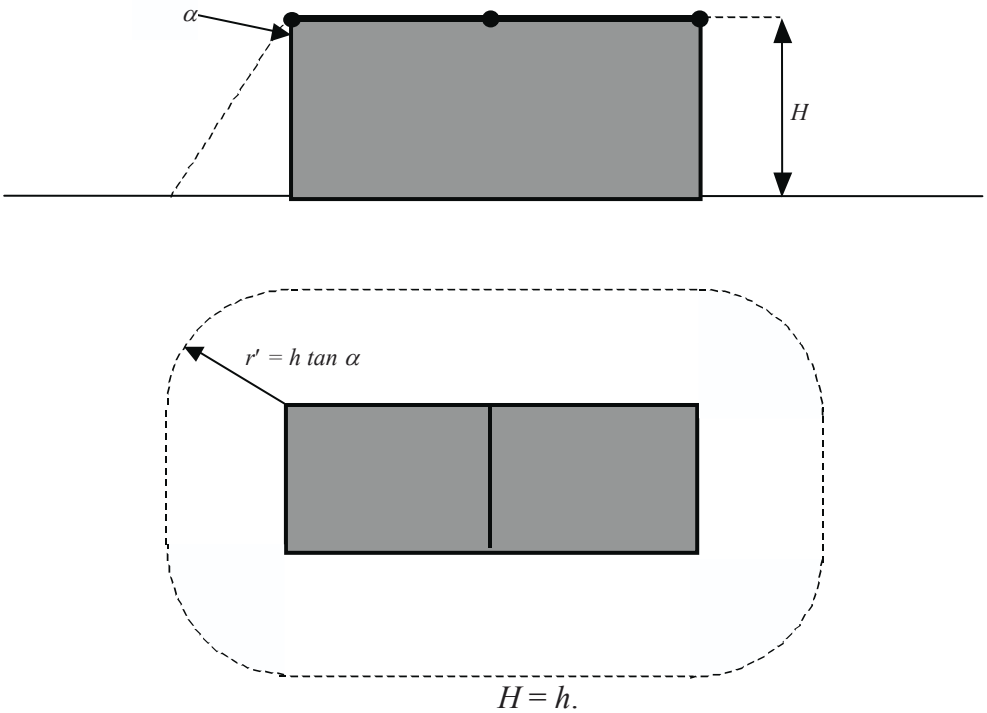


Fig. 6.11– Volum protejat printr-o reţea de conductoare neizolate prin metoda ochiului reţelei şi metoda unghiului de protecţie

6.2.3.7.1.4 Exemple de IPT poziţionate prin metoda unghiului de protecţie

Conductoarele dispozitivului de captare, tijele, stâlpii şi conductoarele trebuie poziţionate astfel încât toate elementele structurii de protejat să se afle în interiorul suprafeţei înfăşurătoare generată de punctele de proiecţie ale conductoarelor dispozitivului de captare pe planul de referinţă, sub un unghi α faţă de verticală în toate direcţiile.

Unghiul de protecţie α trebuie să fie conform tabelului 6.15, h fiind înălţimea dispozitivului de captare deasupra suprafeţei de protejat.

Conform tabelului 6.15, unghiul de protecţie α este diferit în funcţie de diferite înălţimi ale dispozitivului de captare deasupra suprafeţei de protejat (a se vedea figura 6.12).

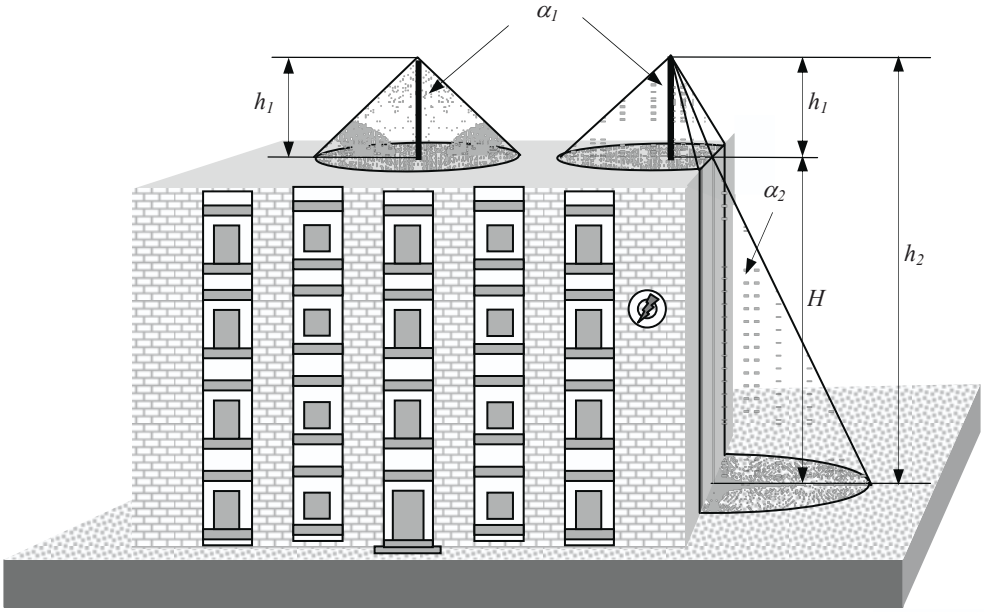


Fig. 6.12 – Metoda unghiului de protecţie pentru proiectarea unui dispozitiv de captare în funcţie de diferite înălţimi conform tabelului 6.15

Legendă

H	Înălţimea clădirii faţă de planul de referinţă care este solul
h_1	Înălţimea fizică a unei tije de captare
h_2	$h_1 + H$, este înălţimea tijei de captare faţă de sol
(1	Unghiul de protecţie care corespunde înălţimii h= h1 a dispozitivului de captare, fiind înălţimea de la suprafaţa acoperişului care trebuie măsurată (planul de referinţă)
(2	Unghiul de protecţie corespunzător înălţimii h 2

Metoda unghiului de protecţie are limite geometrice şi nu poate fi aplicată dacă *h* este mai mare decât raza sferei fictive, *r*, aşa cum este definită în tabelul 6.15.

6.2.3.7.2 Poziţionarea unui dispozitiv de captare utilizând metoda sferei fictive

Atunci când se aplică această metodă, poziţionarea dispozitivului de captare este corespunzătoare dacă nici un punct al structurii de protejat nu vine în contact cu o sferă cu raza *r*, care depinde de clasa IPT (a se vedea tabelul 6.15) şi care se rostogoleşte în jurul structurii cât şi pe partea de sus a structurii în toate direcţiile posibile. În acest mod, sfera atinge numai dispozitivul de captare (a se vedea figura 6.13).

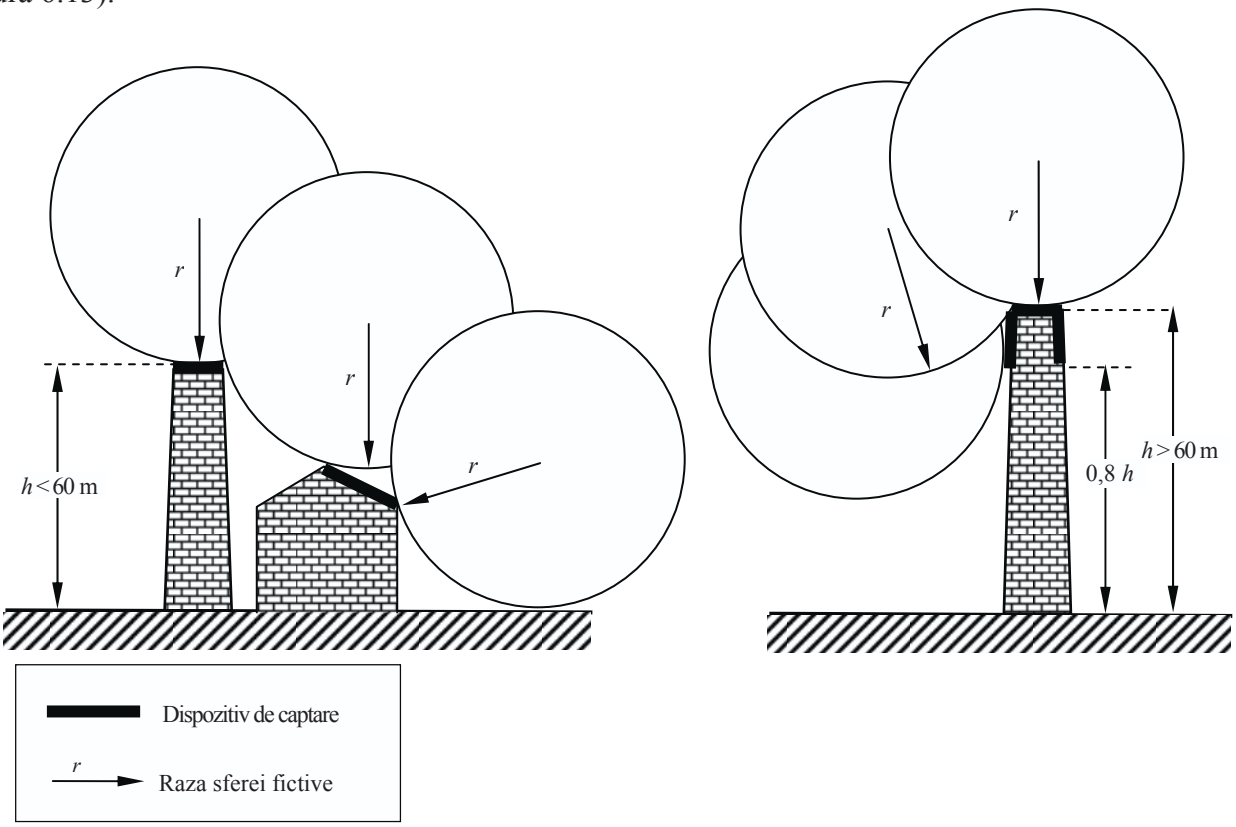


Fig. 6.13 – Proiectarea unui sistem de captare prin metoda sferei fictive

Raza sferei fictive *r* trebuie să corespundă clasei alese pentru IPT (a se vedea tabelul 6.17).
H = h.

Pe toate structurile mai înalte decât raza sferei fictive *r*, pot să apară căderi ale trăsnetului pe părţile laterale ale structurii. Fiecare punct lateral al structurii atins de sfera fictivă este un punct posibil de impact. Totuşi, probabilitatea căderii trăsnetului pe părţile laterale este în general neglijabilă pentru structuri cu înălţime mai mică de 60 m.

6.2.3.7.2.1 Exemple de IPT poziţionate prin metoda sferei fictive

Metoda sferei fictive trebuie utilizată pentru identificarea volumului protejat al părţilor şi al zonelor unei structuri pentru care tabelul 6.15 exclude utilizarea metodei unghiului de protecţie.
Aplicând această metodă, poziţionarea unui dispozitiv de captare este adecvată dacă nici un punct al volumului de protejat nu este în contact cu o sferă de rază, *r*, care se rostogoleşte pe sol, împrejurul şi

pe partea superioară a structurii în toate direcţiile posibile. Sfera trebuie să atingă numai solul şi/sau dispozitivul de captare.
Raza *r* a sferei fictive depinde de clasa IPT (a se vedea tabelul 6.15).
Figura 6.14 prezintă aplicarea metodei sferei fictive la diferite structuri. Sfera de rază *r* se rostogoleşte în jurul şi pe toată structura până se atinge planul solului sau orice structură permanentă sau obiect în contact cu planul solului care este capabil să acţioneze ca un conductor de trăsnet. Un punct de impact poate să apară acolo unde sfera fictivă care se rostogoleşte atinge structura şi în astfel de puncte este necesar să se prevadă un conductor de captare.

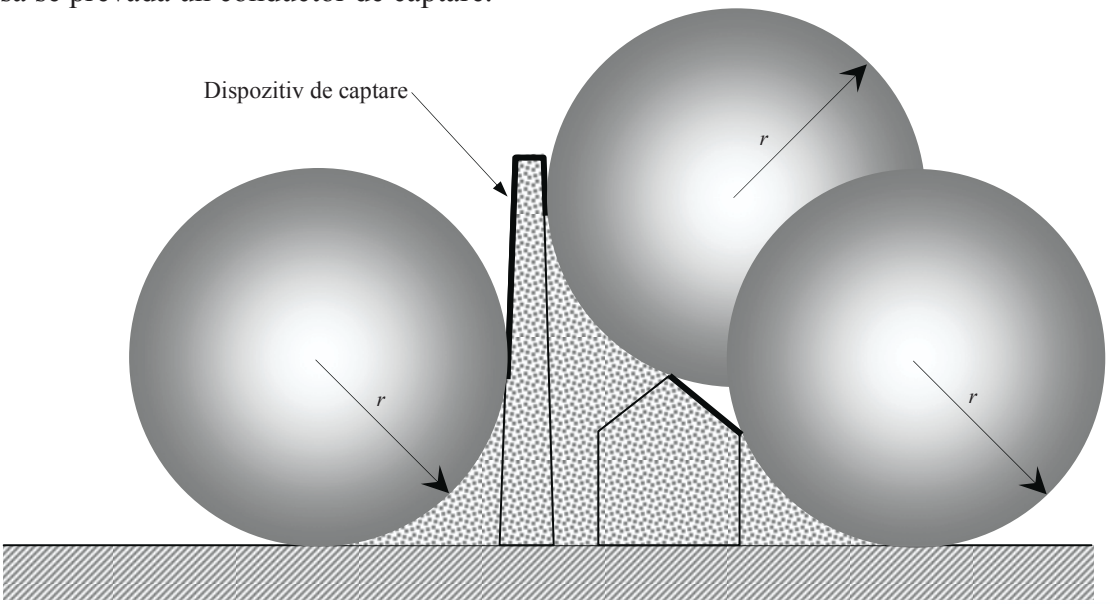


Fig. 6.14 – Proiectarea unui dispozitiv de captare al unei IPT conform metodei sferei fictive
r - Raza sferei fictive conform cu tabelul 6.15.

Conductoarele de captare ale IPT sunt instalate în toate punctele şi segmentele care sunt în contact cu sfera fictivă a cărei rază corespunde cu nivelul de protecţie ales cu excepţia părţii inferioare a structurii în conformitate cu 6.2.3.7.4.
Dacă metoda sferei fictive este aplicată pe desenele structurii, structura trebuie analizată în toate direcţiile cu scopul asigurării că nici o parte nu pătrunde într-o zonă neprotejată – un punct poate fi scăpat din vedere dacă sunt analizate numai desene cu vederile din faţă, lateral şi în plan.
Volumul protejat generat de un conductor al IPT este volumul nepenetrat de sfera fictivă când aceasta este în contact cu conductorul şi cu structura.
În cazul a două conductoare de captare, paralele, orizontale, ale unei IPT amplasate deasupra unui plan de referinţă orizontal, a se vedea figura 6.15, distanţa de penetrare *p* a sferei fictive sub nivelul conductoarelor în spaţiul situat între conductoare poate fi calculată:

$$p = r - [r^2 - (d/2)^2]^{1/2}$$

Distanţa de penetrare *p* ar trebui să fie mai mică decât h_t minus înălţimea obiectelor de protejat.

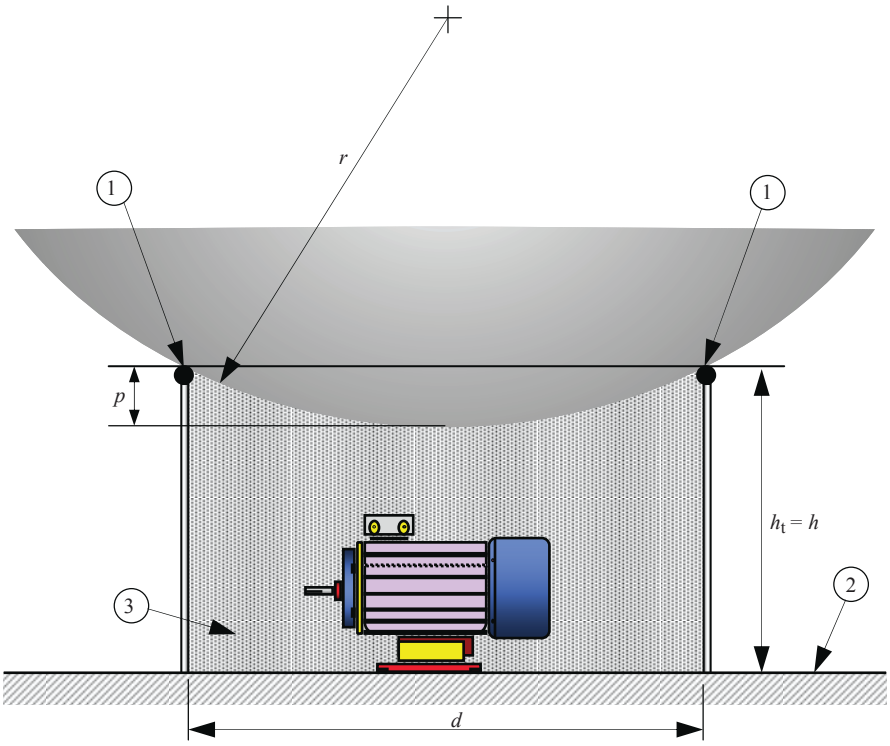


Fig. 6.15 – Volum protejat de două conductoare întinse paralele şi orizontale sau de două tije de captare ($r > h_t$)

Legendă

1 Conductoare orizontale
2 Plan de referinţă
3 Volum protejat de două conductoare de captare, orizontale, paralele sau de două tije de captare
h_t Înălţimea fizică a tijelor de captare de la planul de referinţă
p Distanţa de penetrare a sferei fictive
h Înălţimea dispozitivului de captare conform tabelului 6.15
r Raza sferei fictive
d Distanţa care separă cele două conductoare de captare, orizontale, paralele sau cele două tije de captare

Distanţa de penetrare p a sferei fictive ar trebui să fie mai mică decât h_t minus cea mai mare înălţime a obiectelor de protejat, cu scopul protejării obiectelor în spaţiul dintre extremităţi.

Exemplul prezentat în figura 6.15 este valabil, de asemenea, pentru trei sau patru tije de captare, de exemplu, patru tije verticale amplasate în colţurile unui pătrat şi care au aceeaşi înălţime h. În acest caz, d din figura 6.15 corespunde diagonalelor pătratului format de cele patru tije.

Punctele de impact ale trăsnetului pot fi determinate utilizând metoda sferei fictive. Metoda sferei fictive poate identifica, de asemenea, probabilitatea de apariţie a unui impact în fiecare punct al structurii.

Figura 6.16 prezintă o clădire peste care se rostogoleşte o sferă fictivă. Liniile întrerupte indică traseul centrului sferei fictive. Acesta este de asemenea locul geometric al vârfului precursorului descendent, care generează descărcarea finală. Toate acele trăsnete cu vârfurile dispuse pe traseul centrului sferei fictive vor cădea pe cele mai apropiate puncte ale clădirii. Împrejurul marginilor acoperişului există un traseu în formă de sfert de cerc cu posibile poziţii ale vârfului precursorului descendent care se va lovi de marginea clădirii. Aceasta indică faptul că o parte considerabilă dintre trăsnete vor întâlni marginea acoperişului, pereţii şi suprafaţa acoperişului.

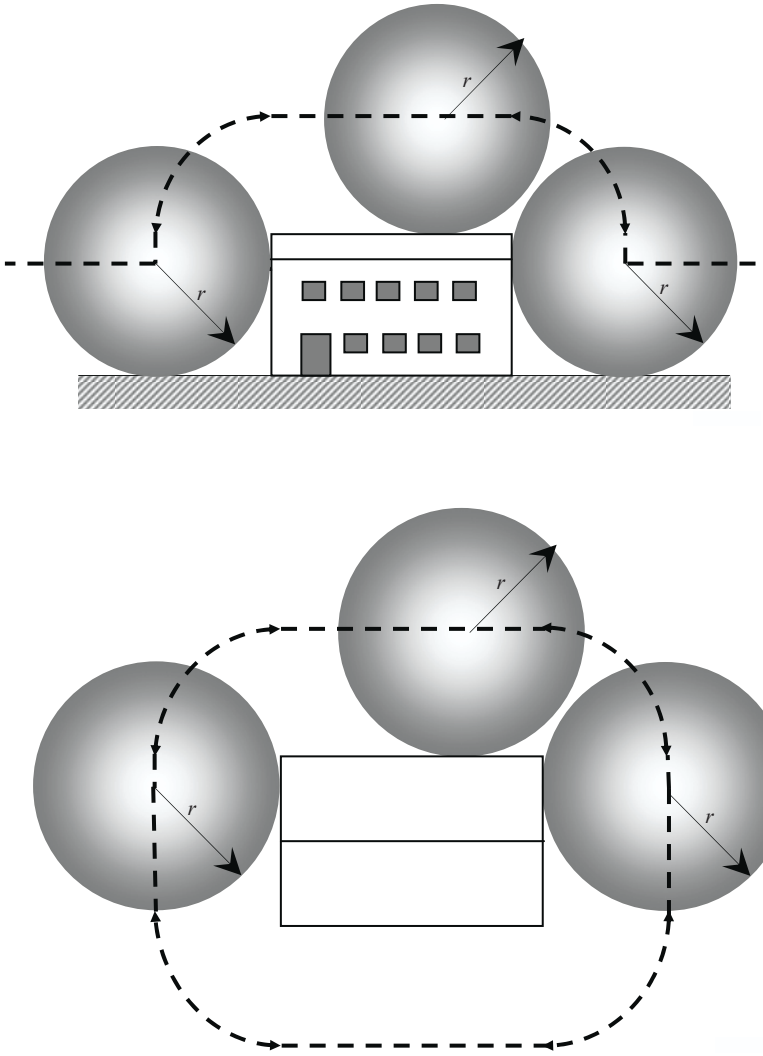


Fig. 6.16 – Puncte de impact ale trăsnetului pe o clădire

a) Vedere laterală
b) Vedere în plan
r raza sferei fictive

6.2.3.7.3 Poziţionarea dispozitivului de captare utilizând metoda ochiului reţelei

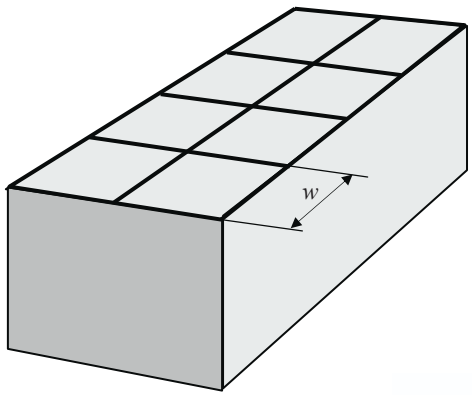
În scopul protecţiei unei suprafeţe plate, se consideră că o reţea cu ochiuri asigură protecţia întregii suprafeţe dacă sunt îndeplinite condiţiile următoare:

a) Conductoarele de captare sunt amplasate
   – pe linia marginilor acoperişului,
   – pe streşinile acoperişului,
   – pe coamele acoperişului, dacă panta acoperişului depăşeşte 1/10.

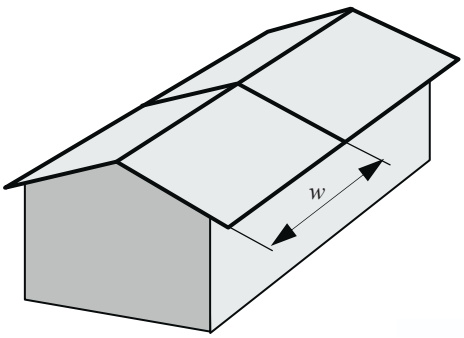
   Metoda ochiului reţelei este indicată pentru acoperişuri orizontale şi înclinate fără curbură.
   Metoda ochiului reţelei este indicată pentru suprafeţe laterale plate pentru a proteja împotriva loviturilor care cad lateral.
   Dacă panta acoperişului depăşeşte 1/10, pot fi utilizate conductoare de captare paralele în locul unei reţele, cu condiţia ca distanţa între conductoare să nu fie mai mare decât latura prescrisă a ochiului reţelei.
b) Dimensiunile ochiurilor reţelei de captare nu sunt mai mari decât valorile indicate în tabelul 6.15.
c) Reţeaua dispozitivului de captare este construită în aşa fel încât curentul de trăsnet să circule cel puţin prin două trasee metalice distincte spre priza de pământ.
d) Nici un element metalic nu depăşeşte volumul protejat de dispozitivele de captare.
e) Pe cât este posibil, conductoarele de captare urmează drumul cel mai scurt şi cel mai direct.

Exemple de IPT poziţionate prin metoda ochiului reţelei

Exemple de IPT neizolate care utilizează metoda ochiului reţelei pentru proiectarea dispozitivului de captare sunt prezentate în figura 6.17 a) pentru o structură cu acoperiş terasă şi în figura 6.17 b) pentru o structură cu acoperiş în pantă.



a – Dispozitiv de captare al unei IPT pe o structură cu acoperiş terasă



w Dimensiunea ochiului reţelei
Dimensiunea ochiului reţelei trebuie să fie conform cu tabelul 6.15.

b – Dispozitiv de captare a unei IPT pe o structură cu acoperişul în pantă

Fig. 6.17 – Exemplu de proiectare, în conformitate cu metoda ochiului reţelei, a unui dispozitiv de captare pentru o IPT neizolată

Figura 6.18 prezintă protecţia asigurată de un dispozitiv de captare al unei IPT conform metodei ochiului reţelei, metodei sferei fictive şi metodei unghiului de protecţie cu o dispunere generală a elementelor de captare.

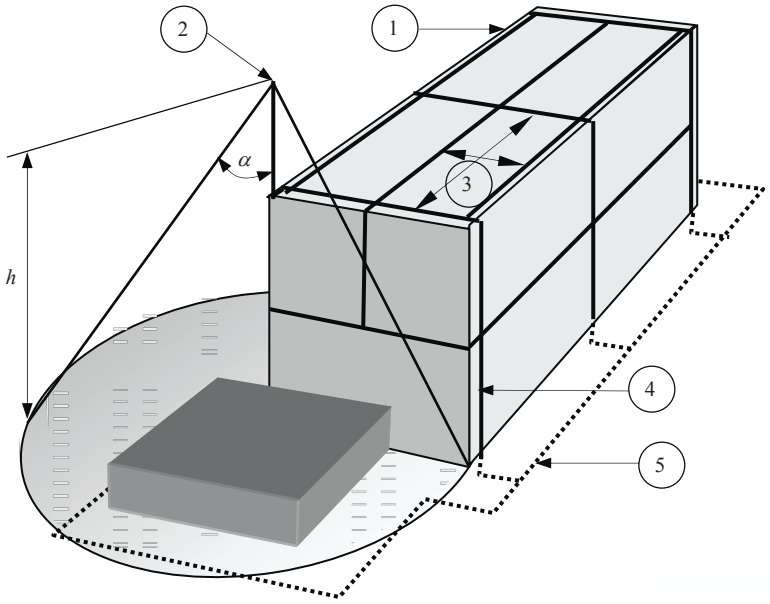


Fig. 6.18 – Proiectarea unui dispozitiv de captare a unei IPT conform cu metoda sferei fictive, metoda unghiului de protecţie şi metoda ochiului reţelei şi o dispunere generală a elementelor unui dispozitiv de captare

Legendă

1 Conductor de captare
2 Tijă de captare
3 Dimensiunea ochiului reţelei
4 Conductor de coborâre
5 Priză de pământ cu conductor în buclă
h Înălţimea dispozitivului de captare de la nivelul solului
α Unghi de protecţie

6.2.3.7.4 Dispozitive de captare împotriva trăsnetelor care cad pe părţile laterale ale unei structuri înalte

Pe structuri mai înalte de 60 m, trăsnetele care cad pe părţile laterale pot lovi în special vârfurile, colţurile şi marginile suprafeţelor.

Riscul datorită acestor trăsnete este redus deoarece numai câteva procente din totalul trăsnetelor care cad pe structurile înalte vor fi cu impact pe părţile laterale şi în plus parametrii acestora sunt semnificativ mai mici decât ai acelora care cad pe părţile superioare ale structurilor. Totuşi, echipamentul electric şi electronic de pe pereţii exteriori ai structurilor poate fi distrus chiar de trăsnete cu valori de vârf mici ale curentului.

Dispozitivul de captare trebuie să fie instalat astfel încât să protejeze partea superioară a structurilor înalte (în general 20 % din înălţime, în partea superioară a structurii) şi echipamentul instalat în interiorul acesteia.

6.2.3.7.5 Construcţie

Dispozitivele de captare ale unei IPT neizolată faţă de structura de protejat pot fi instalate astfel:

a) dacă acoperişul este realizat din material necombustibil conductoarele dispozitivului de captare pot fi poziţionate pe suprafaţa acoperişului;
b) dacă acoperişul este realizat din materiale combustibile dispozitivele de captare vor fi poziţionate la 0,1 m de acesta.

Pentru acoperişuri din paie/stuf unde nu sunt utilizate bare din fier pentru fixarea acoperişului distanţa trebuie să fie de cel puţin 0,15 m.

c) părţile combustibile ale structurii de protejat nu trebuie să rămână în contact direct cu componentele unei IPT exterioare şi nu trebuie să fie situate sub acoperişuri din membrane metalice care pot fi perforate de trăsnet (6.2.3.7.6).

De asemenea, trebuie să se ţină seama şi de membranele mai puţin combustibile cum ar fi scândurile de lemn.

Dacă este posibil ca apa să se acumuleze pe un acoperiş plan, dispozitivele de captare trebuie instalate deasupra nivelului maxim probabil al apei.

Un acoperiş sau un perete construit din materiale inflamabile trebuie protejat, împotriva efectului periculos al încălzirii conductoarelor unui SPT de către curentul de trăsnet, prin utilizarea uneia sau mai multe din măsurile următoare:

a) reducerea temperaturii conductoarelor prin mărirea secţiunii;
b) mărirea distanţei între conductoare şi învelitoarea acoperişului ;
c) inserţia unui strat de protecţie împotriva căldurii între conductoare şi materialul inflamabil.

6.2.3.7.5.1 Instalaţii de captare neizolate

Conductoarele de captare şi conductoarele de coborâre trebuie să fie interconectate prin intermediul unor conductoare la nivelul acoperişului pentru a se asigura distribuţia curentului între conductoarele de coborâre.

Conductoarele de pe acoperişuri şi conexiunile tijelor de captare pot fi fixate pe acoperiş utilizând distanţiere sau elemente de fixare conductoare sau neconductoare. Conductoarele pot fi poziţionate, de asemenea, pe suprafaţa unui perete dacă peretele este realizat din material neinflamabil.

Punctele de fixare recomandate pentru aceste conductoare sunt indicate în tabelul 6.16.

Tabelul 6.16
Puncte de fixare recomandate

Poziţionare	Puncte de fixare pentru conductoare tip bandă şi conductoare torsadate mm	Puncte de fixare pentru conductoare unifilare rotunde mm
Conductoare orizontale pe suprafeţe orizontale	500	1 000
Conductoare orizontale pe suprafeţe verticale	500	1 000
Conductoare verticale de la sol până la 20 m	1 000	1 000
Conductoare verticale de la 20 m şi peste	500	1 000
Acest tabel nu se aplică elementelor de fixare prefabricate care pot necesita analize speciale. In cazul luării în considerare a condiţiilor de mediu (de exemplu forţa estimată a vântului) se poate ca punctele de fixare să difere de cele recomandate.		

Pe casele mici şi pe structuri similare cu acoperişuri cu coame, trebuie instalat un conductor de captare pe coamă. Dacă structura este în totalitate în zona protejată asigurată de conductorul de pe coama acoperişului, trebuie pozate cel puţin două conductoare de coborâre peste marginile frontonului colţurilor opuse ale structurii.
Distanţa între două conductoare de coborâre, măsurată de-a lungul perimetrului structurii nu trebuie să depăşească distanţele indicate în tabelul 6.18.
Jgheaburile de la marginea acoperişului pot fi utilizate drept conductoare naturale cu condiţia ca acestea să fie conform 6.2.3.7.6.
Pe structuri cu acoperişuri terasă, conductoarele perimetrului trebuie instalate cât mai aproape de marginile exterioare ale acoperişului dacă acest lucru este posibil practic.
Dacă suprafaţa acoperişului depăşeşte dimensiunea ochiului reţelei indicată în tabelul 6.15, trebuie să se instaleze conductoare de captare suplimentare.
Figura 6.18 ilustrează un exemplu de detalii constructive ale elementelor de fixare pe un acoperiş terasă.

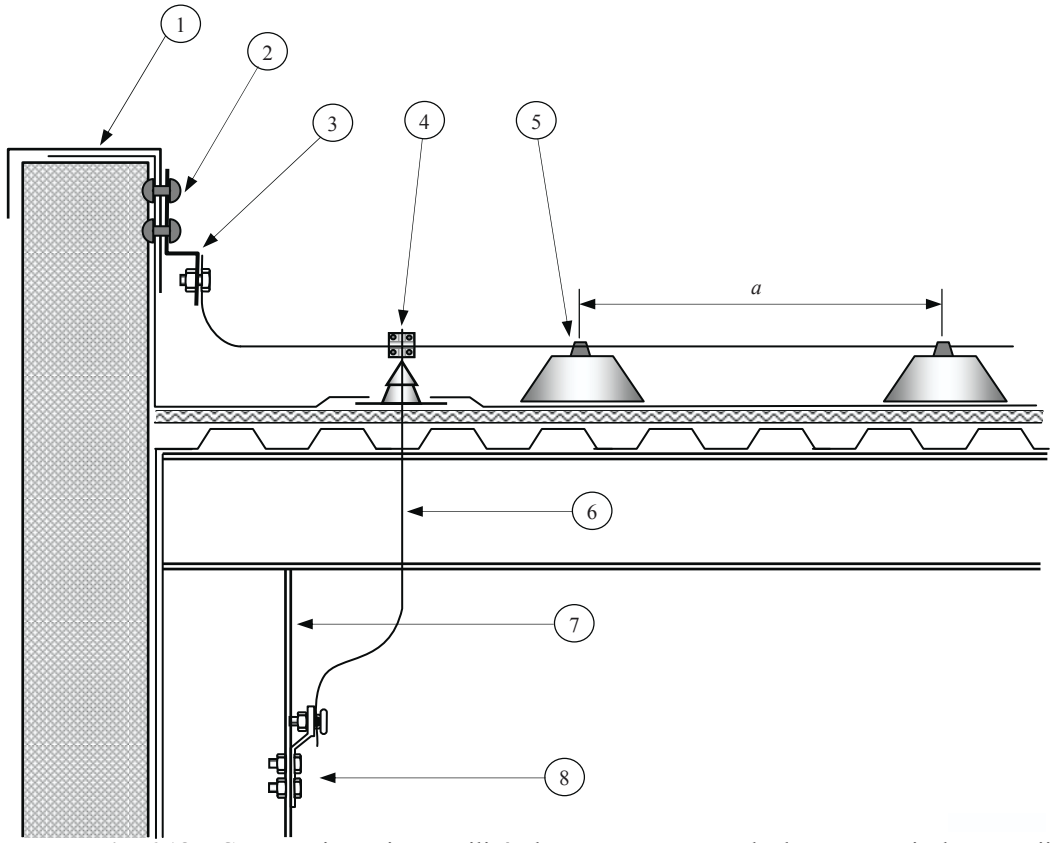


Fig. 6.18 – Construcţia unei IPT utilizând componente naturale de pe acoperişul structurii

Legendă
a de la 500 mm până la 1 000 mm, a se vedea tabelul 6.15
1 Parapetul acoperişului
2 Conductor flexibil
3 Racorduri
4 Racorduri în T
5 Element de fixare a conductorului de captare
6 IPT traversează un sistem de etanşare împotriva apei
7 Grindă din oţel
8 Racord

Acoperirea metalică a parapetului acoperişului este utilizată drept conductor de captare şi este conectată la grinda de oţel utilizată drept conductor de coborâre natural al IPT.

Figura 6.19 ilustrează poziţionarea unei IPT exterioare pe o structură cu un acoperiş terasă realizat din material electroizolant aşa cum sunt lemnul sau cărămizile. Elementele de fixare pe acoperiş sunt în volumul de protejat. Pe structurile înalte, un conductor în buclă conectat la toate conductoarele de coborâre este instalat pe faţadă. Distanţele între aceste conductoare în buclă sunt indicate în tabelul 6.18.

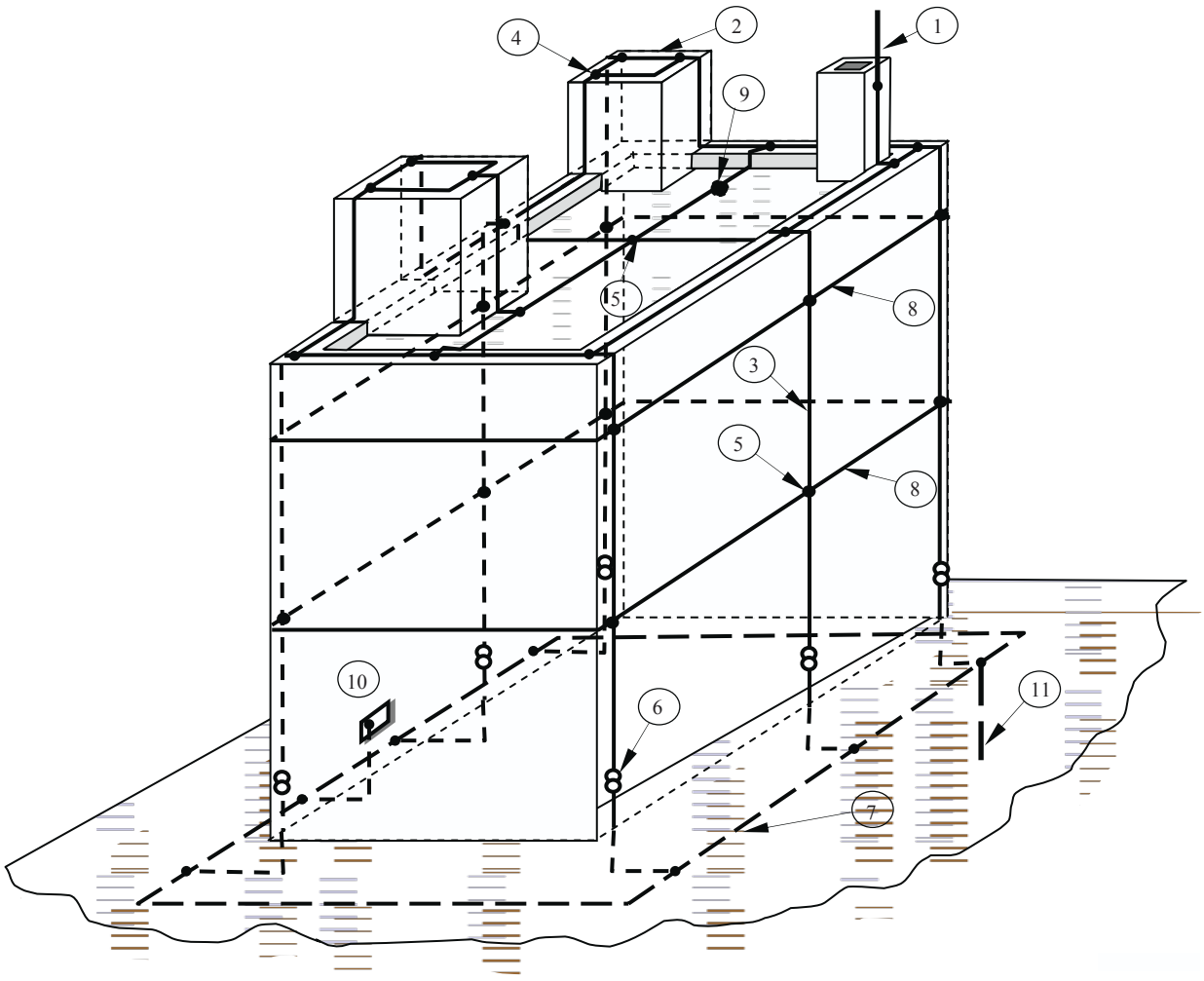


Fig. 6.19 – Dispunerea unei IPT exterioare pe o structură de material electroizolant cu o înălţime maximă de până la 60 m, cu acoperiş terasă şi cu elemente de fixare pe acoperiş

Legendă
1 Tijă de captare
2 Conductor de captare orizontal
3 Conductor de coborâre
4 Racord în T
5 Racord de traversare
6 Racord pentru verificare
7 Dispunere de tip B a prizei de pământ, electrod de pământ în buclă
8 Conductor de echipotenţializare în buclă
9 Acoperiş terasă cu elemente de fixare de acoperiş
10 Racord pentru conectarea barei de echipotenţializare a IPT interioare
11 Dispunere de tip A a prizei de pământ

Se utilizează un conductor de echipotenţializare în buclă. Distanţa între conductoarele de coborâre corespunde condiţiilor din tabelul 6.18.

Învelitorile metalice utilizate pentru protecţia mecanică a pereţilor exteriori pot fi utilizate drept componentă naturală a dispozitivului de captare, conform 6.2.3.7.6, dacă nu există nici un risc de incendiu prin topirea metalului. Inflamabilitatea depinde de tipul de material al straturilor de placare de sub învelitoarea metalică.
Sistemul de etanşeitate al acoperişurilor metalice, precum şi al altor tipuri de acoperişuri, poate fi perforat de trăsnet. În astfel de cazuri, apa poate pătrunde şi se poate infiltra prin acoperiş la un punct îndepărtat de punctul de impact. Pentru a evita această posibilitate trebuie instalat un dispozitiv de captare.
Cupolele uşoare şi clapetele instalaţiilor de evacuare a fumului şi a căldurii sunt în mod normal închise.Dispozitivele de captare se vor amplasa astfel incât să asigure protecţia împotriva loviturilor de trăsnet pentru poziţia cea mai dezavantajoasă a cupolelor sau clapetelor (deschis, închis sau în poziţie intermediară).
Acoperişurile învelite cu tablă conductoare care nu este conformă cu 6.2.3.7.6 pot fi utilizate drept dispozitive de captare dacă topirea în punctul de impact poate fi acceptată. Dacă acest lucru nu este acceptat, învelitoarea de tablă conductoare a acoperişului trebuie să fie protejată cu un sistem de captare de înălţime suficientă (a se vedea figura 6.15).
Dacă sunt utilizate suporturi electroizolante, trebuie respectate condiţiile pentru distanţa de separare faţă de tabla conductoare indicată în Anexa 6.8.
Figura 6.18 prezintă un exemplu de dispozitiv de captare natural utilizând parapetul acoperişului drept conductor de captare la marginea acoperişului.
Structurile încastrate şi structurile cu proeminenţe de pe suprafaţa acoperişului trebuie protejate prin intermediul unor tije de captare. Părţile metalice exterioare trebuie conectate la o IPT în afară de cazul în care este în conformitate cu 6.2.3.7.6.
Figura 6.20 prezintă un exemplu de conectare a dispozitivului de captare cu conductoare de coborâre naturale prin beton.

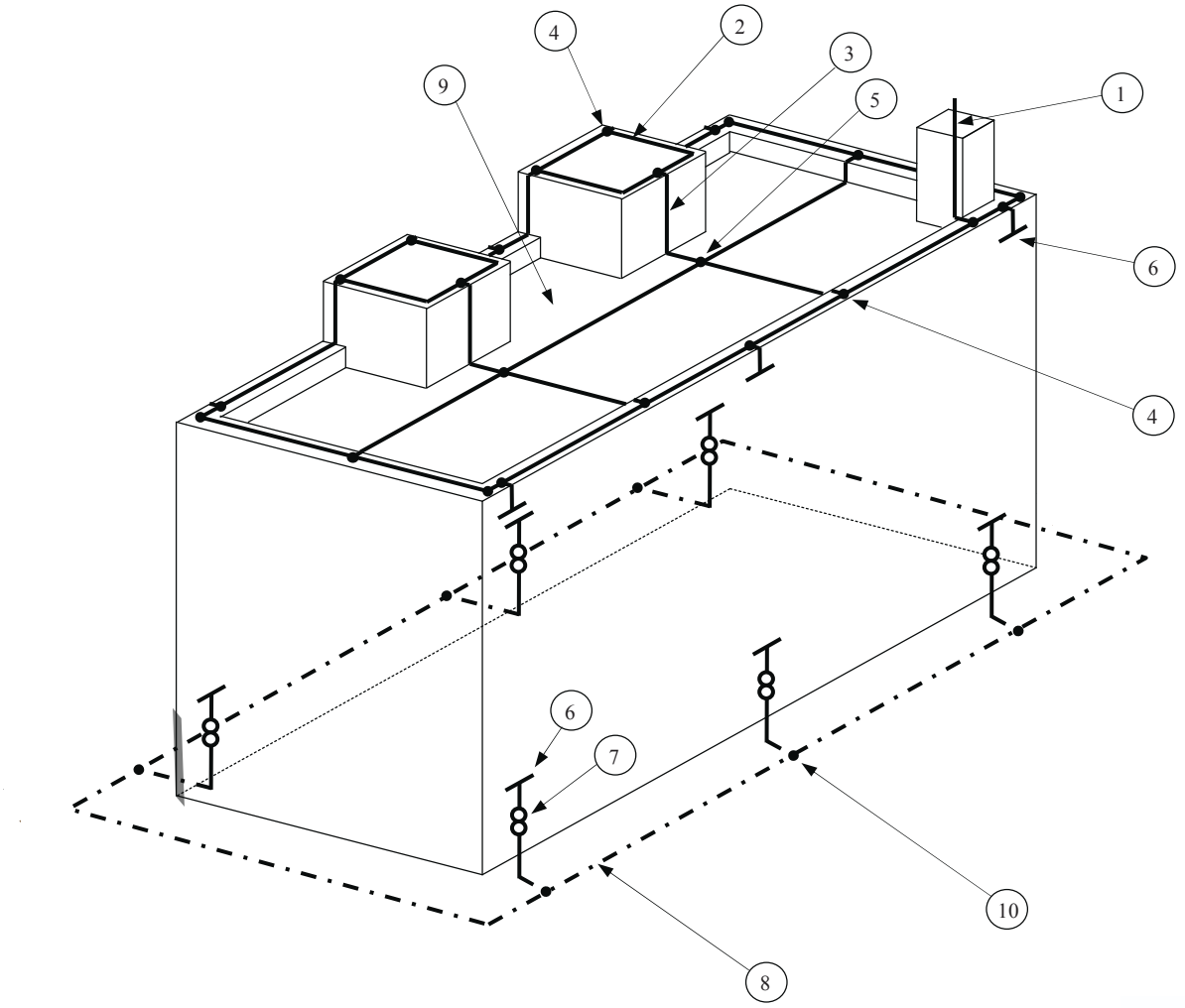


Fig. 6.20 – Construcţia unei IPT exterioare pe o structură de beton armat utilizând armăturile pereţilor exteriori ai structurii drept componente naturale

Legendă

1 Tijă de captare
2 Conductor de captare orizontal
3 Conductor de coborâre
4 Racord în T
5 Racord de intersectare
6 Conectare la tijele armăturii de oţel
7 Racord pentru verificare
8 Dispunere de tip B a prizei de pământ, electrod de pământ în buclă
9 Acoperiş terasă cu elemente de fixare de acoperiş
10 Racord în T – rezistent la coroziune

Toate dimensiunile unei IPT trebuie să corespundă nivelului de protecţie ales.

6.2.3.7.5.2 Structuri din beton armat, cu acoperiş terasă inaccesibil publicului

Pe un acoperiş terasă inaccesibil publicului pe care este amplasat un dispozitiv de captare, exterior, conductoarele de captare trebuie să fie instalate ca în figura 6.18 Pentru conductorul de echipotenţializare în buclă de pe acoperiş, stratul metalic al parapetului acoperişului poate fi utilizat aşa cum se indică în figura 6.18.

Figura 6.20 prezintă modul de instalare a reţelei de conductoare pe acoperiş.

Dacă reducerea rezistenţei mecanice a betonului datorită coroziunii nu este permisă, dispozitivul de captare trebuie instalat şi echipotenţializat la armătura din oţel, prevenind astfel căderea directă a trăsnetului pe armătura din oţel a betonului.

Învelitoarea metalică care este prevăzută pentru o protecţie mecanică a pereţilor exteriori poate fi

utilizată drept componentă naturală a dispozitivului de captare conform 6.2.3.7.6 dacă nu există risc de incendiu prin topirea metalului.
Învelitorile de tablă conductoare ale acoperişurilor care nu sunt conforme cu tabelul 6.16 pot fi utilizate drept conductoare de captare dacă topirea în punctul de impact a trăsnetelor poate fi acceptată. Dacă nu, învelitorile conductoare ale acoperişurilor trebuie protejate cu un dispozitiv de captare (a se vedea figura 6.15). În acest caz, trebuie să se aplice metoda sferei fictive.
Părţile metalice care nu satisfac condiţiile pentru dispozitivele de captare menţionate în 6.2.3.7.6 pot, cu toate acestea, să fie utilizate pentru conexiunea diferitelor părţi care conduc curentul de trăsnet din zona acoperişului.

6.2.3.7.5.3 Protecţia echipamentelor de fixare de acoperiş care încorporează echipamente electrice sau de procesare a informaţiei

Toate elementele de fixare de acoperiş din materiale electroizolante sau conductoare, care încorporează echipamente electrice şi/sau echipamente de prelucrare a informaţiei, trebuie situate în interiorul volumului protejat de dispozitivul de captare.
Elementele de fixare de acoperiş pe structuri din oţel, de asemenea, trebuie situate în interiorul volumului protejat de dispozitivul de captare. În acest caz conductoarele de captare trebuie conectate nu numai la dispozitivul de captare dar şi direct la structura din oţel, dacă este posibil. Când sunt conectate la structură nu este necesar să se respecte distanţele de separare.
Prescripţiile pentru elementele de fixare de acoperiş trebuie aplicate, de asemenea, şi pentru elementele instalate pe suprafeţe verticale pe care este posibilă o cădere a trăsnetului, adică suprafeţe care pot fi atinse de sfera fictivă.
În figura 6.21 este prezentat un exemplu de dispozitiv de captare care protejează elementele de fixare de acoperiş de materiale conductoare sau electroizolante, care încorporează instalaţii electrice. Figura 6.21 este indicată numai dacă distanţa de separare *s* (a se vedea Anexa 6.8) nu poate fi menţinută.

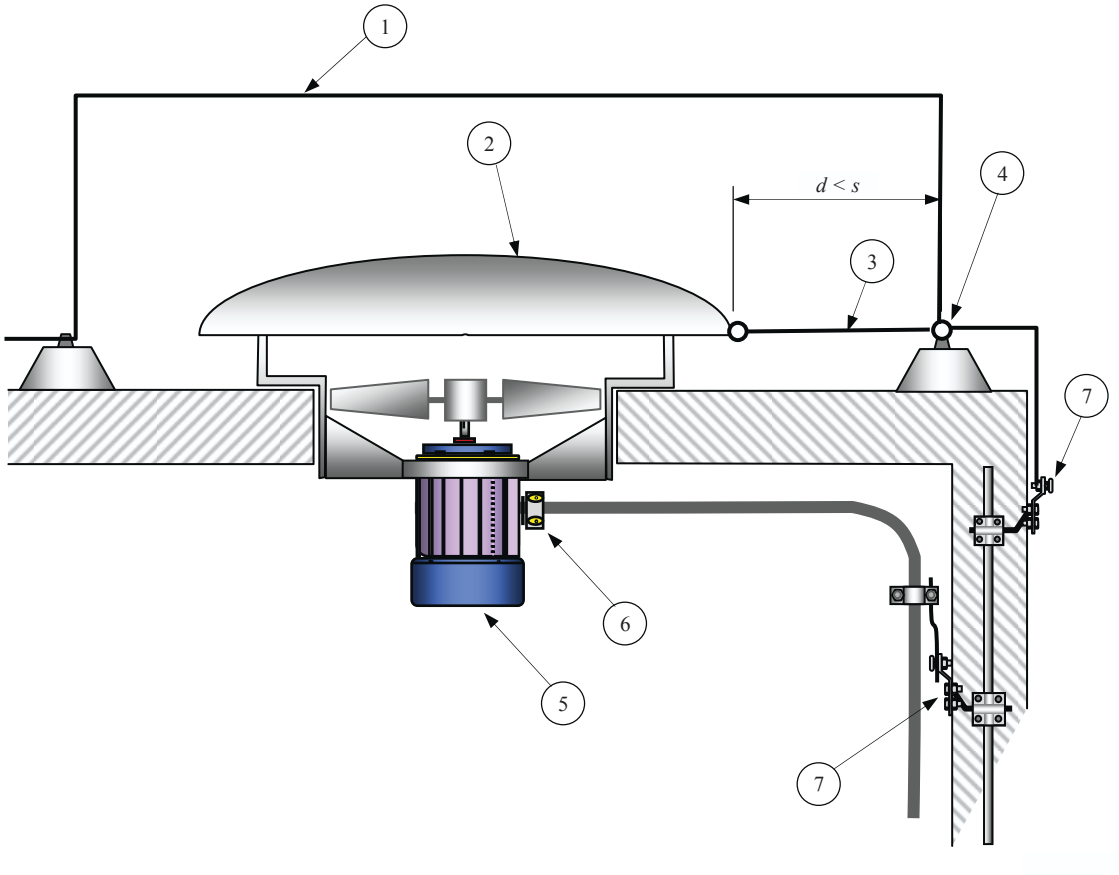


Fig. 6.21– Element de fixare de acoperiş metalic protejat împotriva captării directe a trăsnetului, conectat la dispozitivul de captare

Legendă
1 Conductor de captare
2 Învelitoare metalică
3 Conductor de echipotenţializare
4 Conductor de captare orizontal
5 Echipament electric
6 Cutie de joncţiune a liniei electrice de alimentare cu SPD
7 Bornă de conexiune la elementele conductoare ale structurii

Dacă elementele de fixare necesită o protecţie suplimentară, pot fi amplasate la nivelul acoperişului SPD între conductoarele active.
Distanţa de separare trebuie menţinută nu numai în aer ci şi pentru căile prin material solid (k_m = 0,5).

6.2.3.7.5.4 Protecţia elementelor conductoare instalate pe un acoperiş

Elemente conductoare instalate pe acoperişuri cum sunt cele cu grosimea peretelui insuficientă care nu pot rezista căderilor trăsnetului şi de asemenea învelitorile conductoare ale acoperişurilor sau părţi ale structurilor care nu îndeplinesc prescripţiile pentru dispozitive de captare naturale conform 6.2.3.7.6 şi tabelului 6.17, şi pentru care o cădere de trăsnet nu poate fi tolerată, trebuie să fie protejate prin conductoare de captare.
Pentru proiectarea instalaţiei de protecţie împotriva trăsnetului a elementelor conductoare instalate pe acoperiş trebuie aplicată metoda sferei fictive pentru dispozitive de captare.
În figura 6.21 este prezentat un exemplu de proiectare a unui dispozitiv de captare pentru protecţia împotriva căderii directe a trăsnetului a unui element de fixare de acoperiş conductor când distanţa de protecţie s nu poate fi menţinută.

6.2.3.7.5.5 Protecţia structurilor acoperite cu pământ

Pentru structuri care conţin un strat de pământ pe acoperiş pentru izolaţie termică poate fi utilizat un SPT normal. Dispozitivul de captare poate fi o reţea de captare la sol sau un număr de tije de captare, conectate printr-o reţea îngropată, conform cu metoda sferei fictive sau a unghiului de protecţie

Structuri cu un strat de pământ de până la 0,50 m în care persoane sunt prezente cu regularitate, necesită o reţea de captare cu dimensiunea ochiurilor de 5 m × 5 m pentru prevenirea tensiunilor periculoase de pas. Pentru protejarea persoanelor la nivelul solului de căderi directe ale trăsnetului sunt necesare, de asemenea, tije de captare conform metodei sferei fictive. Aceste tije pot fi înlocuite cu componente naturale, aşa cum sunt gardurile metalice, stâlpii de iluminat etc. Înălţimea dispozitivelor de captare trebuie să ţină seama de înălţimea persoanelor presupusă de 2,5 m împreună cu distanţele de separare necesare. Dacă nici un tip din acestea nu este posibil, persoanele trebuie prevenite că pot fi expuse la căderi directe ale trăsnetului.

Pentru structuri subterane cu un strat de pământ de peste 0,5 m se recomandă să se utilizeze aceleaşi măsuri ca şi pentru un strat de pământ de până la 0,5 m.

Pentru structuri subterane care conţin materiale explozibile, este necesară o IPT suplimentară. IPT suplimentară poate fi izolată sau amplasată pe structură. Prizele de pământ ale celor două instalaţii trebuie să fie interconectate.

6.2.3.7.6 Componente naturale

Următoarele părţi ale structurii pot fi considerate componente naturale de captare şi parte a unei IPT în conformitate cu 6.2.3.3 .

a) Foliile de metal care acoperă structura de protejat în condiţiile următoare:
   1. continuitatea electrică între diferitele părţi să fie realizată în mod durabil (de exemplu prin lipire, sudare, sertizare, îndoire a marginilor (bordurare), fixare cu şuruburi sau fixare cu buloane);
   2. grosimea foliei de metal să nu fie mai mică decât valoarea t' indicată în tabelul 6.17 dacă este importantă prevenirea perforării foliei de metal sau evitarea aprinderii oricărui material uşor combustibil situat dedesubt;
   3. grosimea foliei de metal să nu fie mai mică decât valoarea t indicată în tabelul 6.17 dacă este necesar să se ia măsuri de precauţie împotriva perforării sau să se evite problemele legate de punctele calde;
   4. acestea nu sunt acoperite cu material electroizolant.

Tabelul 6.17

Grosime minimă a tablelor de metal sau a conductelor metalice ale dispozitivelor de captare

Clasa SPT	Material	Grosime [a] t mm	Grosime [b] t' mm
De la I până la IV	Plumb	–	2,0
	Oţel (inoxidabil, galvanizat)	4	0,5
	Titaniu	4	0,5
	Cupru	5	0,5
	Aluminiu	7	0,65
	Zinc	–	0,7
[a] t previne perforarea, punctele calde sau aprinderea. [b] t' numai pentru tabla de metal dacă nu este importantă prevenirea problemelor privind perforarea, punctele calde sau aprinderea.			

b) Componentele metalice ale construcţiei acoperişului (grinzi, armături din oţel interconectate etc.), aflate sub acoperişuri nemetalice, cu condiţia ca acestea din urmă să poată fi excluse din structura de protejat.

c) Părţi metalice de tipul ornamentaţiilor, balustradelor, conductelor, învelişurilor de parapeţi etc. ale căror secţiuni nu sunt mai mici decât cele specificate pentru componentele standardizate ale dispozitivului de captare.
d) Conducte şi rezervoare metalice de pe acoperiş, cu condiţia ca acestea să fie realizate dintr-un material cu grosimi şi secţiuni în conformitate cu tabelul 6.20.
e) Conducte şi rezervoare metalice prin care circulă amestecuri uşor combustibile sau explozibile, cu condiţia ca acestea să fie realizate dintr-un material cu grosimea cel puţin egală cu cea a valorii corespunzătoare *t* indicate în tabelul 6.20 şi dacă creşterea temperaturii suprafeţei interioare în punctul de impact nu constituie un pericol.

Dacă nu sunt îndeplinite condiţiile privind grosimea, conductele şi rezervoarele trebuie să fie integrate în structura de protejat.
Conductele pentru circulaţia amestecurilor uşor combustibile sau explozibile nu trebuie să fie considerate drept componente naturale ale dispozitivului de captare dacă garnitura cuplărilor cu flanşe nu este metalică sau dacă faţetele flanşelor nu sunt conectate între ele în mod corespunzător.
O acoperire cu un strat subţire de vopsea protectoare sau cu aproximativ 1 mm de bitum sau cu 0,5 mm de PVC nu este considerată ca o izolaţie electrică.
Elementele conductoare instalate deasupra suprafeţei acoperişului, cum sunt rezervoarele metalice, sunt în mod obişnuit conectate la echipamentul instalat în interiorul structurii. Pentru a preveni circulaţia curentului de trăsnet integral în interiorul structurii, este necesar să se realizeze o conexiune între aceste componente naturale ale IPT şi reţeaua de captare.
Elementele conductoare instalate deasupra suprafeţei acoperişului, cum sunt rezervoarele metalice şi barele de armătură din oţel, din beton, trebuie conectate la dispozitivul de captare.
Dacă nu se admite o cădere directă a trăsnetului pe un element conductor al acoperişului, acest element trebuie instalat în interiorul volumului protejat al unui dispozitiv de captare.
Învelitorile conductoare de pe faţade şi elemente echivalente ale structurii, unde riscul de incendiu este neglijabil, trebuie realizate conform 6.2.3.7.6.
Legăturile de echipotenţializare de acoperiş trebuie să fie impermeabile. În acest caz particular legătura de echipotenţializare este asigurată de armătura structurii din betonul armat.
În figura 6.22 este prezentat un exemplu de echipotenţializare a elementelor conductoare de fixare de acoperiş la conductoarele de captare.

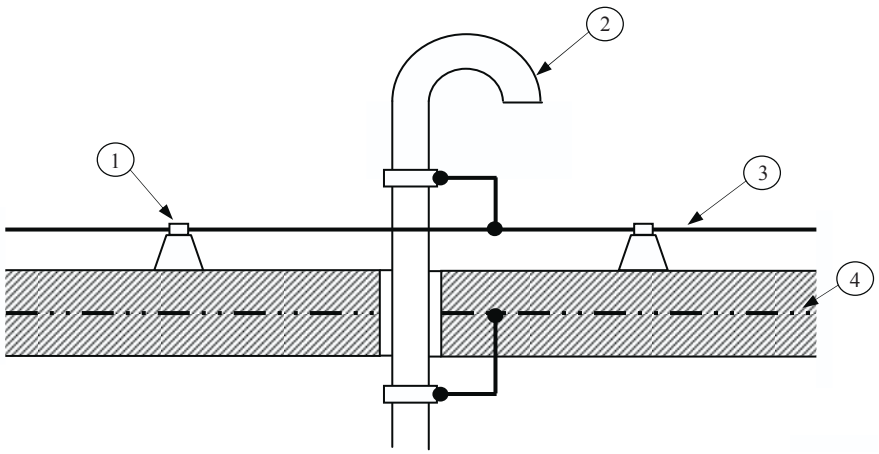


Fig. 6.22 – Conectarea unei tije de captare naturală la un conductor de captare

Legendă
1 Element de fixare a unui conductor de captare
2 Conductă metalică
3 Conductor de captare orizontal
4 Armătură din oţel în beton

Conductele din oţel trebuie să corespundă cu condiţiile 6.2.3.7.6 şi cu dimensiunile minime din tabelul

6.20, iar conductorul de echipotenţializare trebuie să corespundă cu dimensiunile din tabelul 6.20.
Armătura din oţel din structurile din beton armat este considerată că asigură continuitatea electrică dacă cea mai mare parte din interconexiunile barelor verticale şi orizontale sunt sudate sau sunt conectate solid.
Barele verticale trebuie să fie conectate prin sudare, îmbinare fixă sau suprapuse pe o distanţă de minimum 20 de ori diametrul lor şi legate sau conectate sigur prin alt procedeu. Pentru structurile noi, conectările între elementele armăturii trebuie să fie specificate de proiectant sau de instalator, în cooperare cu inginerul de construcţii civile şi cu constructorul.
Pentru structuri care utilizează beton armat (care includ elemente de prefabricate din beton armat, elemente de beton armat precomprimat), continuitatea electrică a barelor armăturilor trebuie să fie verificată prin măsurare între partea cea mai de sus şi nivelul solului. Rezistenţa electrică totală nu trebuie să fie mai mare de 0,2 Ω, valoare măsurată utilizând un echipament de măsurare adecvat. Dacă această valoare nu este realizată, sau tehnic nu este posibilă realizarea unei astfel de încercări, armătura de oţel nu poate fi utilizată ca un conductor de coborâre. În acest caz trebuie instalat un conductor de coborâre exterior. În cazul structurilor din prefabricate din beton armat, continuitatea electrică a armăturii metalice trebuie să fie stabilită între elementele individuale adiacente ale prefabricatelor din beton.

6.2.3.7.7 Dispozitiv de captare izolat

Stâlpii de captare adiacenţi structurilor sau echipamentelor de protejat sunt destinaţi să reducă la minimum riscul căderilor de trăsnet pe structurile aflate în interiorul volumului de protecţie al acestora, dacă este instalată o IPT izolată.
Dacă se instalează mai mulţi stâlpi, aceştia pot fi interconectaţi cu ajutorul unor conductoare aeriene şi condiţiile de proximitate ale acestor instalaţii faţă de IPT trebuie să fie conform Anexei 6.8.
O IPT izolată se poate utiliza, de asemenea, pentru o structură din beton armat pentru îmbunătăţirea ecranului electromagnetic. Pentru structurile înalte construcţia unei IPT izolate nu este practică.
Dispozitivele de captare izolate realizate prin conductoare întinse pe suporturi electroizolante sunt indicate pentru protecţia unui număr mare de elemente de fixare pe suprafaţa acoperişului, cu proeminenţe extinse. Izolaţia suporturilor trebuie să fie adecvată pentru o tensiune calculată pentru o distanţă de separare conform Anexei 6.8.

Conductoare de coborâre

6.2.3.8 Generalităţi

Conductoarele de coborâre au rolul de a reduce probabilitatea de avariere datorită circulaţiei curentului de trăsnet în IPT şi trebuie dispuse în aşa fel încât de la punctul de impact la pământ:

a) să existe trasee de curent paralele;
b) lungimea traseelor de curent să fie redusă la minimum;

Distanţele între conductoarele de coborâre şi între conductoarele în buclă sunt indicate în tabelul 6.18.

6.2.3.9 Poziţionarea unei IPT izolate

a) Dacă dispozitivul de captare este format din tije montate pe piloni separaţi (sau pe un singur pilon) care nu sunt din metal sau nu au armătura de oţel interconectată, este necesar cel puţin un conductor de coborâre pentru fiecare pilon. Pentru piloni confecţionaţi din metal sau cu armătura din oţel interconectată nu este necesar nici un conductor de coborâre suplimentar.
b) Dacă dispozitivul de captare este format din unul sau mai multe conductoare orizontale separate (sau dintr-un singur conductor), este necesar să fie cel puţin un conductor de coborâre pentru fiecare structură de susţinere.
c) Dacă dispozitivul de captare este format dintr-o reţea de conductoare, este necesar cel puţin un conductor de coborâre pe structura de susţinere pentru fiecare extremitate a conductorului de captare.

6.2.3.9.1 Poziţionarea unei IPT neizolată

Fiecare IPT neizolată trebuie să aibă cel puţin două conductoare de coborâre distribuite pe perimetrul structurii de protejat, în funcţie de limitările privind arhitectura şi condiţiile practice.

Este de preferat repartizarea conductoarelor de coborâre la intervale egale pe perimetrul clădirii. Distanţele între conductoarele de coborâre sunt indicate în tabelul 6.18.
Distanţa dintre conductoarele de coborâre se corelează cu distanţa de separare indicată în Anexa 6.8.

Tabelul 6.18
Distanţele maxime între conductoarele de coborâre

Clasa SPT	Distanţe minime m
I	10
II	10
III	15
IV	20

Dispozitivul de captare, conductoarele de coborâre şi prizele de pământ trebuie coordonate astfel încât să se realizeze cel mai scurt traseu posibil pentru curentul de trăsnet.
În figura 6.23 se prezintă un exemplu de IPT exterioară pentru o structură cu diferite niveluri de construcţie a acoperişului şi în figura 6.19 se prezintă un exemplu de IPT exterioară proiectată pentru o structură de 60 m înălţime cu acoperiş terasă şi cu elemente de fixare de acoperiş.

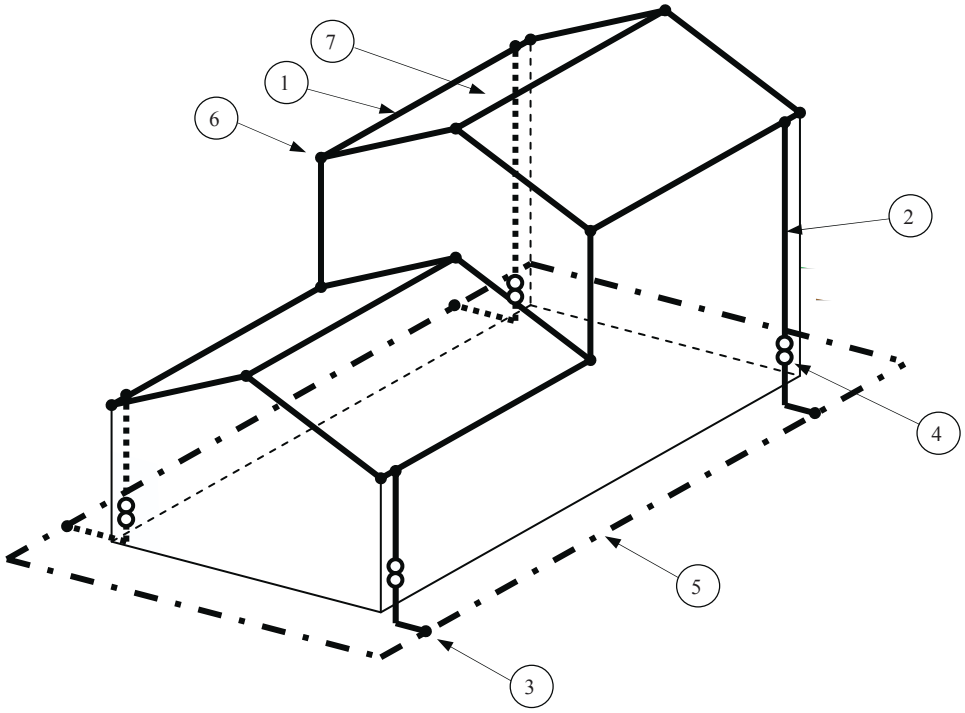


Fig. 6.23 – Construcţia unei IPT exterioare pe o structură de material electroizolant cu diferite niveluri de acoperiş

Legendă
1 Conductor de captare orizontal
2 Conductor de coborâre
3 Racord în T – rezistent la coroziune
4 Racord pentru verificare
5 Dispunere de tip B a prizei de pământ, electrod de pământ în buclă
6 Racord în T, pe coama acoperişului
7 Dimensiunea ochiului reţelei

6.2.3.9.2 Construcţie

Conductoarele de coborâre trebuie instalate astfel încât, pe cât este posibil, să constituie o continuare directă a conductoarelor dispozitivului de captare.
Conductoarele de coborâre trebuie să fie instalate rectiliniu şi vertical astfel încât acestea să asigure cea

mai scurtă cale spre pământ. Trebuie să se evite formarea de bucle, dar acolo unde acest lucru nu este posibil, distanţa *s*, măsurată de la o margine la cealaltă a deschiderii dintre două puncte de pe conductor şi lungimea *l* a conductorului între aceleaşi puncte trebuie să fie conforme cu Anexa 6.8

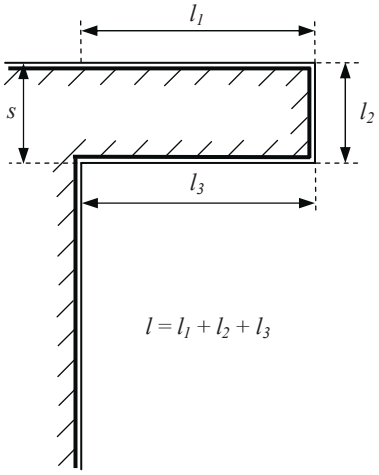


Fig. 6.24 – Bucla unui conductor de coborâre

Conductoarele de coborâre nu trebuie instalate în streşini sau în burlane de scurgere chiar dacă acestea sunt acoperite cu material electroizolant.

Dacă nu este posibilă realizarea unei conexiuni directe din cauza unor console mari ale acoperişului etc. conectarea dispozitivului de captare şi a conductorului de coborâre trebuie să fie realizată printr-un conductor destinat pentru aceasta şi nu prin componente naturale cum ar fi jgheaburile pentru scurgerea apei de ploaie etc.

Amplasarea conductoarelor de coborâre trebuie să se facă astfel încât să se asigure o distanţă de separare conformă cu Anexa 6.8 între ele şi eventualele uşi şi ferestre.

Conductoarele de coborâre ale unei IPT neizolate faţă de structura de protejat pot fi instalate după cum urmează:

a) dacă peretele este realizat din material necombustibil, conductoarele de coborâre pot fi amplasate pe suprafaţa peretelui sau în perete;
b) dacă peretele este realizat din material inflamabil şi creşterea temperaturii conductoarelor de coborâre este periculoasă, conductoarele de coborâre pot fi amplasate astfel încât distanţa între ele şi perete să fie mereu mai mare de 0,1 m. Suporturi de montare pot fi în contact cu peretele.

Atunci când distanţa între conductorul de coborâre şi materialul combustibil nu poate fi asigurată, secţiunea conductorului nu trebuie să fie mai mică de 100 mm^2.

Pentru structurile mari, cum sunt blocurile turn de apartamente şi, în special, structurile industriale şi administrative, care sunt proiectate adesea ca structuri pe schelete de oţel sau pe schelete din oţel şi beton, sau care utilizează beton armat, componentele conductoare ale structurii pot fi utilizate drept conductoare de coborâre.

Impedanţa totală a SPT pentru acest tip de clădiri este mică şi asigură o protecţie împotriva trăsnetului foarte eficientă pentru instalaţiile interioare. Este avantajos să se utilizeze suprafeţele conductoare ale pereţilor drept conductoare de coborâre. Astfel de pereţi cu suprafeţe conductoare pot fi: pereţii din beton armat, suprafeţele faţadelor cu folii metalice şi faţadele din panouri prefabricate din beton, dacă sunt conectate şi interconectate conform 6.2.3.9.5 .

6.2.3.9.3 Conductoare de coborâre neizolate

În structurile cu elemente conductoare numeroase în pereţii exteriori, dispozitivele de captare şi priza de legare la pământ trebuie conectate la elementele conductoare ale structurii într-un număr de puncte. Aceasta reduce distanţa de separare conform Anexei 6.8.

Ca rezultat al acestor conexiuni, elementele conductoare ale structurii sunt utilizate drept conductoare de coborâre şi de asemenea drept bare de echipotenţializare.

În cazul structurilor întinse, mari (structuri industriale, hale pentru expoziţii etc.) cu dimensiuni de peste patru ori distanţa între conductoarele de coborâre, trebuie asigurate conductoare de coborâre interioare suplimentare la aproximativ fiecare 40 m, acolo unde este posibil.

Toate coloanele interioare şi toţi pereţii despărţitori cu elemente conductoare, cum sunt barele de armătură din oţel, care nu îndeplinesc condiţiile distanţei de separare, trebuie conectate la dispozitivul de captare şi la priza de pământ.
Pentru evitarea descărcărilor electrice periculoase între diferitele elemente conductoare ale unei structuri mari cu coloane interioare de beton armat, armătura coloanelor este conectată la dispozitivul de captare şi la priza de pământ.
Pentru astfel de structuri, este deosebit de important ca, înainte de începerea proiectării structurii, să fie coordonate proiectarea structurii şi proiectarea SPT astfel încât elementele conductoare ale structurii să poată fi utilizate pentru protecţia împotriva trăsnetului.

6.2.3.9.4 Conductoare de coborâre izolate

Dacă, din considerente arhitecturale, conductoarele de coborâre nu pot fi montate pe suprafaţa structurii, acestea trebuie instalate în canale deschise în zidărie. În acest caz, trebuie să se acorde atenţie menţinerii distanţei de separare, conform Anexei 6.8, între conductorul de coborâre şi orice element de metal din interiorul structurii.
Instalarea direct în tencuiala exterioară nu este recomandată deoarece tencuiala se poate deteriora ca rezultat al dilatării termice. Tencuiala este adesea avariată ca rezultat a creşterii temperaturii şi a forţelor mecanice exercitate de curentul de trăsnet.

6.2.3.9.5 Componente naturale

Pot fi considerate conductoare de coborâre naturale următoarele elemente ale structurii:

a) instalaţiile metalice, cu condiţia ca:
   1. să fie realizată durabil continuitatea electrică între diferitele elemente,
   2. dimensiunile lor să fie cel puţin egale cu acelea care sunt specificate în tabelul 6.20 pentru conductoarele de coborâre.

   Conductele prin care circulă lichide inflamabile sau explozibile nu trebuie folosite drept componente naturale ale dispozitivului de captare dacă garnitura cuplărilor cu flanşe nu este metalică sau dacă faţetele flanşelor nu sunt conectate între ele în mod corespunzător.
   Instalaţiile metalice pot fi acoperite cu materiale electroizolante.
b) scheletul metalic al betonului armat care prezintă o continuitate electrică;
   Pentru prefabricate din beton armat, trebuie să se realizeze puncte de interconectare între elementele de armare. De asemenea, este important ca betonul armat să conţină o legătură conductoare între punctele de interconectare. Părţile separate trebuie să fie conectate la faţa locului în timpul asamblării.
c) scheletul din oţel interconectat al structurii;
   Conductoarele în buclă nu sunt necesare dacă scheletul de metal al structurilor sau armăturile din oţel interconectate ale structurii sunt utilizate drept conductoare de coborâre.
d) elementele faţadei, şine profilate şi prefabricate metalice ale faţadei, cu condiţia ca
   1. dimensiunile lor să respecte prescripţiile pentru conductoarele de coborâre (a se vedea 6.2.3.14) iar grosimile tablelor de metal sau a conductelor de metal să nu fie mai mici de 0,5 mm,
   2. continuitatea electrică a acestora pe verticală să fie conform prescripţiilor de la 6.2.3.15 .

6.2.3.9.6 Racorduri pentru verificare (piese de separare)

Pe fiecare conductor de coborâre trebuie instalat un racord pentru verificare la conectarea acestuia la priza de pământ, cu excepţia conductoarelor de coborâre naturale care sunt legate la electrozii de pământ de fundaţie.
Pentru scopuri de măsurare, racordul trebuie să poată fi deschis cu ajutorul unei scule. În utilizare normală acesta trebuie să rămână închis.
În figura 6.25 sunt prezentate exemple de construcţie a unui racord pentru verificare care poate fi instalat pe un perete interior sau exterior al unei structuri.

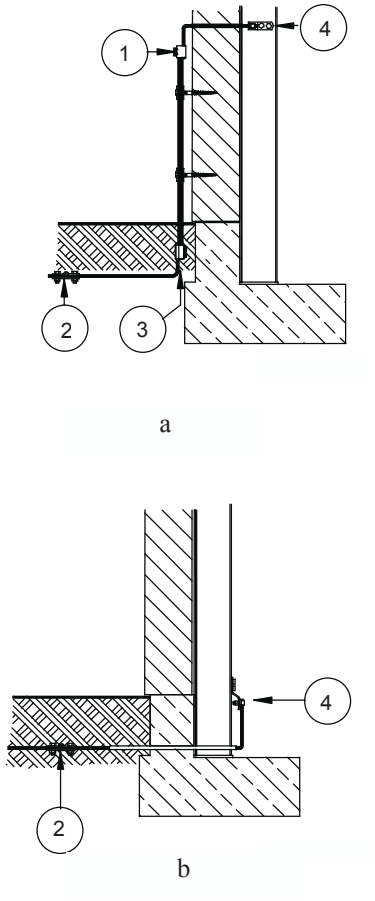


Fig. 6.25 – Exemple de conectare a prizei de pământ la IPT a structurilor utilizând conductoare de coborâre naturale (grinzi)

Racord pentru verificare pe perete

1 Racord pentru verificare pe perete (piesă de separare)
2 Racord în T rezistent la coroziune în sol
3 Racord rezistent la coroziune în sol
4 Racord între conductorul de legătură la priza de pământ şi o grindă din oţel

Priza de pământ

6.2.3.10 Generalităţi

Rezistenţa de dispersie a prizei de pământ numai pentru instalaţia de protecţie împotriva trăsnetului trebuie să fie de cel mult 10 Ω.

6.2.3.11 Dispunerea prizelor de pământ în condiţii obişnuite

Pentru prizele de pământ sunt utilizate două tipuri de bază de dispunere a electrozilor de pământ.

6.2.3.11.1 Dispunere de tip A

Acest tip de dispunere conţine electrozi de pământ orizontali sau verticali instalaţi în exteriorul structurii de protejat. Fiecare conductor de coborâre se conectează individual la o astfel de priză ce poate fi singulară sau multiplă.

În dispunerile de tip A, numărul total de electrozi de pământ trebuie să nu fie mai mic de doi.

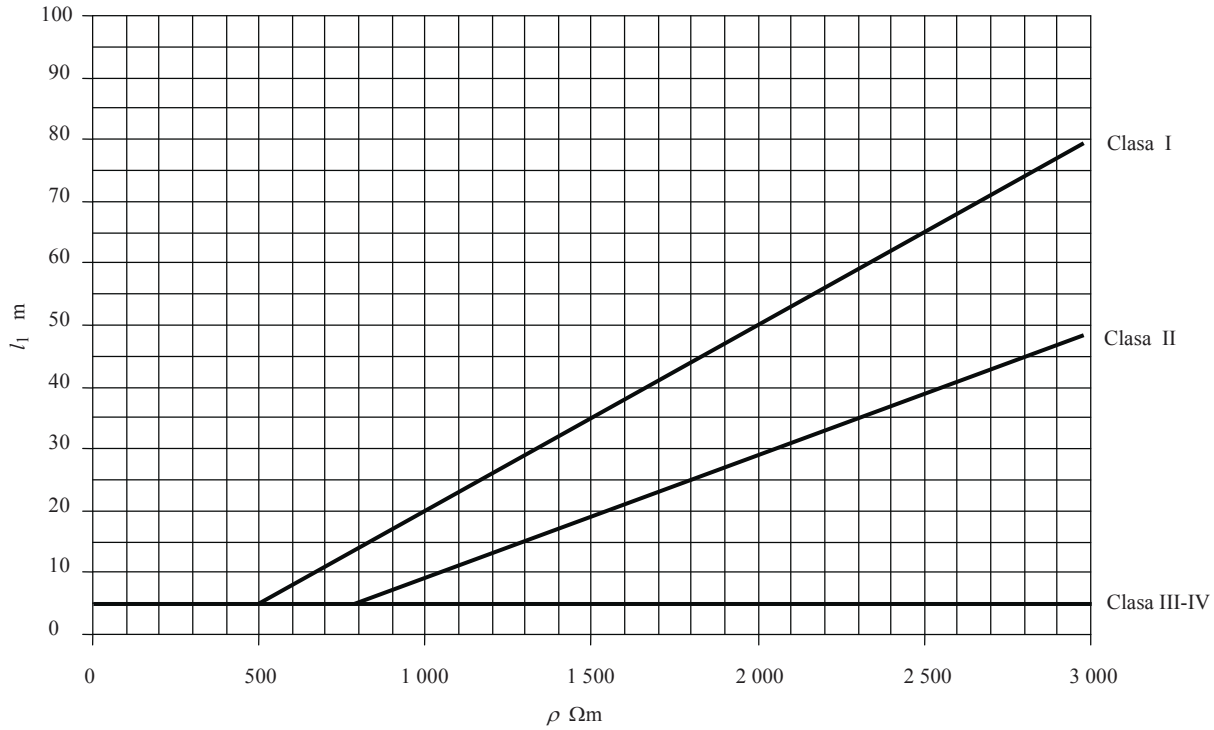


Fig. 6.26 – Lungimea minimă l_1 a fiecărui electrod de pământ în funcţie de clasa SPT

Lungimea minimă a fiecărui electrod de pământ de la extremitatea fiecărui conductor de coborâre este

– l_1 pentru electrozii de pământ orizontali, sau
– $0{,}5\ l_1$ pentru electrozii de pământ verticali (sau înclinaţi),

unde l_1 este lungimea minimă a electrozilor de pământ orizontali aşa cum rezultă aceasta din figura 6.26.

În cazul electrozilor de pământ combinaţi (verticali sau orizontali), trebuie să se considere lungimea totală.

Lungimile minime indicate în figura 6.26 pot să nu fie luate în considerare cu condiţia ca rezistenţa prizei de pământ să fie mai mică de 10 Ω (măsurată la o frecvenţă diferită de frecvenţa industrială şi de multiplii acesteia pentru a se evita interferenţa).

6.2.3.11.2 Dispunere de tip B

Acest tip de dispunere presupune o priză de pământ multiplă exterioară structurii (din electrozi verticali legaţi între ei cu electrozi orizontali, sau numai electrozi orizontali):

- pe contur închis (în buclă) sau pe contur deschis,
- în fundaţie.

Tot o priză de pământ de dispunere de tip B poate fi o combinaţie între cele două tipuri de mai sus, interconectate.

6.2.3.11.3 Instalarea electrozilor de pământ

Electrodul de pământ în buclă (dispunere de tip B) trebuie îngropat la o adâncime de cel puţin 0,5 m dar nu mai mică decât adâncimea de îngheţ a solului şi la o distanţă de cel puţin 1 m faţă de fundaţia clădirii.

Pentru structuri cu multe sisteme electronice sau cu risc ridicat de incendiu, este preferabilă o legare la pământ cu o dispunere de tip B.

6.2.3.11.4 Electrozi de pământ naturali

Pot fi utilizaţi ca electrozi naturali de pământ armăturile din oţel interconectate ale fundaţiilor din beton în conformitate cu 6.2.3.14, sau alte structuri metalice subterane corespunzătoare. Dacă armătura metalică a betonului este utilizată ca electrod de pământ, o atenţie deosebită trebuie să se acorde interconexiunilor pentru a se preveni fisurarea mecanică a betonului.

6.2.3.12 Construcţie

6.2.3.12.1 Generalităţi

Dispozitivele de captare ar trebui să realizeze următoarele cerinţe:

a) circulaţia curentului de trăsnet la pământ;
b) legătura de echipotenţializare între conductoarele de coborâre;
c) controlul tensiunii în vecinătatea pereţilor conductori ai clădirii.

Electrozii de pământ în fundaţie şi electrozii de pământ în buclă în dispunere de tip B satisfac aceste condiţii. Electrozii de pământ radiali în dispunere de tip A sau electrozii de pământ verticali îngropaţi adânc în pământ nu satisfac condiţiile cu privire la legătura de echipotenţializare şi la controlul tensiunii.

Fundaţiile din beton cu armături din oţel interconectate ale unei structuri ar trebui utilizate drept electrozi de pământ în fundaţie. Aceste fundaţii prezintă o rezistenţă de legare la pământ foarte mică şi realizează un nivel de referinţă excelent pentru echipotenţializare. Dacă acest lucru nu este posibil, ar trebui instalată în jurul structurii o priză de pământ, de preferat un electrod de pământ în buclă în dispunere de tip B.

6.2.3.12.2 Electrozi de pământ în fundaţie

Un electrod de pământ în fundaţie, conform 6.2.3.11.4, conţine conductoare instalate în fundaţia structurii sub pământ. Lungimea electrozilor de pământ suplimentari ar trebui determinată utilizând diagrama din figura 6.26.

Electrozii de pământ în fundaţie sunt încorporaţi în beton. Aceştia au avantajul că, dacă betonul este turnat corespunzător şi acoperă până la cel puţin 50 mm din electrozii de pământ în fundaţie, aceştia sunt protejaţi împotriva coroziunii. Trebuie de asemenea amintit că barele de armătură din oţel, din beton, generează un potenţial electric de aceeaşi mărime cu cea a conductoarelor de cupru îngropate. Acest lucru oferă o soluţie tehnică bună pentru proiectarea prizelor de pământ pentru structuri din beton armat.

Metalele utilizate pentru electrozii de pământ trebuie să satisfacă prescripţiile pentru materiale indicate în tabelul 6.21.

Pentru electrozii de pământ din sol trebuie utilizate conductoare din cupru sau din oţel inoxidabil dacă acestea sunt conectate la oţelul din beton.

Pe perimetrul structurii trebuie instalat în fundaţie un conductor metalic, conform tabelului 6.5, sau o bandă din oţel galvanizat, care să fie adusă deasupra gropii de fundaţie, prin conductoare de legătură, la punctele de conectare desemnate pentru racordurile pentru verificare ale conductoarelor de coborâre.

Stratul hidroizolant introdus de obicei sub fundaţia structurii pentru reducerea umidităţii în planşeele subsolului asigură o izolaţie electrică corespunzătoare. Electrodul de pământ trebuie instalat sub fundaţie, sub beton. În acest caz proiectul trebuie să conţină acordul constructorului pentru proiectul prizei de pământ.

Atunci când priza de pământ este comună (rezistenţa de dispersie sub 1Ω) la aceasta se leagă

a) conductoarele de legare la pământ;
b) conductoarele de coborâre.

Atunci când constructorul clădirii nu permite trecerea conductorului prin stratul de izolaţie, conectarea la priza de pământ trebuie realizată în afara structurii.

În figura 6.27 sunt prezentate trei exemple diferite a modului de instalare a electrozilor de pământ în fundaţie, pe o structură cu fundaţii impermeabile, cu evitarea străpungerii barierei împotriva umidităţii. Sunt ilustrate, de asemenea, mai multe soluţii de conectare corespunzătoare a prizei de pământ la structuri cu fundaţii izolate.

În figurile 6.27 a şi 6.27 b se prezintă conexiuni exterioare, astfel încât izolaţia să nu fie deteriorată; în figura 6.27 c se prezintă o trecere etanşă prin izolaţie.

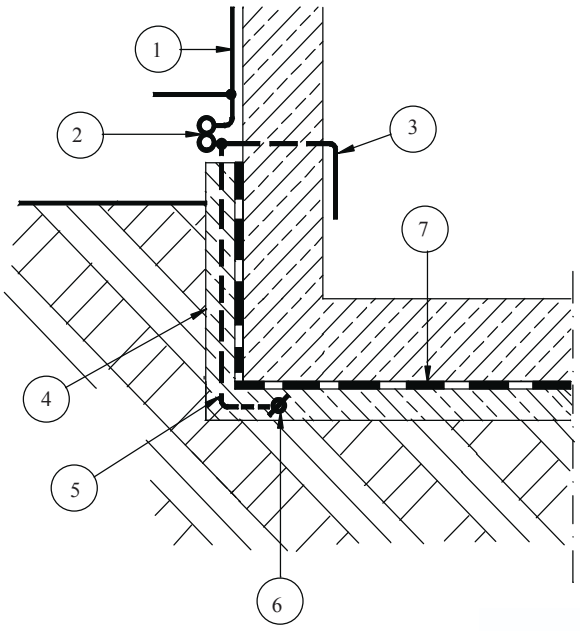


Fig. 6.27 a – Fundaţie izolată cu electrod de pământ în fundaţie într-un strat de beton nearmat sub izolaţia de bitum

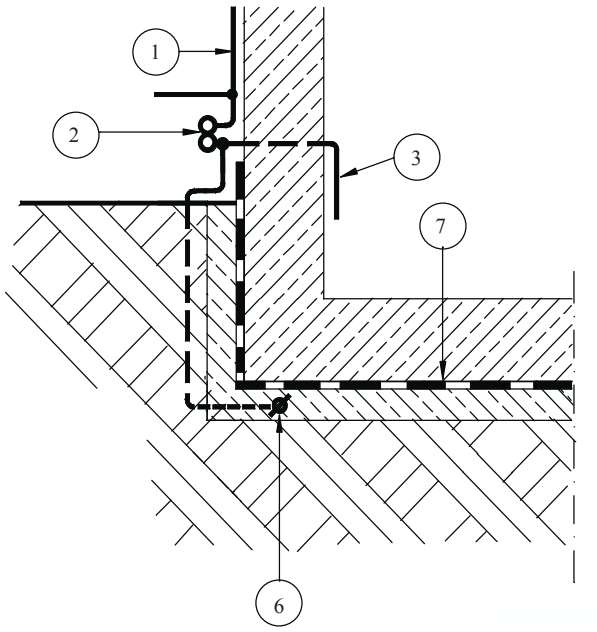


Fig. 6.27 b – Fundaţie izolată cu conductorul prizei de pământ trecând parţial prin sol

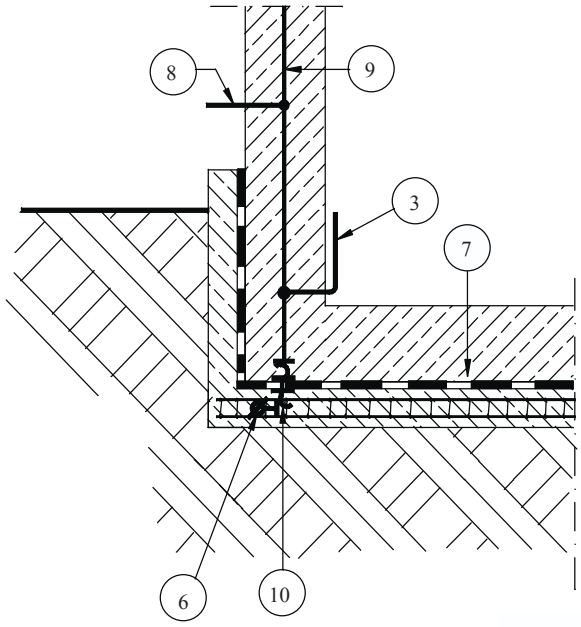


Fig. 6.27c – Conductor de conexiune între electrodul de pământ în fundaţie şi bara de echipotenţializare care traversează stratul electroizolant cu bitum

Fig. 6.27 – Construcţia unei prize de pământ în buclă în fundaţie pentru structuri cu fundaţii de concepţii diferite

Legendă

1 Conductor de coborâre
2 Racord pentru verificare
3 Conductor de echipotenţializare la IPT interioară
4 Strat din beton nearmat
5 Conductor de conexiune a IPT
6 Electrod de pământ în fundaţie
7 Izolaţie cu bitum, strat electroizolant impermeabil
8 Conductor de conexiune între armăturile din oţel şi racordul de verificare
9 Armătură din oţel în beton
10 Străpungere a stratului impermeabil cu bitum

6.2.3.12.3 Dispunere de tip A – Electrozi de pământ radiali şi verticali

Electrozii de pământ trebuie conectaţi la extremităţile inferioare ale conductoarelor de coborâre prin utilizarea racordurilor pentru verificare.

Fiecare conductor de coborâre trebuie prevăzut cu un electrod de pământ.

Electrozii de pământ trebuie să fie la o distanţă mai mare decât distanţa de separare faţă de cablurile şi conductele de metal existente în sol.

În dispunerea de tip A sunt de preferat electrozii de pământ verticali, deoarece au un raport cost-eficienţă mai bun şi asigură o rezistenţă a prizei de pământ mai stabilă în majoritatea solurilor în raport cu electrozii orizontali.

În unele cazuri poate fi necesar să se instaleze electrozi de pământ în interiorul structurii, de exemplu într-un subsol sau o pivniţă.

În timpul exploatării dacă există riscul creşterii rezistenţei de dispersie a stratului superficial (de exemplu datorită evaporării apei) este necesară completarea cu electrozi de pământ de lungimi mai mari, îngropaţi adânc.

Dacă este prevăzută o dispunere de tip A a prizei de pământ, egalizarea de potenţial necesară pentru toţi electrozii este obţinută cu ajutorul conductoarelor de echipotenţializare şi a barelor de echipotenţializare (de preferat în afara structurii).

6.2.3.12.4 Dispunere de tip B – Electrozi de pământ în buclă

Pentru structurile care utilizează materiale electroizolante, cum sunt zidăria din cărămidă sau lemnul fără fundaţie cu armătură din oţel, trebuie instalată o priză de pământ tip B.

Pentru reducerea rezistenţei de dispersie echivalente, priza de pământ cu dispunere de tip B poate fi îmbunătăţită, dacă este necesar, prin adăugarea de electrozi de pământ verticali sau radiali.

Distanţa de izolare în aer şi adâncimea pentru dispunere de tip B a electrodului de pământ sunt optime în condiţii de sol normale pentru protecţia persoanelor din proximitatea structurii.

Electrozii de pământ în dispunere de tip B realizează echipotenţializarea între conductoarele de coborâre la nivelul solului, deoarece diferitele conductoare de coborâre dau potenţiale diferite datorită distribuţiei inegale a curenţilor de trăsnet din cauza rezistenţei de dispersie diferite.

Dacă un număr mare de persoane se află frecvent în zone din vecinătatea structurii de protejat, trebuie executate dirijări suplimentare de potenţial în aceste zone. Trebuie instalaţi mai mulţi electrozi de pământ în buclă la distanţe de aproximativ 3 m. Se recomandă ca electrozii de pământ în buclă cei mai îndepărtaţi de structură să fie îngropaţi mai adânc faţă de suprafaţă, adică cei aflaţi la 4 m faţă de structură la o adâncime de 1 m, cei aflaţi la 7 m faţă de structură la o adâncime de 1,5 m şi cei aflaţi la 10 m faţă de structură la o adâncime de 2 m.

Dacă zona din vecinătatea structurii este acoperită cu dale din asfalt cu o grosime 50 mm cu conductivitate scăzută, se asigură o protecţie suficientă persoanelor care circulă prin această zonă.

6.2.3.12.5 Electrozi de pământ în sol stâncos

Un electrod de pământ în fundaţie trebuie încorporat în betonul fundaţiei în timpul construcţiei Chiar dacă un electrod de pământ în fundaţie are un efect redus într-un sol stâncos, acesta reacţionează însă ca un conductor de echipotenţializare.

Dacă nu este prevăzut un electrod de pământ în fundaţie, trebuie utilizată o dispunere de tip B (un electrod de pământ în buclă). Dacă electrodul de pământ nu poate fi instalat în sol şi este instalat la suprafaţă, trebuie protejat împotriva deteriorărilor mecanice.

6.2.3.12.6 Prize de pământ pe suprafeţe întinse

O instalaţie industrială cuprinde în mod tipic un număr de structuri asociate, între care sunt instalate un număr mare de cabluri de alimentare cu energie electrică şi de semnalizare (de comunicaţii).

O impedanţă redusă a prizei de pământ poate fi obţinută prin prevederea structurii cu electrozi de pământ în fundaţie şi suplimentar o dispunere de tip B şi A.

Interconectările între electrozii de pământ, electrozii de pământ în fundaţie şi conductoarele de coborâre trebuie realizate la racordurile de verificare. Unele dintre racordurile de verificare trebuie conectate, de asemenea, la barele de echipotenţializare ale IPT interioare.

Partea inferioară a unui conductor de coborâre expus trebuie izolată cu un tub din PVC cu grosimea de

cel puţin 3 mm sau cu o izolaţie echivalentă.
Prin interconectarea prizelor de pământ a mai multor structuri, se obţine o reţea de legare la pământ aşa cum este indicat în figura 6.28.

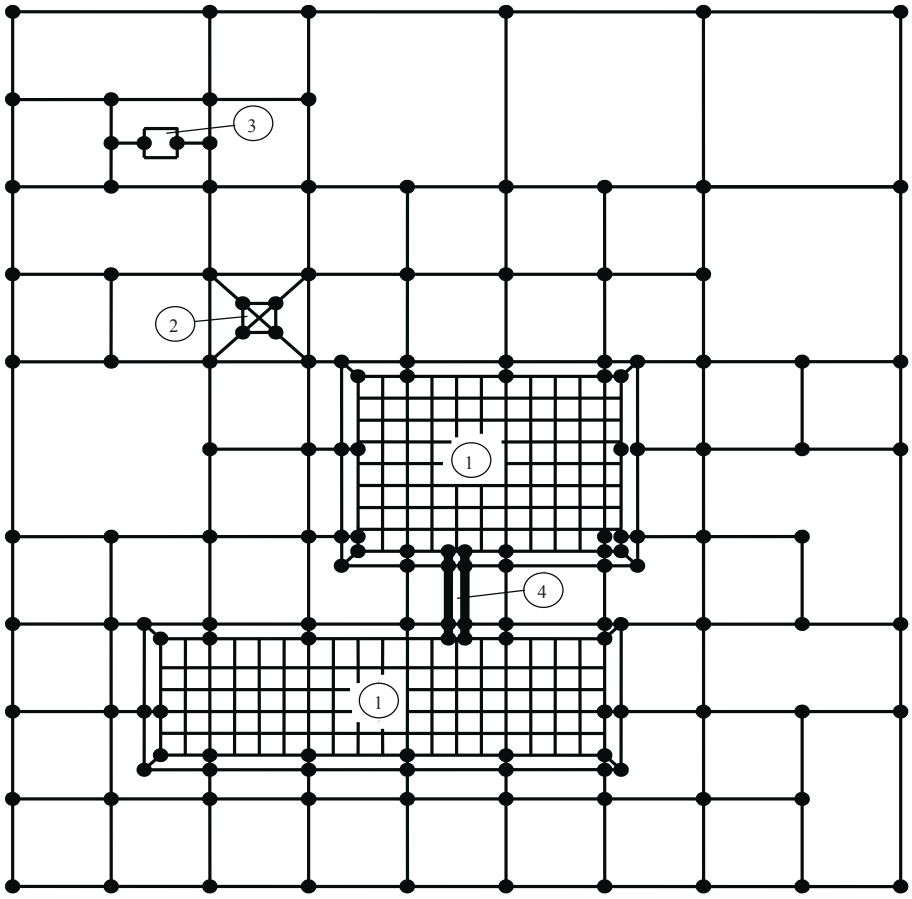


Fig. 6.28– Priză de pământ de tip reţea cu ochiuri pentru o instalaţie industrială

Legendă
1 Clădire cu reţea de ochiuri în armătură
2 Turn în interiorul instalaţiei industriale
3 Echipament singular
4 Canale pentru cabluri

În figura 6.28 este prezentat proiectul unei reţele cu ochiuri de legare la pământ care cuprinde canalele pentru cabluri între structurile asociate protejate împotriva trăsnetului. Aceasta reduce impedanţa între clădiri şi are avantaje semnificative de protecţie împotriva IEMT.
Acest sistem oferă o impedanţă scăzută între clădiri şi are avantaje semnificative privind compatibilitatea electromagnetică. Dimensiunea ochiurilor reţelei în apropierea clădirilor şi a altor obiecte poate fi de ordinul 20 m × 20 m. La o distanţă de peste 30 m dimensiunea ochiurilor se poate mări la 40 m × 40 m.

6.2.3.13 Componente

Componentele unei IPT trebuie să fie realizate din materialele indicate în tabelul 6.19 sau din alte materiale cu caracteristici echivalente ale performanţelor mecanice, electrice şi chimice (coroziune).
Pentru fixare pot fi utilizate şi componente realizate din alte materiale decât cele metalice.

Tabelul 6.19
Materiale pentru IPT şi condiţii de utilizare

Material	Utilizare			Coroziune		
	În aer liber	În pământ	În beton	Rezistenţă	Crescută prin	Poate fi distrus prin cuplaj galvanic cu
Cupru	Masiv Torsadat	Masiv Torsadat Ca înveliş	Masiv Torsadat Ca înveliş	Bun în multe medii	Compuşi de sulf Materiale organice	–
Oţel galvanizat la cald	Masiv Torsadat	Masiv	Masiv Torsadat	Acceptabil în aer, în beton şi în sol normal	Conţinut ridicat de cloruri	Cupru
Oţel inoxidabil	Masiv Torsadat	Masiv Torsadat	Masiv Torsadat	Bun în multe medii	Conţinut ridicat de cloruri	–
Aluminiu	Masiv Torsadat	Nepotrivit	Nepotrivit	Bun în atmosfere care conţin sulf şi cloruri în concentraţii reduse	Soluţii alcaline	Cupru
Plumb	Masiv În înveliş	Masiv Ca înveliş	Nepotrivit	Bun în atmosfere care conţin concentraţii mari de sulfaţi	Soluri acide	Cupru Oţel inoxidabil

6.2.3.13.1 Fixare

Dispozitivele de captare şi conductoarele de coborâre trebuie să fie fixate solid astfel încât să se împiedice ruperea sau desprinderea conductoarelor ca urmare a forţelor electrodinamice sau a forţelor mecanice accidentale (de exemplu vibraţii, alunecare a straturilor de zăpadă, dilatare termică etc.)

6.2.3.14 Materiale şi dimensiuni

Materialul şi dimensiunile trebuie să fie alese luând în considerare posibilitatea coroziunii atât a structurii de protejat cât şi a SPT.

Configuraţiile şi secţiunile minime ale elementelor dispozitivului de captare, tijelor de captare şi a conductoarelor de coborâre sunt indicate în tabelul 6.20.

Configuraţiile şi dimensiunile minime ale electrozilor de pământ sunt indicate în tabelul 6.21.

Tabelul 6.20
Material, configuraţie şi secţiune minimă a conductoarelor de captare, tijelor de captare şi a conductoarelor de coborâre

Material	Configuraţie	Secţiunea minimă mm2	Comentarii [10)]
Cupru	Bandă masivă Bară rotundă masivă [7)] Torsadat Bară rotundă masivă [3), 4)]	50 [8)] 50 [8)] 50 [8)] 200 [8)]	Grosime de minim 2 mm Diametru de 8 mm Diametru minim al fiecărui toron de 1,7 mm Diametru de 16 mm
Cupru acoperit cu staniu [1)]	Bandă masivă Bară rotundă masivă [7)] Torsadat	50 [8)] 50 [8)] 50 [8)]	Grosime de minim 2 mm Diametru de 8 mm Diametru minim al fiecărui toron de 1,7 mm
Aluminiu	Bandă masivă Bară rotundă masivă Torsadat	70 50 [8)] 50 [8)]	Grosime de minim 3 mm Diametru de 8 mm Diametru minim al fiecărui toron de 1,7 mm
Aliaj de aluminiu	Bandă masivă Bară rotundă masivă Torsadat Bară rotundă masivă [3)]	50 [8)] 50 50 [8)] 200	Grosime de minim 2,5 mm Diametru de 8 mm Diametru minim al fiecărui toron de 1,7 mm Diametru de 16 mm

Oţel galvanizat la cald [2]	Bandă masivă Bară rotundă masivă [9] Torsadat Bară rotundă masivă [3], [4], [9]	50 [8] 50 50 [8] 200	Grosime de minim 2,5 mm Diametru de 8 mm Diametru minim al fiecărui toron de 1,7 mm Diametru de 16 mm
Oţel inoxidabil [5]	Bandă masivă [6] Bară rotundă masivă [6] Torsadat Bară rotundă masivă [3], [4]	50 [8] 50 70 [8] 200	Grosime de minim 2 mm Diametru de 8 mm Diametru minim al fiecărui toron de 1,7 mm Diametru de 16 mm

1) Grosimea minimă a acoperirii prin galvanizare la cald sau prin electroliză de 1 μm.
2) Acoperirea trebuie să fie netedă, continuă şi fără flux de staniu, cu o grosime minimă de 50 μm.
3) Aplicabil numai pentru tije de captare. Pentru aplicaţiile în care eforturile mecanice nu sunt critice cum ar fi sarcina datorită vântului, poate fi utilizat un diametru de 10 mm, o tijă de captare lungă de 1 m cu o fixare suplimentară.
4) Aplicabil numai electrozilor de pământ ghidaţi.
5) Crom ≥ 16 %, nichel ≥ 8 %, carbon ≤ 0,07 %.
6) Pentru oţel inoxidabil înglobat în beton, şi/sau în contact direct cu un material inflamabil, dimensiunile minime trebuie să fie mărite la 78 mm^2 (10 mm diametru) pentru o bară masivă şi la 75 mm^2 (grosime minimum 3 mm) pentru o bandă masivă.
7) Pentru anumite aplicaţii în care eforturile mecanice nu sunt esenţiale, poate fi redus de la 50 mm^2 (diametru de 8 mm) la 28 mm^2 (diametru de 6 mm). În acest caz, trebuie acordată atenţie reducerii spaţiului pentru elementele de prindere.
8) Dacă aspectele termice şi mecanice sunt importante, aceste dimensiuni pot fi mărite la 60 mm^2 pentru banda masivă şi la 78 mm^2 pentru bara masivă.
9) Secţiunea minimă pentru evitarea topirii este de 16 mm^2 (cupru), 25 mm^2 (aluminiu), 50 mm^2 (oţel) şi 50 mm^2 (oţel inoxidabil) pentru o energie specifică de 10 000 kJ/Ω.
10) Grosime, lăţime şi diametru sunt definite cu ±10 %.

Tabelul 6.21
Material, configuraţie şi dimensiuni minime ale electrozilor de pământ

Material	Configuraţie	Dimensiuni minime			Comentarii
		Electrod tip tijă (vertical) ∅ mm	Electrod tip conductor (orizontal)	Electrod tip placă mm	
Cupru	Torsadat [3]		50 mm^2		Diametru minim al fiecărui toron de 1,7 mm
	Bară rotundă masivă [3]		50 mm^2		Diametru de 8 mm
	Bandă masivă [3]		50 mm^2		Grosime de minim 2 mm
	Bară rotundă masivă	15 [8]			Grosime a peretelui de minim 2 mm
	Bară tubulară	20			
	Placă masivă			500 x 500	Grosime de minim 2 mm
	Placă cu zăbrele			600 x 600	Secţiune 25 mm x 2 mm Lungime minimă a configuraţiei cu zăbrele: 4,8 m

Oţel	Bară rotundă masivă galvanizată 1) 2)	16 9)	Diametru 10 mm		
	Bară tubulară galvanizată 1) 2)	25			Grosime a peretelui de minim 2 mm
	Bandă masivă galvanizată 1)		90 mm2		
	Placă masivă galvanizată 1)			500 x 500	Grosime de minim 3 mm
	Placă cu zăbrele galvanizată 1)			600 x 600	Grosime de minim 3 mm
	Bară rotundă masivă acoperită cu cupru 4)	14			Secţiune 30 mm x 3 mm Rază minimă 250 μm acoperire cu cupru de 99,9 % conţinut de cupru
	Bară rotundă masivă neacoperită5)		Diametru 10 mm		
	Bară sau bandă masivă galvanizată 5) 6)		75 mm2		Grosime de minim 3 mm
	Torsadate galvanizate 5) 6)		70 mm2		Diametru minim al fiecărui toron de 1,7 mm
	Profile galvanizate în formă de cruce 1)	50x50x3			
Oţel inoxidabil 7)	Bară rotundă masivă Bandă masivă	15	Diametru 10 mm 100 mm2		Grosime de minim 2 mm

1) Acoperirea trebuie să fie netedă, continuă şi fără flux de staniu cu o grosime minimă de 50 μm pentru bară rotundă şi de 70 μm pentru bandă.
2) Conductoarele trebuie mai întâi prelucrate şi apoi galvanizate.
3) Poate fi de asemenea acoperită cu staniu.
4) Cupru trebuie să fie legat intrinsec de oţel.
5) Se admite numai dacă este înglobat complet în beton.
6) Se admite numai dacă sunt conectate corect la cel puţin fiecare 5 m împreună cu armăturile naturale de oţel în contact cu fundaţia în partea dinspre pământ.
7) Crom ≥ 16 %, nichel ≥ 5 %, molibden ≥ 2 %, carbon ≤ 0,08 %.
8) În unele ţări se admite o valoare de 12 mm.
9) Legarea la pământ cu tije este utilizată în unele ţări pentru conectarea conductorului de coborâre la punctul în care acesta intră în pământ.

6.2.3.15 Racorduri

Numărul de racorduri de-a lungul conductoarelor trebuie redus la minimum. Racordurile trebuie realizate în mod sigur prin lipire, sudare, sertizare, presare, îndoire a marginilor (bordurare), fixare cu şuruburi şi fixare cu buloane.

6.2.4 Instalaţie interioară de protecţie împotriva trăsnetului

6.2.4.1 Generalităţi

IPT interioară trebuie să evite apariţia scânteilor periculoase în structura de protejat datorită curentului de trăsnet care circulă în IPT exterioară sau în alte elemente conductoare ale structurii.
Scântei periculoase pot apare între IPT exterioară şi alte componente ca:
– instalaţii din metal;
– sisteme interioare;
– elemente conductoare şi linii racordate la structură.
Scânteile care apar în structuri cu risc de explozie sunt totdeauna periculoase. În acest caz sunt necesare măsuri de protecţie suplimentare.
Scânteile periculoase între elemente diferite pot fi evitate prin
– legătură de echipotenţializare conform cu 6.2.4.2 sau
– izolaţie electrică între elemente conform cu 6.2.4.3.

6.2.4.2 Legătură de echipotenţializare

Echipotenţializarea este realizată prin interconectarea IPT cu
- scheletul metalic al structurii,
- instalaţii metalice,
- sisteme interioare,
- elemente conductoare exterioare şi linii conectate la structură.

Mijloacele de interconectare pot fi
- conductoare de echipotenţializare, dacă continuitatea electrică nu este asigurată de legături naturale,
- dispozitive de protecţie la supratensiuni şi supracurenţi (SPD), dacă conectările directe cu conductoare de echipotenţializare nu sunt posibile.

Este important modul în care este realizată legătura de echipotenţializare şi trebuie discutată cu operatorul reţelei de telecomunicaţii, cu operatorul reţelei electrice şi cu alţi operatori sau cu autorităţi implicate datorită faptului că pot fi prescripţii conflictuale.
SPD trebuie astfel instalate încât să permită inspectarea lor.

6.2.4.3 Legătură de echipotenţializare pentru instalaţiile metalice

În cazul unei IPT exterioare izolate, legătura de echipotenţializare trebuie să fie realizată numai la nivelul solului.
Pentru o IPT exterioară care nu este izolată, legătura de echipotenţializare trebuie să fie instalată în amplasamentele următoare:

a) în subsol sau aproximativ la nivelul solului. Conductoarele de echipotenţializare trebuie să fie legate la o bară de echipotenţializare construită şi dispusă astfel încât să permită un acces facil pentru inspecţie. Bara de echipotenţializare trebuie conectată la priza de pământ. În cazul structurilor mari (tipic cu o înălţime de peste 20 m), pot fi instalate mai multe bare de echipotenţializare pe verticala clădirii care trebuie să fie interconectate între ele;
b) în amplasamentele în care nu sunt satisfăcute prescripţiile de izolaţie (a se vedea 6.3).

Conductoarele prin care se realizează legăturile de echipotenţializare trebuie să fie amplasate pe traseul cel mai scurt şi drept atât cât este posibil.
Valorile minime ale secţiunilor conductoarelor de echipotenţializare care conectează bare de echipotenţializare diferite şi ale conductoarelor care conectează barele de echipotenţializare la prizele de pământ sunt indicate în tabelul 6.22.
Valorile minime ale secţiunilor conductoarelor de echipotenţializare care conectează instalaţiile metalice interioare la barele de echipotenţializare sunt indicate în tabelul 6.23.

Tabelul 6.22
Dimensiuni minime ale conductoarelor care conectează bare de echipotenţializare diferite sau care conectează bare de echipotenţializare la priza de pământ

Clasa SPT	Material	Secţiune mm^2
de la I până la IV	Cupru	14
	Aluminiu	22
	Oţel	50

Tabelul 6.23
Dimensiuni minime ale conductoarelor care conectează instalaţiile de metal interioare la bara de echipotenţializare

Clasa SPT	Material	Secţiune mm^2
de la I până la IV	Cupru	5
	Aluminiu	8
	Oţel	16

Dacă părţi electroizolante sunt inserate pe conductele de gaze sau de apă, în interiorul structurii de protejat, cu acordul distribuitorilor de apă şi de gaz, acestea trebuie să fie şuntate de SPD concepute pentru astfel de operaţie.
SPD trebuie să aibă caracteristicile următoare:
– încercare de clasă I;
– $I_{imp} \geq k_c I$ unde $k_c I$ este curentul de trăsnet care circulă de-a lungul părţilor importante ale unei IPT exterioare ;
– nivelul de protecţie U_P trebuie să fie mai mic decât nivelul de ţinere la impuls a izolaţiei dintre părţi;

6.2.4.4 Legătură de echipotenţializare pentru părţile conductoare exterioare
Pentru părţile conductoare exterioare, legătura de echipotenţializare trebuie să fie stabilită cât mai aproape posibil de punctul lor de racordare la structura de protejat.
Dacă nu poate fi acceptată o legătură de echipotenţializare directă, trebuie utilizate SPD cu următoarele caracteristici:
– încercare de clasă I;
– $I_{imp} \geq I_f$ unde I_f este curentul de trăsnet care circulă prin partea conductoare exterioară considerată;
– nivelul de protecţie U_P trebuie să fie mai mic decât nivelul de ţinere la impuls a izolaţiei dintre părţi;
Când IPT nu este necesară, poate fi utilizată, ca legătură de echipotenţializare, priza de pământ a instalaţiei electrice de joasă tensiune.

6.2.4.5 Legătură de echipotenţializare pentru sistemele interioare
Legătura de echipotenţializare trebuie realizată conform cu 6.2.4.3.
Dacă sistemele interioare au conductoare ecranate sau amplasate în tuburi de protecţie metalice, este suficient să se lege numai aceste ecrane sau tuburi de protecţie.
Dacă conductoarele sistemelor interioare nu sunt nici ecranate nici amplasate în tuburi de protecţie metalice acestea se vor lega la bara de echipotenţializare prin SPD. Conductoarele PEN sau/şi PE din reţelele TN se vor lega la bara de echipotenţializare direct sau prin SPD.
Conductoarele de echipotenţializare şi SPD trebuie să aibă aceleaşi caracteristici cu cele indicate la 6.2.4.3.

6.2.4.6 Legătură de echipotenţializare pentru liniile racordate la structura de protejat
Legătura de echipotenţializare pentru liniile electrice şi de telecomunicaţii trebuie să fie realizată conform cu 6.2.4.4.
Toate conductoarele ale fiecărei linii se recomandă să fie echipotenţializate direct sau printr-un SPD. Conductoarele active trebuie să fie echipotenţializate numai la bara de echipotenţializare printr-un SPD. În reţelele TN, conductoarele PE sau PEN trebuie să fie echipotenţializate direct sau prin SPD la bara de echipotenţializare.
Legătura de echipotenţializare pentru ecranele sau tuburile de protecţie ale cablurilor trebuie să fie realizată cât mai aproape de punctul de racordare la structură.

6.2.5 Măsuri de protecţie împotriva vătămării fiinţelor vii datorate tensiunilor de atingere şi de pas
6.2.4.1 Măsuri de protecţie împotriva tensiunilor de atingere
În anumite condiţii, apropierea de conductoarele de coborâre ale unui SPT, în afara structurii, poate prezenta un pericol pentru viaţă chiar dacă SPT a fost proiectat şi construit conform prescripţiilor menţionate mai sus.
Riscul este redus la un nivel acceptabil dacă una dintre condiţiile următoare este îndeplinită:
a) probabilitatea apropierii unei persoane, sau durata prezenţei sale în afara structurii şi în apropierea conductoarelor de coborâre, este foarte mică;
b) conductoarele de coborâre naturale sunt constituite din mai multe coloane ale cadrului metalic extins al structurii sau din mai mulţi piloni din oţel interconectaţi ai structurii fiind asigurată

continuitatea electrică;

c) rezistivitatea stratului de suprafaţă a solului, la cel mult de 3 m de conductorul de coborâre, nu este mai mică de 5 kΩm.

Un strat de material electroizolant, de exemplu asfalt cu o grosime de 5 cm (sau un strat cu pietriş de 15 cm grosime) reduce riscul la un nivel acceptabil.

Dacă nici una din aceste condiţii nu este îndeplinită, trebuie să fie adoptate măsuri de protecţie împotriva vătămării fiinţelor vii datorită tensiunilor de atingere după cum urmează:

– izolaţia conductoarelor de coborâre expuse este prevăzută pentru o tensiune de ţinere de 100 kV considerând un impuls de 1,2/50 μs, de exemplu cu un strat de minimum 3 mm de polietilenă reticulată;
– restricţii fizice şi/sau panouri de avertizare cu scopul de a reduce la minimum probabilitatea ca un conductor de coborâre să fie atins.

6.2.5.2 Măsuri de protecţie împotriva tensiunilor de pas

În anumite condiţii, apropierea de conductoarele de coborâre în afara structurii poate prezenta un pericol pentru viaţă chiar dacă SPT a fost conceput şi construit conform regulilor menţionate mai sus.

Riscul este redus la un nivel acceptabil dacă una din următoarele condiţii este îndeplinită:

a) probabilitatea apropierii unei persoane, sau durata prezenţei sale în zona periculoasă la cel mult 3 m de conductoarelor de coborâre, este foarte mică;
b) rezistivitatea stratului de suprafaţă a solului, la cel mult 3 m de conductorul de coborâre, nu este mai mică de 5 kΩm.

Un strat de material electroizolant, de exemplu asfalt cu o grosime de 5 cm (sau un strat de pietriş de 15 cm grosime) în general reduce riscul la un nivel acceptabil.

Dacă nici una din aceste condiţii nu este îndeplinită, trebuie să fie adoptate măsuri de protecţie împotriva vătămării fiinţelor vii datorită tensiunilor de pas după cum urmează:

– echipotenţializare cu ajutorul unui reţele de legare la pământ;
– restricţii fizice şi/sau panouri de avertizare cu scopul de a reduce la minim probabilitatea accesului în zona periculoasă, nu mai departe de 3 m de conductorul de coborâre.

6.3 INSTALAŢII DE PROTECŢIE ÎMPOTRIVA TRĂSNETULUI CU DISPOZITIVE DE AMORSARE (PDA)

6.3.1. Generalităţi

6.3.1.1. Prezentul capitol se aplică la IPT cu dispozitive de amorsare (PDA) împotriva loviturilor directe de trăsnet ale tuturor construcţiilor care fac obiectul prezentului normativ, cu înălţimi mai mici de 60 m, precum şi a zonelor deschise la care considerentele economice şi estetice impun această soluţie.

Acest capitol nu tratează protecţia instalaţiilor electrice împotriva supratensiunilor de origine atmosferică transmisă prin reţele.

6.3.1.2. Pentru protecţia construcţiilor împotriva loviturilor de trăsnet se pot aplica şi alte norme similare ale unor ţări europene, conform prevederilor Hotărârii Guvernului nr. 1146/2006.

6.3.1.3. Un paratrăsnet cu dispozitiv de amorsare (PDA) este compus dintr-un vârf de captare, un dispozitiv de amorsare şi o tijă suport pe care se găseşte un sistem de conexiune al conductorului de coborâre.

6.3.2. Determinarea zonei de protecţie

6.3.2.1. PDA se instalează, de preferinţă, pe locul cel mai înalt al construcţiei, respectiv al zonei care o protejează.

6.3.2.2. Un PDA este caracterizat prin avansul propriu al amorsării (ΔT). Acesta este determinat de către producător prin încercări de laborator şi în situ. Prin aceste încercări se compară un PDA cu o tijă

simplă de aceeaşi înălţime, amplasată în aceleaşi condiţii (fig. 6.29).
Avansul amorsării ΔT, care serveşte la calculul razei de protecţie se determină cu relaţia:

$$\Delta T = T_{PTS} - T_{PDA}$$

T_{PTS} - timpul de amorsare mediu al unui lider ascendent pentru un paratrăsnet cu tijă simplă;
T_{PDA} - idem pentru paratrăsnet cu dispozitiv de amorsare.

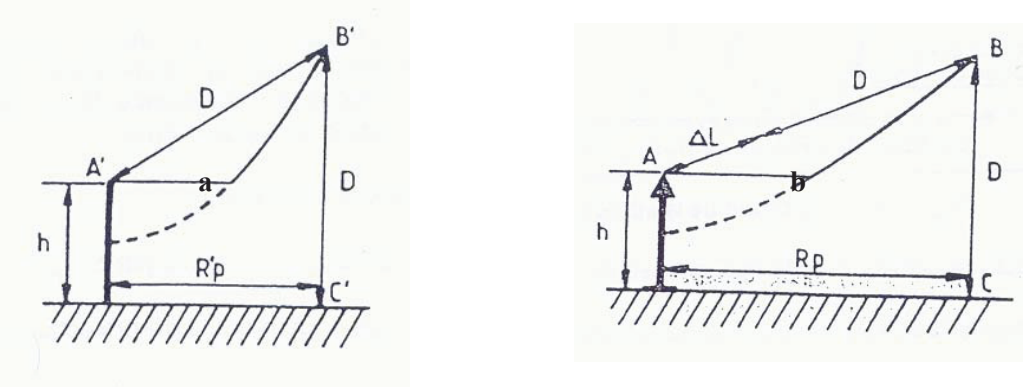


Fig. 6.29

6.3.2.3. Volumul de protejat este delimitat de suprafaţa de revoluţie care are aceeaşi axă cu PDA şi este delimitată de razele de protecţie R_p corespunzătoare diferitelor înălţimi h, conform fig. 6.30.

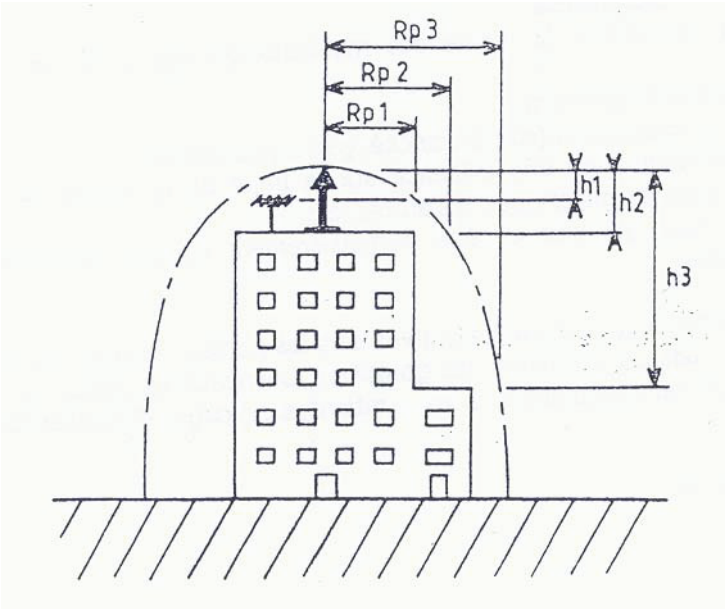


Fig. 6.30

6.3.2.4. Raza de protecţie a unui PDA, R_p, depinde de nivelul de protecţie ales, de lungimea suplimentară determinată de avansul amorsării ΔL (fig. 6.29b) şi de înălţimea sa de instalare h.
ΔL este lungimea suplimentară determinată de avansul ΔT al PDA şi se calculează cu relaţia:

$$\Delta L = v\ (\text{m/}\mu\text{s})\ x\ \Delta T\ (\mu\text{s}) \text{ în care:}$$

ΔT este avansul amorsarii al PDA dat de producator şi este caracteristic tipului de PDA;
v [m/μs] - este viteza de propagare a liderului ascendent si descendent; în calcule se poate adopta valoarea medie v = 1 m/μs; experimental s-a constatat ca v = 0,9÷1,1 m/μs
Înălţimea de instalare h reprezintă înălţimea vârfului PDA în raport cu planul orizontal care trece prin elementul de construcţie protejat (fig. 6.30)
Raza de protecţie se calculează cu relaţia:

$$R_P = \sqrt{h(2R \quad h) + \Delta L(2R + \Delta L)} \quad \text{în care:}$$

pentru $h \geq 5$m
Pentru $h \leq 5$m, R_p se determină cu ajutorul abacelor din fig. 6.31a, fig. 6.31b, fig. 6.31c şi fig.6.31d.

Raza de protecţie se reduce cu 40% în cazurile în care există riscuri cu consecinţe asupra persoanelor şi mediului, de exemplu: clădiri înalte şi foarte înalte, depozite pentru materiale din cauciuc, masă plastică, etc.

Instalaţiile de protecţie cu dispozitiv de amorsare nu se utilizează pentru instalaţiile de protecţie împotriva trăsnetului a structurilor cu medii cu pericol de explozie (inclusiv praf combustibil).

D (m) 20												
Δl (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
h (m)												
2	8,00	10,39	12,65	14,83	16,97	19,08	21,17	23,24	25,30	27,35	29,39	31,43
3	12,00	15,59	18,97	22,25	25,46	28,62	31,75	34,86	37,95	41,02	44,09	47,15
4	16,00	20,78	25,30	29,66	33,94	38,16	42,33	46,48	50,60	54,70	58,79	62,86
5	20,00	25,98	31,62	37,08	42,43	47,70	52,92	58,09	63,25	68,37	73,48	78,58
6	20,71	26,53	32,08	37,47	42,77	48,00	53,19	58,34	63,47	68,59	73,68	78,77
7	21,35	27,04	32,50	37,83	43,08	48,28	53,44	58,57	63,69	68,78	73,86	78,94
8	21,93	27,50	32,88	38,16	43,37	48,54	53,67	58,79	63,88	68,96	74,03	79,09
10	22,91	28,28	33,54	38,73	43,87	48,99	54,08	59,16	64,23	69,28	74,33	79,37
12	23,69	28,91	34,07	39,19	44,28	49,36	54,42	59,46	64,51	69,54	74,57	79,60
14	24,27	29,39	34,48	39,55	44,60	49,64	54,67	59,70	64,72	69,74	74,76	79,77
16	24,68	29,73	34,77	39,80	44,82	49,84	54,85	59,87	64,88	69,89	74,89	79,90
18	24,92	29,93	34,94	39,95	44,96	49,96	54,96	59,97	64,97	69,97	74,97	79,97
20	25,00	30,00	35,00	40,00	45,00	50,00	55,00	60,00	65,00	70,00	75,00	80,00

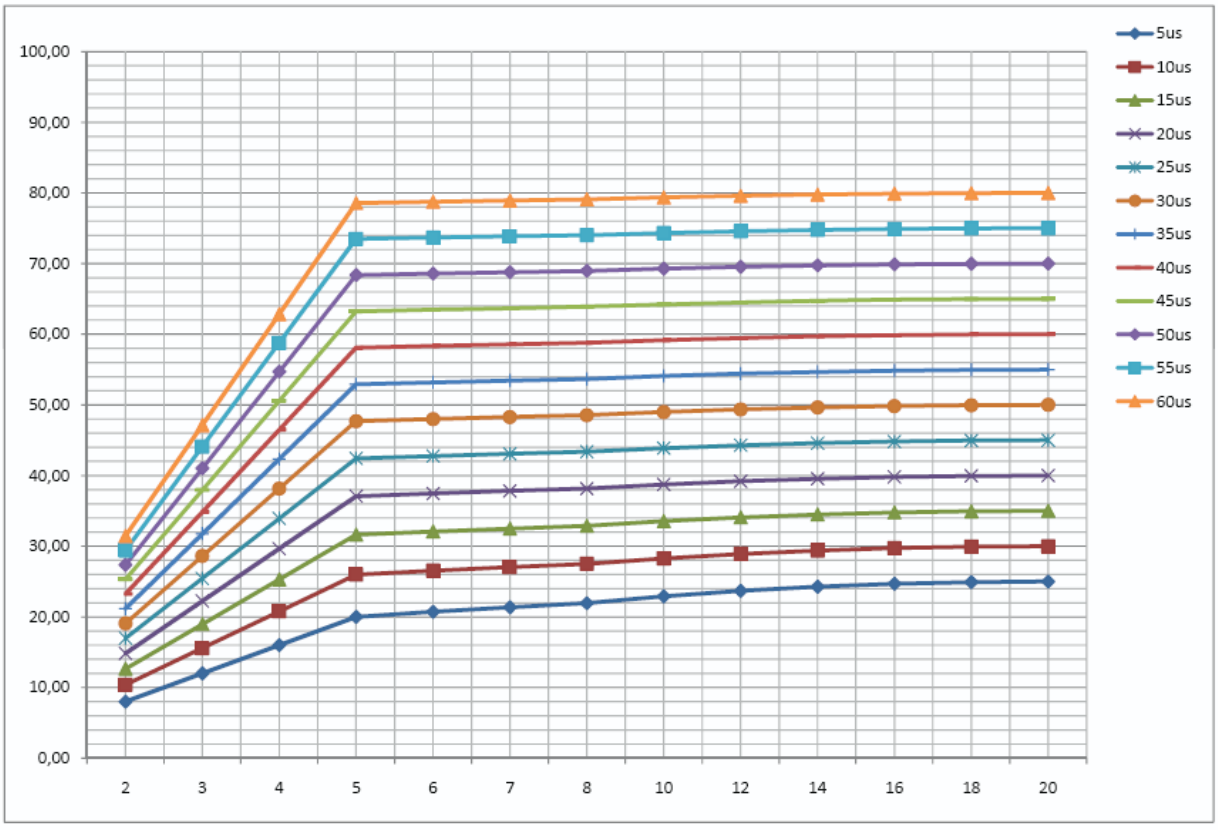


Fig. 6.31a

D (m) 30												
ΔI (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
h (m)												
2	9,80	12,49	14,97	17,32	19,60	21,82	24,00	26,15	28,28	30,40	32,50	34,58
3	14,70	18,73	22,45	25,98	29,39	32,73	36,00	39,23	42,43	45,60	48,74	51,87
4	19,60	24,98	29,93	34,64	39,19	43,63	48,00	52,31	56,57	60,79	64,99	69,17
5	24,49	31,22	37,42	43,30	48,99	54,54	60,00	65,38	70,71	75,99	81,24	86,46
6	25,48	32,00	38,07	43,86	49,49	54,99	60,41	65,76	71,06	76,32	81,54	86,74
7	26,38	32,73	38,68	44,40	49,96	55,42	60,79	66,11	71,39	76,62	81,83	87,01
8	27,22	33,41	39,26	44,90	50,41	55,82	61,16	66,45	71,70	76,92	82,10	87,27
10	28,72	34,64	40,31	45,83	51,23	56,57	61,85	67,08	72,28	77,46	82,61	87,75
12	30,02	35,72	41,24	46,65	51,97	57,24	62,46	67,65	72,81	77,95	83,07	88,18
14	31,13	36,66	42,06	47,37	52,62	57,83	63,00	68,15	73,27	78,38	83,48	88,57
16	32,08	37,47	42,77	48,00	53,19	58,34	63,47	68,59	73,68	78,77	83,84	88,90
18	32,88	38,16	43,37	48,54	53,67	58,79	63,88	68,96	74,03	79,09	84,15	89,20
20	33,54	38,73	43,87	48,99	54,08	59,16	64,23	69,28	74,33	79,37	84,41	89,44
25	34,64	39,69	44,72	49,75	54,77	59,79	64,81	69,82	74,83	79,84	84,85	89,86
30	35,00	40,00	45,00	50,00	55,00	60,00	65,00	70,00	75,00	80,00	85,00	90,00

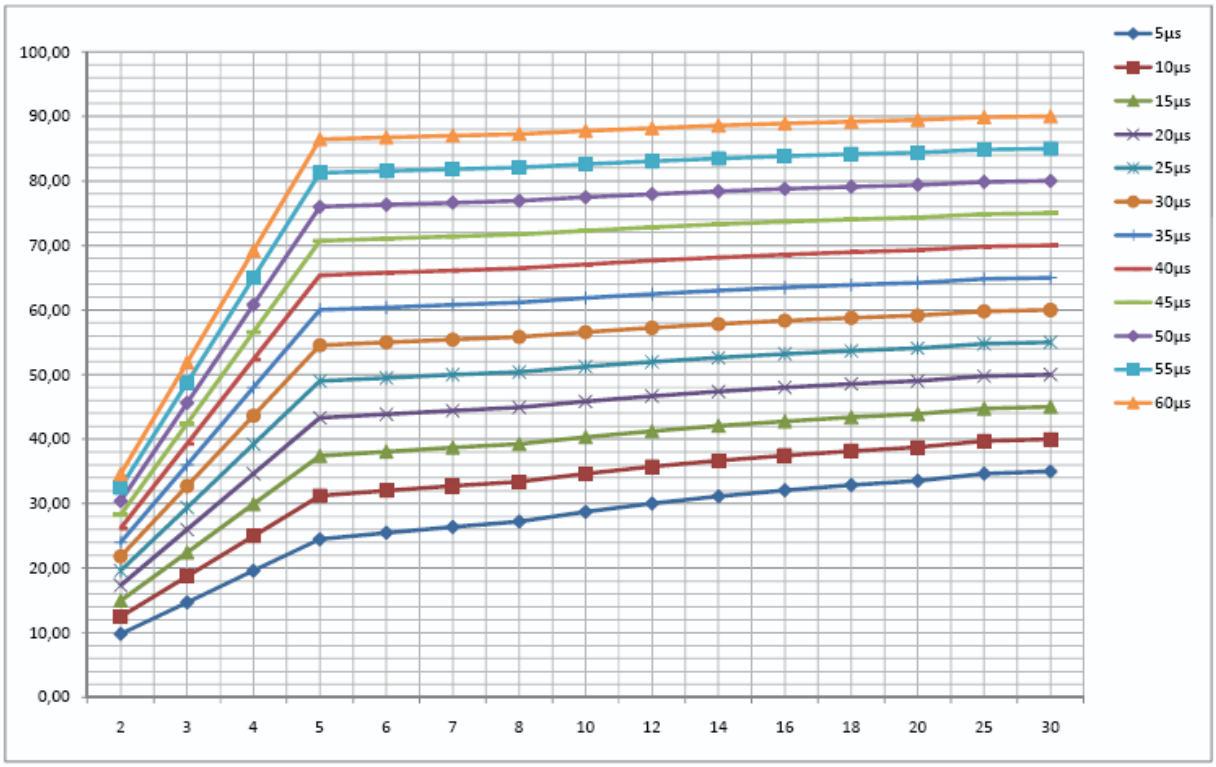


Fig. 6.31b

D (m) 45												
Δl (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
h (m)												
2	12,00	15,10	17,89	20,49	22,98	25,38	27,71	30,00	32,25	34,47	36,66	38,83
3	18,00	22,65	26,83	30,74	34,47	38,07	41,57	45,00	48,37	51,70	54,99	58,25
4	24,00	30,20	35,78	40,99	45,96	50,75	55,43	60,00	64,50	68,93	73,32	77,67
5	30,00	37,75	44,72	51,23	57,45	63,44	69,28	75,00	80,62	86,17	91,65	97,08
6	31,29	38,78	45,60	52,00	58,13	64,06	69,85	75,52	81,11	86,63	92,08	97,49
7	32,50	39,76	46,43	52,74	58,79	64,66	70,40	76,03	81,58	87,07	92,50	97,88
8	33,63	40,69	47,23	53,44	59,42	65,24	70,93	76,52	82,04	87,50	92,90	98,26
10	35,71	42,43	48,73	54,77	60,62	66,33	71,94	77,46	82,92	88,32	93,67	98,99
12	37,56	44,00	50,11	56,00	61,73	67,35	72,88	78,33	83,73	89,08	94,40	99,68
14	39,23	45,43	51,37	57,13	62,76	68,29	73,75	79,15	84,49	89,80	95,07	100,32
16	40,73	46,73	52,53	58,17	63,71	69,17	74,56	79,90	85,20	90,47	95,70	100,92
18	42,08	47,92	53,58	59,13	64,58	69,97	75,31	80,60	85,85	91,08	96,29	101,47
20	43,30	48,99	54,54	60,00	65,38	70,71	75,99	81,24	86,46	91,65	96,82	101,98
25	45,83	51,23	56,57	61,85	67,08	72,28	77,46	82,61	87,75	92,87	97,98	103,08
30	47,70	52,92	58,09	63,25	68,37	73,48	78,58	83,67	88,74	93,81	98,87	103,92
35	48,99	54,08	59,16	64,23	69,28	74,33	79,37	84,41	89,44	94,47	99,50	104,52
40	49,75	54,77	59,79	64,81	69,82	74,83	79,84	84,85	89,86	94,87	99,87	104,88
45	50,00	55,00	60,00	65,00	70,00	75,00	80,00	85,00	90,00	95,00	100,00	105,00

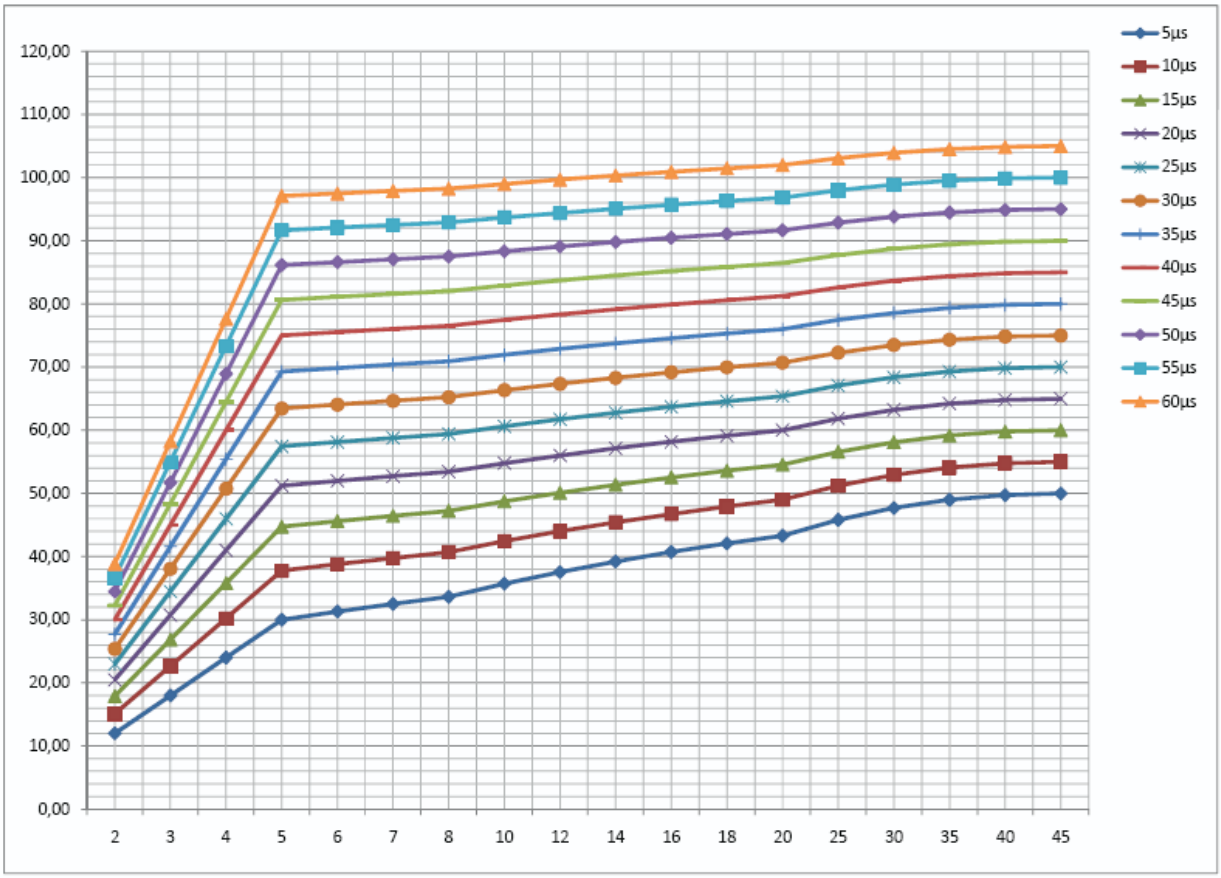


Fig. 6.31c

D (m) 60												
Δl (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
h (m)												
2	13,86	17,32	20,40	23,24	25,92	28,50	30,98	33,41	35,78	38,11	40,40	42,66
3	20,78	25,98	30,59	34,86	38,88	42,74	46,48	50,11	53,67	57,16	60,60	63,99
4	27,71	34,64	40,79	46,48	51,85	56,99	61,97	66,81	71,55	76,21	80,80	85,32
5	34,64	43,30	50,99	58,09	64,81	71,24	77,46	83,52	89,44	95,26	101,00	106,65
6	36,18	44,54	52,05	59,03	65,64	72,00	78,16	84,17	90,05	95,83	101,53	107,16
7	37,63	45,73	53,07	59,92	66,45	72,74	78,84	84,80	90,64	96,39	102,06	107,66
8	39,00	46,86	54,05	60,79	67,24	73,46	79,50	85,42	91,22	96,93	102,57	108,15
10	41,53	48,99	55,90	62,45	68,74	74,83	80,78	86,60	92,33	97,98	103,56	109,09
12	43,83	50,95	57,63	64,00	70,15	76,13	81,98	87,73	93,39	98,97	104,50	109,98
14	45,92	52,76	59,24	65,45	71,48	77,36	83,12	88,79	94,39	99,92	105,40	110,83
16	47,84	54,44	60,74	66,81	72,73	78,51	84,20	89,80	95,34	100,82	106,25	111,64
18	49,61	56,00	62,14	68,09	73,90	79,60	85,21	90,75	96,23	101,67	107,06	112,41
20	51,23	57,45	63,44	69,28	75,00	80,62	86,17	91,65	97,08	102,47	107,82	113,14
25	54,77	60,62	66,33	71,94	77,46	82,92	88,32	93,67	98,99	104,28	109,54	114,78
30	57,66	63,25	68,74	74,16	79,53	84,85	90,14	95,39	100,62	105,83	111,02	116,19
35	60,00	65,38	70,71	75,99	81,24	86,46	91,65	96,82	101,98	107,12	112,25	117,37
40	61,85	67,08	72,28	77,46	82,61	87,75	92,87	97,98	103,08	108,17	113,25	118,32
45	63,25	68,37	73,48	78,58	83,67	88,74	93,81	98,87	103,92	108,97	114,02	119,06
50	64,23	69,28	74,33	79,37	84,41	89,44	94,47	99,50	104,52	109,54	114,56	119,58
55	64,81	69,82	74,83	79,84	84,85	89,86	94,87	99,87	104,88	109,89	114,89	119,90
60	65,00	70,00	75,00	80,00	85,00	90,00	95,00	100,00	105,00	110,00	115,00	120,00

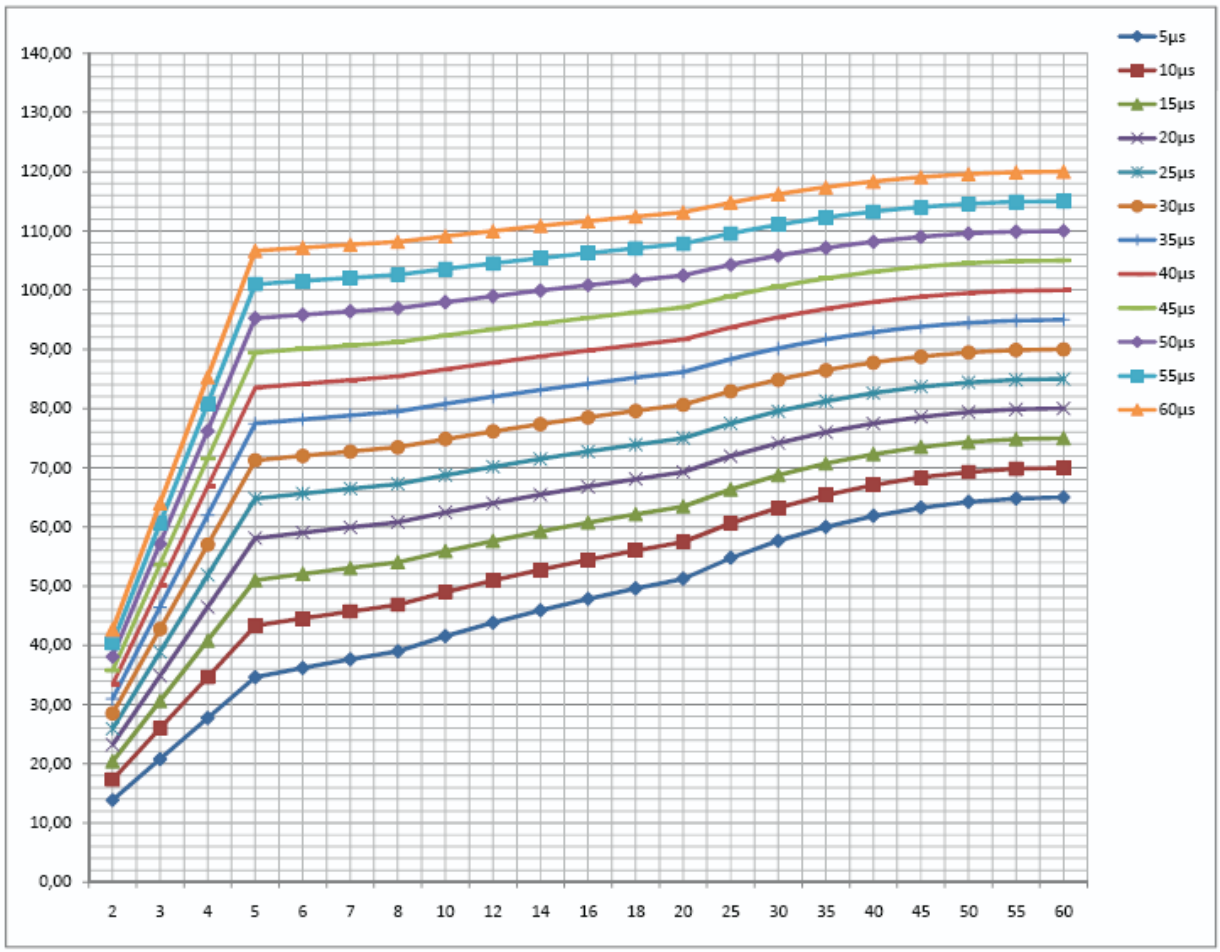


Fig. 6.31d
Fig. 6.31

6.3.2.5. PDA pot fi din cupru, oţel cuprat sau oţel inox. Tija şi vârful au o secţiune conductoare mai mare de 120 mm^2.

6.3.2.6. Vârful unui PDA trebuie să fie cu cel puţin 2 m deasupra zonei pe care o protejează (de exemplu antenele, turnurile de răcire, acoperişurile, rezervoarele etc.).

6.3.2.7. Atunci când IPT conţine mai multe PDA pentru aceeaşi construcţie, acestea se leagă între ele printr-un conductor, cu excepţia situaţiilor în care acesta trebuie să ocolească obstacole (cornişe, aticuri) denivelări pozitive şi negative mai mari de 1,5 m.

6.3.2.8. Dacă trebuie protejate suprafeţe deschise (terenuri de sport, campinguri, piscine etc.), PDA se instalează pe suporţi speciali: stâlpi, catarge, piloni, sau pe altă construcţie învecinată care permite acesteia să acopere întreaga zonă de protejat.

6.3.2.9. Atunci când catargele sunt ancorate cu odgoane, acestea se leagă în punctele de ancorare de jos, la conductoarele de coborâre.

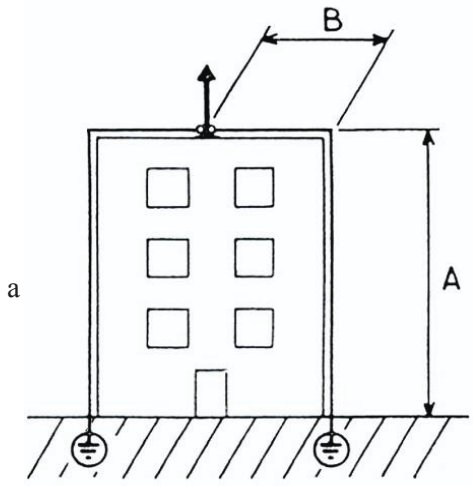
6.3.2.10. La proiectarea unei instalaţii de protecţie la trăsnet, trebuie să se ţină seama de elementele arhitecturale favorabile instalării unui PDA. Acestea sunt de regulă elementele cele mai înalte ale construcţiei.

6.3.3 Conductoarele de coborâre

6.3.3.1. Fiecare PDA este legat la pământ prin cel puţin două coborâri.
Sunt necesare cel puţin patru coborâri în următoarele cazuri:
- dacă proiecţia pe orizontală a conductorului de coborâre este mai mare decât proiecţia pe verticală;
- dacă înălţimea construcţiei este mai mare de 28 m;

Acestea trebuie dispuse pe faţade opuse.

6.3.3.2 Conductoarele de coborâre trebuie să aibă dimensiunile minime din tabelul 6.18.
Este interzisă utilizarea cablurilor coaxiale izolate drept conductoare de coborâre.



Se prevăd patru coborâri când B>A sau A>28m

Fig. 6.32

6.3.3.3 În cazul în care se utilizează un contor de lovituri de trăsnet, acesta trebuie amplasat pe conductorul de coborâre cel mai scurt şi deasupra piesei de separaţie.

6.3.3.4 Dacă se utilizează coborâri naturale, PDA se leagă la partea superioară direct la structura metalică, iar aceasta se leagă la partea inferioară la priza de pământ.
Coborârea naturală trebuie să îndeplinească condiţiile de la scubcap. 6.2.3.

6.3.4. Prize de pământ

6.3.4.1 Fiecare coborâre a PDA trebuie să aibă cel puţin o legătură la o priză de pământ.

6.3.4.2 Prizele de pământ artificiale sunt din:
a) conductoare care se dispun radial-orizontal, de mari dimensiuni (7-8 m lungime) îngropate la cel puţin 50 cm adâncime, dar nu mai puţin de adâncimea de îngheţ a solului;

b) mai mulţi electrozi verticali cu lungimea totală de minimum 6 m dispuşi în linie sau triunghi, distanţaţi între ei la o distanţă cel puţin egală cu lungimea electrozilor legaţi între ei.
Se recomandă forma triunghiulară pentru electrozii verticali.

6.3.5. Reguli particulare

6.3.5.1 În cazul în care în volumul de protejat se află o antenă individuală sau colectivă, catargul antenei trebuie legat prin intermediul unui dispozitiv de protecţie împotriva supratensiunilor sau descărcător, la conductoarele de coborâre ale IPT.

6.3.5.2 Se poate utiliza, ca suport comun pentru PDA şi antenă, un catarg obişnuit în următoarele condiţii:
- catargul este din ţeavă suficient de rezistentă şi nu necesită ancorare prin odgoane;
- PDA se fixează în vârful catargului;
- vârful PDA depăşeşte cu cel puţin 2 m antena cea mai apropiată;
- fixarea conductorului de coborâre se face prin intermediul unui colier de legătură fixat direct pe tijă;
- traseul cablului coaxial al antenei este în interiorul catargului sau într-un tub metalic.

6.3.5.3 Datorită înălţimii mari şi ionizării aerului produsă de fum şi gaze calde, coşurile uzinelor sunt puncte de impact predilecte ale trăsnetului.
La partea superioară a acestora, pe direcţia vântului dominant se instalează PDA, confecţionat din materiale rezistente la coroziune, temperatură ş.a.

6.3.5.4 Pentru coşuri cu înălţimi mai mari de 40 m sunt necesare cel puţin patru coborâri, repartizate uniform, dintre care una pe direcţia vântului dominant. Aceste coborâri se leagă între ele prin centuri în părţile de sus şi jos la baza coşurilor. Fiecare coborâre se leagă la priza de pământ.

6.3.5.4 Toate elementele metalice exterioare şi interioare se leagă la conductoarele de coborâre în locul cel mai apropiat, conform subcap. 6.2.3.

6.3.6. Turle, clopotniţe şi foişoare

6.3.6.1 Turlele, clopotniţele şi foişoarele sunt puncte preferenţiale ale trăsnetului, datorită formelor proeminente.

6.3.6.2 Atunci când construcţia are mai multe proeminenţe, PDA se instalează pe proeminenţa cea mai înaltă. PDA se leagă direct la pământ astfel încât unul din conductoarele de coborâre să se afle pe un traseu care este în lungul acestei proeminenţe.

CAPITOLUL 7
INSTALAŢII ELECTRICE SPECIALE

7.1. Instalaţii electrice în încăperi cu cadă de baie sau duş

7.1.1. Domeniul de aplicare

Prescripţiile particulare ale acestui capitol se aplică instalaţiilor electrice din încăperi cu cadă de baie fixă (cadă de baie) sau duş şi zonelor învecinate, conform recomandărilor sandardului SR HD 60364 – 7 – 701. Prescripţiile se aplică şi cabinelor prefabricate cu cadă de baie sau duş, pentru care se va consulta şi standardul SR EN 60335 – 2 – 105. Prescripţiile nu se aplică pentru încăperi cu cadă de baie sau duş pentru tratament medical şi nici pentru duşurile de urgenţă utilizate în industrie sau laboratoare.

7.1.2. Descrierea volumelor

Pentru aplicarea acestor prescripţii trebuie luate în considerare volumele descrise mai jos.
Pentru cabinele prefabricate cu cadă de baie sau duş, volumele sunt aplicabile în situaţia când cada de baie sau duşul sunt pregătite a fi utilizate.

Volumul 0 este zona din interiorul căzii de baie sau al bazinului duşului (fig. 7.1.1).
Pentru duşuri fără bazin, înălţimea volumului 0 este de 10 cm şi mărimea suprafeţei sale este aceeaşi cu suprafaţa orizontală a volumului 1 (fig. 7.1.2).

Volumul 1 *este limitat de:*

a- nivelul finisat al pardoselii şi plafonul orizontal corespunzător poziţiei celei mai înalte a capului de duş fix sau a dispozitivului de pulverizare a apei sau de planul orizontal situat la 225 cm deasupra nivelului finisat al pardoselii; se va adopta varianta ce corespunde distanţei celei mai mari dintre acestea;
b- suprafaţa verticală:
   - care circumscrie cada de baie sau bazinul duşului (fig. 7.1.1);
   - la o distanţă de120 cm de capul de duş fixat pe un perete sau pe un plafon, pentru duşuri fără bazin (fig. 7.1.2).

Volumul 1 nu trebuie să includă volumul 0.
Volumul situat sub cada de baie sau bazinul duşului se consideră că aparţine volumului 1.

Volumul 2 este limitat de:

a- nivelul finisat al pardoselii şi planul orizontal corespunzător poziţiei celei mai înalte a capului duşului fix sau a dispozitivului de pulverizare a apei sau de planul orizontal situat la 225 cm deasupra nivelului finsat al pardoselii;
b- suprafaţa verticală exterioară la limita volumului 1 şi de suprafaţa verticală paralelă la o distanţă de 60 cm de marginea volumului 1 (fig. 7.1.1).

Pentru duşurile fără bazin, nu există volumul 2, dar este asigurat un volum 1 mărit prin dimensiunea pe orizontală de 120 cm (fig. 7.1.2).
Plafoanele orizontale sau înclinate, pereţii cu sau fără ferestre, uşile, pardoselile şi pereţii fixi pot limita dimensiunile încăperilor cu cadă de baie sau duş, precum şi a volumelor lor. Dacă dimensiunile definite de pereţii fixi sunt mai mici decât dimensiunile volumelor corespunzătoare, de exemplu pereţii despărţitori cu o înălţime mai mică de 225 cm, trebuie să fie luată în considerare distanţa minimă pe verticală şi orizontală (fig. 7.1.1, 7.1.2).
Pentru echipamentele electrice aflate pe pereţi sau pe plafoanele care limitează volumele specificate şi care fac parte din suprafaţa peretelui sau a plafonului, se aplică prescripţiile pentru volumul respectiv.

7.1.3. Protecţia împotriva şocurilor electrice

7.1.3.1. Sunt interzise măsurile care asigură o protecţie de bază (împotriva atingerilor directe) conform subcap. 4.1: obstacole şi amplasarea în afara zonei de accesibilitate la atingere.

De asemenea sunt interzise măsurile tehnice de protecţie în caz de defect (atingerilor indirecte) conform subcap. 4.1: amplasamente care nu sunt conductoare şi protecţie prin legătură echipotenţială

locală care nu este legată la pământ.

7.1.3.2. Protecţia prin separare electrică trebuie să fie utilizată numai pentru circuite care alimentează un singur receptor sau o singură priză de curent.

7.1.3.3. Protecţia împotriva şocurilor electrice poate fi realizată prin utilizarea tensiunilor foarte joase (TFJS şi TFJP).
Unde se foloseşte TFJS şi TFJP, protecţia de bază (împotriva atingerii directe) în volumele 0, 1 şi 2 trebuie să fie asigurată pentru toate echipamentele electrice prin:
- bariere sau carcase care asigură un grad de protecţie cel puţin IP XX B sau IP 2X, sau prin
- izolaţia capabilă să reziste la tensiunea de încercare de 500 V c.a. valoare efectivă, timp de 1 min.

7.1.3.4. Protecţia suplimentară se va asigura prin utilizarea de dispozitive de protecţie la curent diferenţial rezidual (DDR) şi prin utilizarea legăturilor echipotenţiale suplimentare.

7.1.3.5. În încăperile cu cadă de baie sau duş trebuie să se asigure protecţia tuturor circuitelor cu unul sau mai multe dispozitive de protecţie la curent diferenţial rezidual (DDR) cu un curent nominal care să nu depăşească 30 mA.
Utilizarea unui astfel de dispozitiv DDR nu este necesară pentru circuitele:
- care folosesc ca măsură de protecţie "separarea electrică", dacă orice circuit alimentează un singur receptor;
- care folosesc ca măsură de protecţie "tensiunea foarte joasă TFJS şi TFJP".

7.1.3.6. Legătura echipotenţială suplimentară poate fi montată în exteriorul sau în interiorul încăperii cu cadă de baie sau duş, de preferat în apropierea punctului de intrare al elementelor conductoare exterioare accesibile în aceste încăperi.
Secţiunea conductoarelor acestei legături echipotenţiale locale trebuie să fie conform subcap. 5.5.
Exemple de posibile elemente conductoare exterioare:
- părţile metalice ale sistemelor de alimentare cu apă şi ale sistemelor de ape uzate;
- părţile metalice ale sistemelor de încălzire şi ale sistemelor de condiţionare a aerului;
- părţile metalice ale sistemelor de alimentare cu gaz;
- elementele metalice accesibile ale structurii.

Conductele din metal cu manta din plastic nu este necesar să fie conectate la legătura echipotenţială locală suplimentară, cu condiţia să nu fie accesibile în încăpere, chiar dacă acestea sunt conectate la elemente conductoare accesibile nelegate la pământ.
În cazurile în care o clădire nu are o legătură echipotenţială principală, următoarele elemente conductoare exterioare care intră într-o încăpere cu cadă de baie sau duş trebuie să facă parte dintr-o legătură echipotenţială suplimentară:
- părţi metalice ale sistemelor de alimentare cu apă potabilă şi ale sistemelor de ape uzate;
- părţi metalice ale sistemelor de încălzire şi ale sistemelor de condiţionare a aerului;
- părţi metalice ale sistemelor de alimentare cu gaz.

7.1.4. Alegerea şi montarea echipamentului electric
7.1.4.1. Echipamentul electric specificat la subcap. 7.1.4.3. şi 7.1.4.4. trebuie să aibă cel puţin următoarele grade de protecţie:
- în volumul 0 : IPX7
- în volumul 1 : IPX4
- în volumul 2 : IPX4

Această prevedere nu se aplică prizelor pentru aparatele de ras conform recomandărilor din SR EN 61558 – 2 – 5, instalate în volumul 2 şi unde stropirea directă de la duşuri este puţin probabilă.
Echipamentul electric supus jeturilor de apă (ex. la băile publice, în scop de curăţat), trebuie să aibă un grad de protecţie de cel puţin IPX 5.

7.1.4.2. Sisteme de pozare

a. Sistemele de pozare care alimentează echipamentul electric din volumele 0, 1 sau 2 şi sunt montate pe pereţii care limitează aceste volume trebuie să fie montate fie pe perete, fie înglobate în perete la o adâncime de minim 5 cm.

Sistemele de pozare care alimentează receptoare utilizate în volumul 1 trebuie să fie montate:

- fie pe un traseu vertical pe deasupra, fie pe un traseu pe orizontală prin perete, prin spatele aparatului, când echipamentul este fixat pe perete deasupra căzii de baie (de ex. aparatele pentru încălzirea apei);
- fie pe verticală pornind de la sol sau pe orizontală prin peretele adiacent, când echipamentul este amplasat în spaţiul de sub cada de baie.

b. Toate sistemele de pozare pentru celelalte circuite înglobate, inclusiv accesoriile lor, aflate în pereţi sau în pereţii despărţitori care limitează un volum 0, 1 sau 2 trebuie să fie montate la cel puţin 5 cm adâncime (în suprafaţa peretelui care limitează volumul).

c. Dacă "a sau b" nu sunt îndeplinite, sistemele de pozare pot fi montate dacă:
   - protecţia în caz de defect (la atingere indirectă) se realizează prin una dintre măsurile de protecţie TFJS sau TFJP, fie prin separarea electrică sau protecţie suplimentară prin echipare cu DDR cu un curent diferenţial rezidual care nu depăşeşete 30 mA; astfel de circuite trebuie să conţină un conductor de protecţie, sau
   - cablurile sau conductoarele care au încorporat un înveliş metalic legat la pământ conform prescripţiilor pentru conductor de protecţie al circuitului respectiv, sau cablurile sau conductorele sunt în jgheaburi de cabluri sau tuburi legate la pământ care corespund prescripţiilor pentru conductor de protecţie, sau este utilizată o izolaţie concentrică, sau
   - cablurile sau conductoarele echipate cu o protecţie mecanică, de ex. tub metalic, care să prevină penetrarea cablului de cuie, şuruburi, burghie şi similar.

7.1.4.3. Montarea aparatelor de comutaţie, de comandă şi a accesoriilor

Aparatele de comutaţie, de comandă şi accesoriile pot fi instalate astfel:

- **în volumul 0** : nici unul;
- **în volumul 1** : doze şi dispozitive de fixare pentru alimentarea receptoarelor, permise în volumele 0 şi 1, conform art. 7.1.5;
- accesorii ale circuitelor protejate prin TFJS sau TFJP cu o tensiune nominală care nu depăşeşte 25 V tensiune alternativă sau 60 V tensiune continuă, inclusiv prizele de curent; sursa de alimentare trebuie instalată în afara volumelor 0 şi 1;
- **în volumul 2** : accesorii, altele decât prizele de curent;
- accesorii ale circuitelor TFJS sau TFJP, inclusiv prizele de curent; sursa de alimentare trebuie instalată în afara volumelor 0 şi 1;
- alimentare pentru aparatele de ras conform recomandărilor SR EN 61558 – 2 – 5;
- accesorii, inclusiv prizele de curent pentru echipamentul de semnalizare şi de comunicaţie, dacă acest echipament este TFJS sau TFJP.

Pentru montarea aparatelor de comutaţie, de comandă şi a accesoriilor, se aplică prevederile art. 7.1.4.2 b.

7.1.5. Receptoare electrice

În volumul 0, receptoarele nu pot fi instalate decât dacă:

- sunt în conformitate cu standardul corespunzător şi sunt indicate pentru utilizare în acest volum prin instrucţiunile de utilizare şi de montare ale fabricantului;
- sunt fixe şi conectate în mod permanent şi
- sunt pentru TFJS sau TFJP cu o tensiune nominală care nu depăşeşte 12 V tensiune alternativă sau 30 V tensiune continuă.

În volumul 1, trebuie instalate numai receptoare fixe şi conectate permanent. Echipamentul trebuie să fie indicat pentru instalare în volumul 1 potrivit instrucţiunilor de utilizare şi de montare ale fabricantului.

Astfel de receptoare electrice sunt:
- căzile de baie cu jeturi;
- pompele pentru duşuri;
- echipamente TFJS sau TFJP cu o tensiune nominală care nu depăşeşte 25 V tensiune alternativă. sau 60 V tensiune continuă;
- echipament de ventilaţie;
- stative de uscat prosoape;
- aparate de încălzire a apei;
- corpuri de iluminat.

7.1.6. Sisteme de încălzire electrică a pardoselii

Pentru sistemele de încălzire electrică a pardoselii se vor utiliza numai cabluri de încălzire sau filme de încălzire flexibile, care să corespundă standardelor de produs. Acestea pot fi montate numai dacă au o manta metalică sau o carcasă metalică sau o grilă metalică cu ochiuri fine care să fie conectate la conductorul de protecţie al circuitului de alimentare, cu excepţia cazului în care sistemul de încălzire al pardoselii este alimentat cu TFJS.
Pentru sistemele de încălzire electrică ale pardoselii este interzisă măsura de protecţie prin "separare electrică".

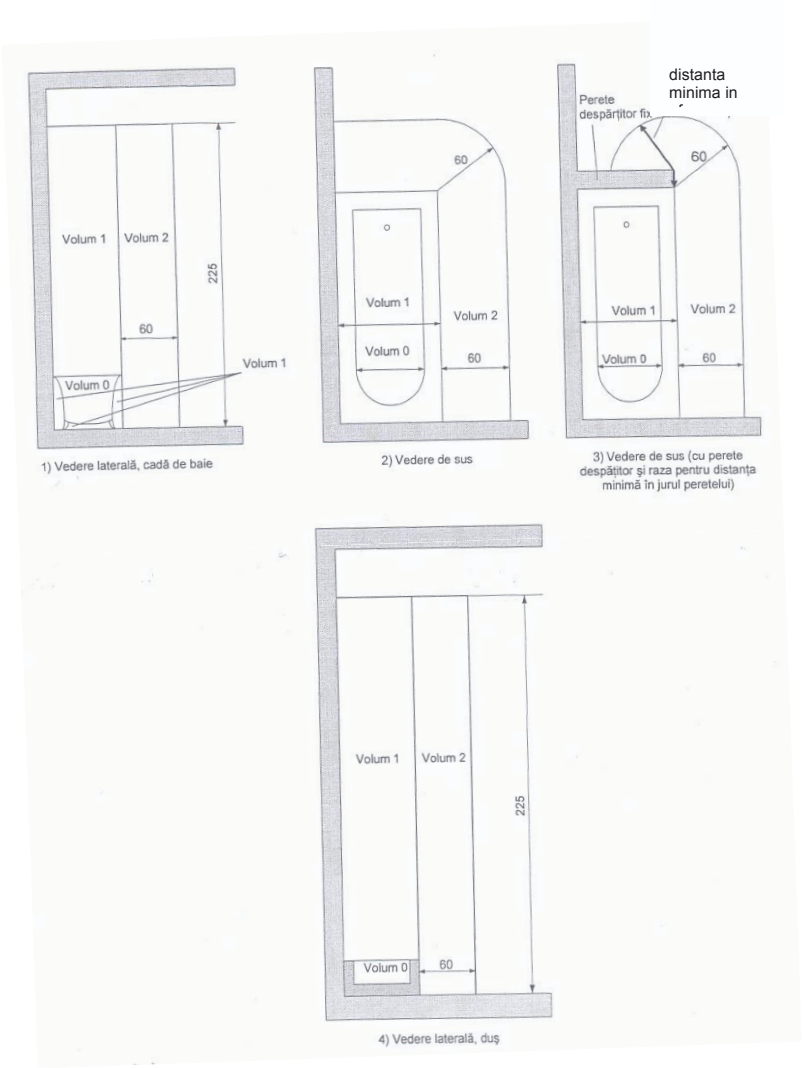


Fig. 7.1.1. Dimensiunile volumelor în incinte cu cadă de baie sau duş cu bazin

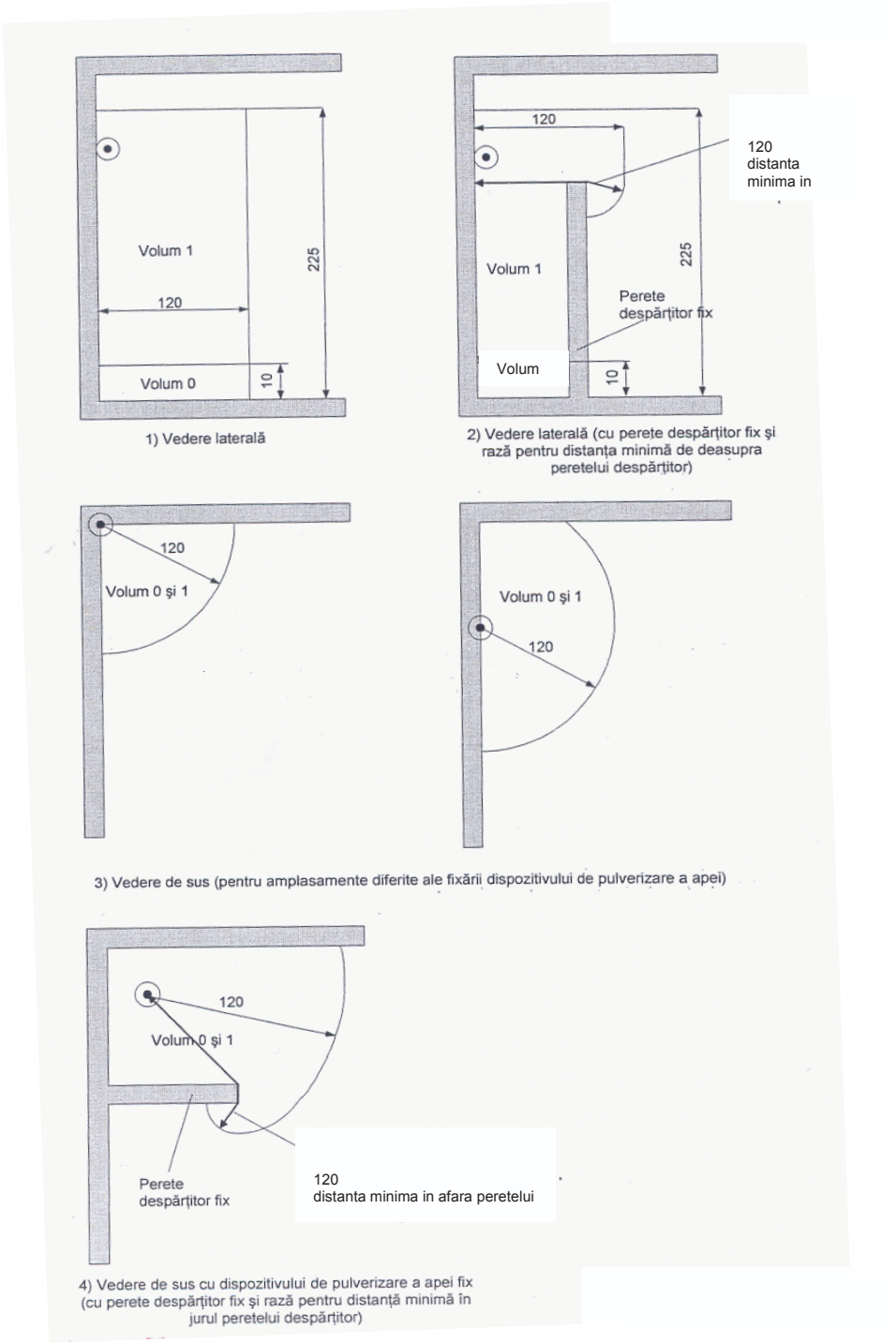


Fig. 7.1.2. Dimensiunile volumelor 0 şi 1 în încăperi cu duş fără bazin
Toate dimensiunile sunt în cm

7.2. Instalaţii electrice pentru piscine şi alte bazine

7.2.1. Domeniul de aplicare

Prevederile particulare din acest capitol se aplică instalaţiilor electrice ale bazinelor piscinelor, bazinelor fântânilor şi bazinelor de igienizare şi volumelor înconjurătoare acestor bazine şi sunt întocmite conform recomandărilor din SR HD 384.7.702.S2. Aceste prevederi nu se aplică piscinelor cuprinse în standardul de produs şi piscinelor utilizate în scopuri medicale.

Bazinul unei fântâni este conceput a nu fi ocupat de persoane şi nu poate fi accesibil acestora decât prin utilizarea unei scări sau a unor mijloace similare.

7.2.2. Clasificarea influenţelor externe. Descrierea volumelor.
Pentru aplicarea prezentelor prevederi trebuie luate în considerare 3 volume descrise mai jos şi prezentate ca exemple în fig. 7.2.1, 7.2.2; 7.2.3 şi 7.2.4.

Volumul 0 conţine interiorul bazinului şi include deschiderile din pereţi şi planşee, bazinele pentru curăţarea picioarelor şi jeturile sau căderile de apă de pe pereţi şi spaţiul de sub acesta.

Volumul 1 este limitat de:
- volumul 0;
- un plan vertical la 2 m de la marginea bazinului;
- planul orizontal situat la 2,5 m deasupra pardoselii sau suprafeţei care poate fi ocupată de persoane.

Când piscina conţine platforme pentru sărituri, trambuline, bloc-startere, tobogane sau alte elemente structurale ce pot fi ocupate de persoane, volumul 1 cuprinde şi volumul limitat de:
- un plan vertical situat la 1,5 m de platformele pentru sărituri, trambuline, bloc-startere, tobogane sau alte componente cum ar fi sculpturi accesibile sau bazine decorative;
- un plan orizontal situat la 2,5 m deasupra celei mai înalte suprafeţe ce poate fi ocupată de persoane.

Volumul 2 este limitat de:
- un plan vertical exterior volumului 1 şi un plan paralel situat la 1,5 m faţă de primul;
- planşeul sau suprafaţa ce poate fi ocupată de persoane;
- planul orizontal situat la 2,5 m deasupra pardoselii sau suprafeţei care poate fi ocupată de persoane.

Pentru fântâni şi piscine mici nu există volumul 2.
Volumele 1 şi 2 pot fi limitate prin pereţi fixi despărţitori cu o înălţime minimă de 2,5 m.

7.2.3. Protecţia împotriva şocurilor electrice

7.2.3.1 Sunt interzise măsurile de protecţie de bază (împotriva atingerii directe) realizate prin obstacole şi prin amplasarea în afara zonei de accesibilitate la atingere.
De asemenea, sunt interzise măsurile de protecţie la defect (împotriva atingerilor indirecte) prin amplasarea în mediu neconductor şi prin legături echipotenţiale locale nelegate la pământ.

7.2.3.2. Protecţia împotriva şocurilor electrice poate fi realizată prin utilizarea tensiunilor foarte joase (TFJS şi TFJP).
Unde se foloseşte tensiunea foarte joasă de securitate TFJS, indiferent de tensiunea nominală, protecţia de bază (împotriva atingerilor directe) trebuie asigurată prin:
- bariere sau carcase care prezintă un grad de protecţie de cel puţin IP XX B conform SR EN 60529 sau
- izolaţia care poate suporta o tensiune alternativă de încercare de 500 V în valoare efectivă, timp de 1 minut.

7.2.3.3. Protecţia în caz de defect (împotriva atingerii indirecte) se va realiza prin legături echipotenţiale suplimentare.
Toate părţile conductoare din volumele 0, 1 şi 2 trebuie legate între ele prin conductoare de echipotenţializare şi apoi la conductorul de protecţie al maselor echipamentelor amplasate în aceste volume.
Legătura la conductorul de protecţie poate fi realizată în imediata apropiere a amplasamentului, de ex. într-un tablou de distribuţie.

7.2.3.4. Măsuri de protecţie împotriva şocurilor electrice specifice fiecărui volum.

7.2.3.4.1. Volumele 0 şi 1

Cu excepţia fântânilor menţionate la 7.2.3.4.2 şi cu excepţiile menţionate la 7.2.4.3, în volumele 0 şi 1 este admisă numai protecţia prin utilizarea tensiunii foarte joasă (TFJS), tensiunea nominală nedepăşind 12 V tensiune alternativă. sau 30 V tensiune continuă, sursa de TFJS fiind instalată în afara volumelor 0, 1 şi 2.

Echipamentele destinate funcţionării în interiorul bazinelor (volum 0), numai în lipsa persoanelor, trebuie să asigure protecţia la şoc electric prin una din următoarele metode :

- utilizarea TFJS; sursa de TFJS fiind instalată în afara volumelor 0, 1 şi 2. Sursa de TFJS poate fi amplasată în volumul 2, dacă circuitul său de alimentare este protejat printr-un dispozitiv de protecţie la curent diferenţial rezidual (DDR) cu un curent diferenţial rezidual nominal $I_{\Delta n}$ care nu depăşeşte 30 mA;
- întreruperea automată a alimentării utilizând un DDR cu un curent diferenţial rezidual nominal $I_{\Delta n}$ de cel mult 30 mA;
- separarea electrică; sursa de separare electrică alimentând un singur echipament electric şi fiind amplasată în exteriorul volumelor 0, 1 şi 2. Sursa de separare electrică poate fi amplasată în volumul 2 dacă circuitul său de alimentare este protejat printr-un DDR cu un curent diferenţial rezidual nominal $I_{\Delta n}$ de cel mult 30 mA.

Prizele de curent ale circuitelor de alimentare ale acestor echipamente şi dispozitivul lor de comandă trebuie prevăzute cu o plăcuţă de avertizare care să prevină utilizatorul că aceste echipamente pot fi utilizate numai dacă în piscină nu se află persoane.

7.2.3.4.2. Volumele 0 şi 1 pentru fântâni.

În volumele 0 şi 1 pentru fântâni trebuie luată una sau mai multe măsuri de protecţie:

- utilizarea TFJS; sursa de TFJS fiind instalată în afara volumelor 0 şi 1;
- întreruperea automată a alimentării utilizând un DDR cu un curent diferenţial rezidual nominal $I_{\Delta n}$ care nu depăşeşte 30 mA;
- separarea electrică; sursa de separare electrică alimentând numai un singur echipament electric şi fiind amplasată în afara volumelor 0 şi 1.

7.2.3.4.3. Volumul 2

Trebuie folosite una sau mai multe din următoarele măsuri de protecţie:

- utilizarea TFJS; sursa de TFJS fiind instalată în afara volumelor 0, 1 şi 2. Sursa de TFJS poate fi amplasată în volumul 2, dacă circuitul său de alimentare este protejat printr-un DDR cu un curent diferenţial rezidual $I_{\Delta n}$ care nu depăşeşte 30 mA;
- întreruperea automată a alimentării utilizând un DDR cu un curent diferenţial rezidual nominal $I_{\Delta n}$ care nu depăşeşte 30 mA;
- separarea electrică; sursa de separare alimentând un singur echipament electric şi fiind amplasată în exteriorul volumelor 0, 1 şi 2. Sursa de separare electrică poate fi amplasată în volumul 2, dacă circuitul său de alimentare este protejat printr-un dispozitiv DDR cu un curent diferenţial rezidual nominal $I_{\Delta n}$ de cel mult 30 mA.

7.2.4. Alegerea şi montarea echipamentelor electrice

7.2.4.1. Influenţe externe

Echipamentele electrice trebuie să aibă cel puţin următoarele grade de protecţie conform SR EN 60529:

- volumul 0 : IP X 8;
- volumul 1 : IP X 4;
  IP X 5, acolo unde se folosesc jeturi de apă pentru curăţare;
- volumul 2 : IP X 2, pentru amplasament în interiorul clădirilor;
  IP X 4, pentru amplasament în exteriorul clădirilor;
  IP X 5, acolo unde jeturile de apă se folosesc pentru curăţare

7.2.4.2. Sisteme de pozare

Regulile se aplică la sisteme de pozare aparentă şi sisteme de pozare îngropate în pereţi, tavane sau în planşee la o adâncime de cel mult 5 cm.

În volumele 0, 1şi 2 toate mantalele metalice sau capacele metalice ale sistemelor de pozare trebuie conectate la legătura echipotenţială suplimentară. De preferinţă, cablurile se vor monta în tuburi de protecţie din material electroizolant.

În volumele 0 şi 1 sistemele de pozare trebuie limitate numai la cele necesare alimentării echipamentelor în aceste volume.

Pentru fântâni trebuie satisfăcute următoarele condiţii suplimentare:

a. cablurile pentru echipamentul electric din volumul 0 trebuie instalate cât mai departe de marginea bazinului şi trebuie fixate pe cel mai scurt traseu posibil către echipamentul electric din volumul 0.
b. în volumul 1, cablurile trebuie prevăzute cu o protecţie mecanică corespunzătoare.

Cablurile trebuie să corespundă SR HD 22.16, dar trebuie utilizate dacă producătorul declară că acestea corespund unei imersări permanente.

Este interzisă montarea dozelor în volumele 0 şi 1; în cazul circuitelor TFJS dozele pot fi montate în volumul 1.

7.2.4.3. Aparataj (de comutaţie şi comandă)

În volumele 0 şi 1 nu este permisă instalarea niciunui aparat, inclusiv prize de curent.

În volumul 2 este permisă instalarea prizelor de curent electric şi întrerupătoarelor numai dacă se adoptă una din următoarele măsuri:

- utilizarea TFJS; sursa de TFJS fiind instalată în afara volumelor 0, 1 şi 2; sursa de TFJS poate fi amplasată în volumul 2, dacă circuitul său de alimentare este protejat printr-un DDR cu un curent diferenţial rezidual nominal $I_{\Delta n}$ care nu depăşeşte 30 mA;
- întreruperea automată a alimentării utilizând un DDR cu un curent diferenţial rezidual nominal $I_{\Delta n}$ care nu depăşeşte 30 mA;
- separarea electrică; sursa de separare alimentând un singur receptor electric şi fiind amplasată în exteriorul volumelor 0, 1 şi 2. Sursa de separare electrică poate fi amplasată în volumul 2, dacă circuitul său de alimentare este protejat printr-un DDR cu un curent diferenţial rezidual nominal $I_{\Delta n}$ care nu depăşeşte 30 mA.

Pentru piscine mici, care nu au volumul 2, unde nu este posibil să se amplaseze prize de curent şi întreruptoare în afara volumului 1, este permisă amplasarea în volumul 1 a prizelor de curent şi întreruptoarelor, de preferat nemetalice, dacă acestea sunt amplasate în afara zonelor de accesibilitate (125 cm) de la limita volumului 0 şi la cel puţin 0,3 m deasupra planşeului şi trebuie să se adopte una din următoarele măsuri:

- utilizarea TFJS cu o tensiune nominală de max. 25 V tensiune alternativă sau 60 V tensiune continuă, sursa de TFJS fiind instalată în afara volumelor 0 şi 1; sau
- întreruperea automată a alimentării, utilizând un DDR cu un curent diferenţial rezidual nominal $I_{\Delta n}$ de max. 30 mA;
- separarea electrică individuală, sursa de separare electrică fiind amplasată în exteriorul volumelor 0 şi 1.

7.2.4.4. Alte echipamente

7.2.4.4.1 Echipamente electrice specifice piscinelor

În volumele 0 şi 1 pot fi instalate numai echipamente electrice fixe special concepute pentru a fi utilizate în piscine, ţinând seama de prevederile de la 7.2.4.4.2 şi 7.2.4.4.4.

Aparatele destinate a funcţiona numai când persoanele se găsesc în afara volumului 0, pot funcţiona în toate volumele dacă sunt alimentate prin circuite protejate conform 7.2.3.4.

Elementele de încălzire electrică îngropate în pardoseală pot fi instalate numai dacă:

- sunt utilizate TFJS; sursa de TFJS fiind instalată în afara volumelor 0, 1 şi 2. Sursa de TFJS poate fi amplasată în volumul 2 dacă circuitul său de alimentare este protejat printr-un DDR cu un curent diferenţial rezidual nominal care nu depăşeşte 30 mA sau

- sunt acoperite cu un grilaj metalic îngropat sau să aibă un înveliş metalic legat la pământ şi la legătura echipotenţială suplimentară menţionată la pct. 7.2.3.3, respectând condiţia ca circuitele lor de alimentare să fie protejate, în plus, printr-un DDR cu un curent diferenţial rezidual nominal care să nu depăşească 30 mA.

7.2.4.4.2. Corpuri de iluminat subacvatice pentru piscine
Corpurile de iluminat amplasate în apă sau în contact cu apa trebuie să fie montate şi executate conform cu SR EN 60598-2-18.
Corpurile de iluminat subacvatice amplasate în spatele unor hublouri etanşe şi alimentate prin partea din spate trebuie să fie conforme cu secţiunea respectivă din SR EN 60598 şi trebuie să fie instalate încât să nu se producă niciun contact (intenţionat sau nu), între părţile conductoare expuse ale corpului de iluminat subacvatic şi orice parte conductoare a hubloului.

7.2.4.4.3. Echipamente electrice specifice fântânilor
Echipamentul electric din volumele 0 şi 1 trebuie protejat mecanic, de exemplu, prin utilizarea sticlei armate sau utilizarea unui grilaj care să nu poată fi îndepărtat decât cu ajutorul unei scule.
Corpurile de iluminat din volumele 0 şi 1 trebuie să fie montate şi construite în conformitate cu recomandările din SR EN 60598-2-18.
Pompele electrice trebuie să corespundă prescripţiilor din SR EN 60335-2-41.
Dacă se aplică drept măsură de protecţie întreruperea automată a alimentării, atunci trebuie utilizat numai echipament de clasa I de izolaţie.

7.2.4.4.4. Prevederi speciale pentru instalarea echipamentelor electrice în volumul 1 al piscinelor şi altor bazine.
Echipamentele fixe concepute a fi utilizate în piscine şi în alte bazine (de ex. grupuri de filtrare, dispozitive pentru producerea unor jeturi sau curenţi de apă) alimentate la joasă tensiune, alta decât TFJS cu o tensiune alternativă nominală de max. 12 V sau continuă de 30 V sunt permise în volumul 1, cu condiţia respectării următoarelor prescripţii:

a. echipamentul trebuie amplasat într-o carcasă (furnizată de producător) care să asigure cel puţin o clasă de izolaţie II sau echivalentă şi să asigure o protecţie de securitate medie împotriva şocurilor mecanice;
b. echipamentul trebuie să fie accesibil numai prin intermediul unei trape (sau a unei uşi) cu ajutorul unei chei sau unei scule. Deschiderea trapei (uşii) trebuie să deconecteze toate conductoarele sub tensiune.

Cablul de alimentare şi întreruptorul principal trebuie astfel instalate încât să asigure o izolaţie de clasă II sau echivalentă;

c. circuitul de alimentare trebuie să respecte una din următoarele măsuri:
   - utilizarea TFJS cu o tensiune alternativa nominală de max. 25 V sau continuă de 60 V; sursa de TFJS fiind instalată în afara volumelor 0, 1 şi 2;
   - DDR cu un curent diferenţial rezidual nominal $I_{\Delta n}$ care nu depăşeşte 30 mA;
   - separare electrică; sursa de separare alimentând un singur echipament electric şi fiind amplasată în exteriorul volumelor 0, 1 şi 2.

Pentru **piscine mici**, amplasarea corpurilor de iluminat în volumul 1 este permisă dacă acestea sunt amplasate în afara zonei de accesibilitate la atingerea (1,25 m) şi sunt prevăzute una din următoarele metode:

- utilizarea TFJS; sursa de TFJS fiind instalată în afara volumelor 0 şi 1;
- DDR cu un curent diferenţial rezidual nominal care nu depăşeşte 30 mA;
- separare electrică; sursa de separare electrică fiind amplasată în exteriorul volumelor 0 şi 1.

În plus, corpurile de iluminat trebuie să aibă o carcasă care să asigure o clasă de izolaţie II sau echivalentă şi să asigure o protecţie de severitate medie la şocuri mecanice.

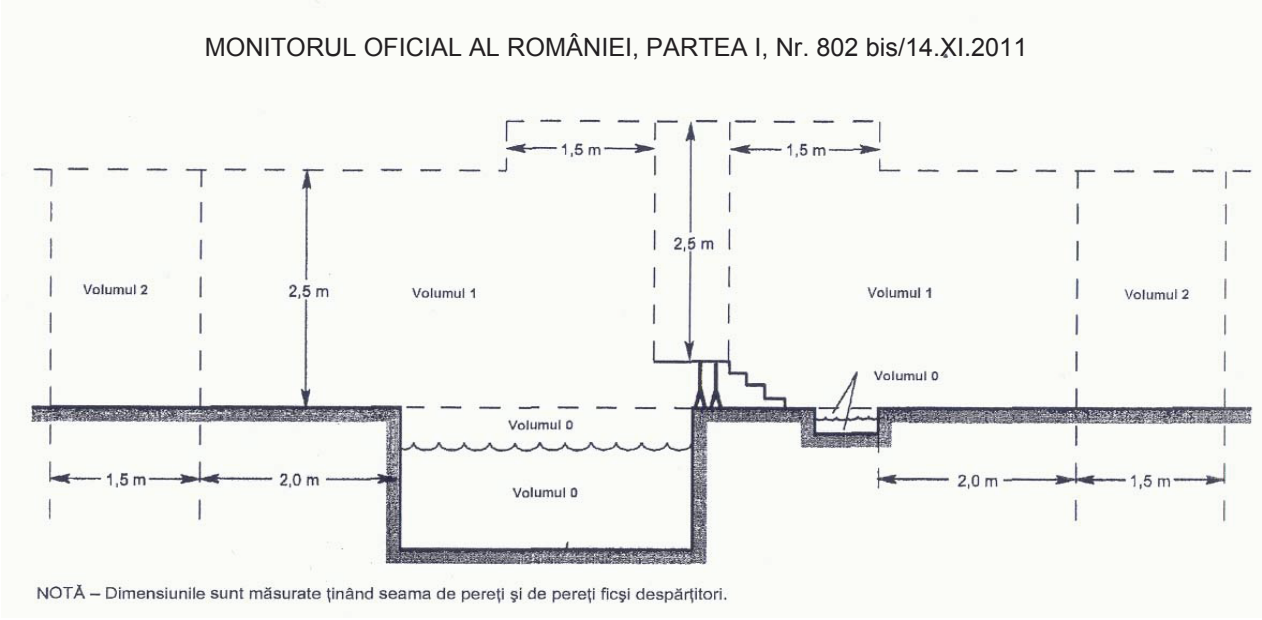


Fig. 7.2.1. Dimensiunile volumelor petru bazinele piscinelor şi bazinelor de igienizare

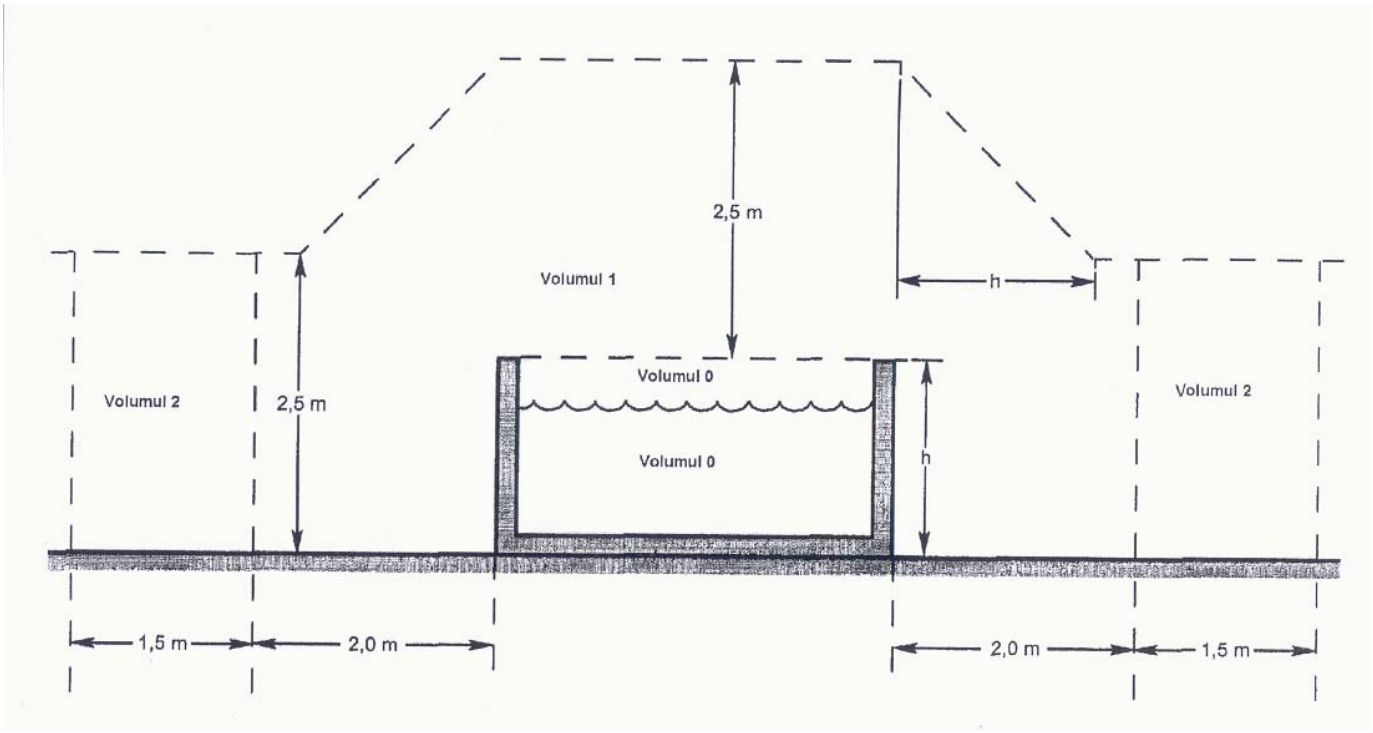


Fig. 7.2.2. Dimensiunile volumelor pentru bazinele situate deasupra solului

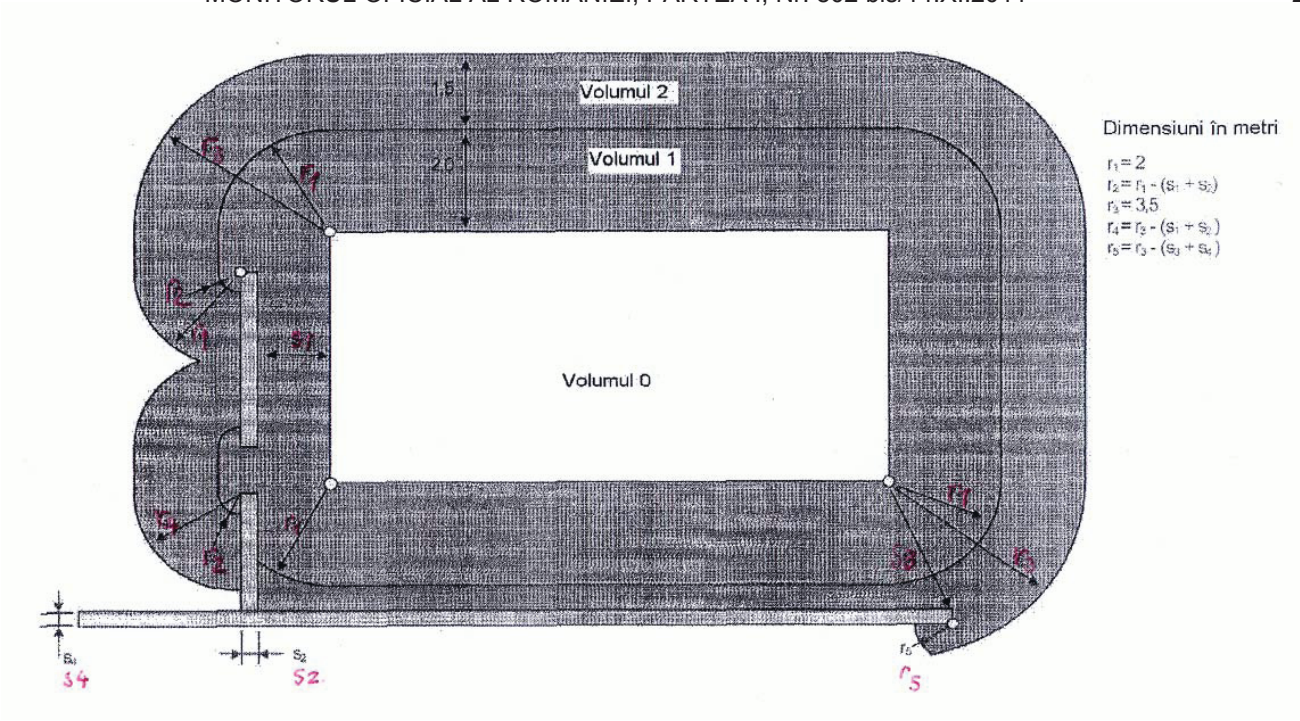


Fig. 7.2.3. Exemple de dimensiuni ale volumelor (în plan) cu pereţi fixi despărţitori cu o înălţime de cel puţin 2,5 m

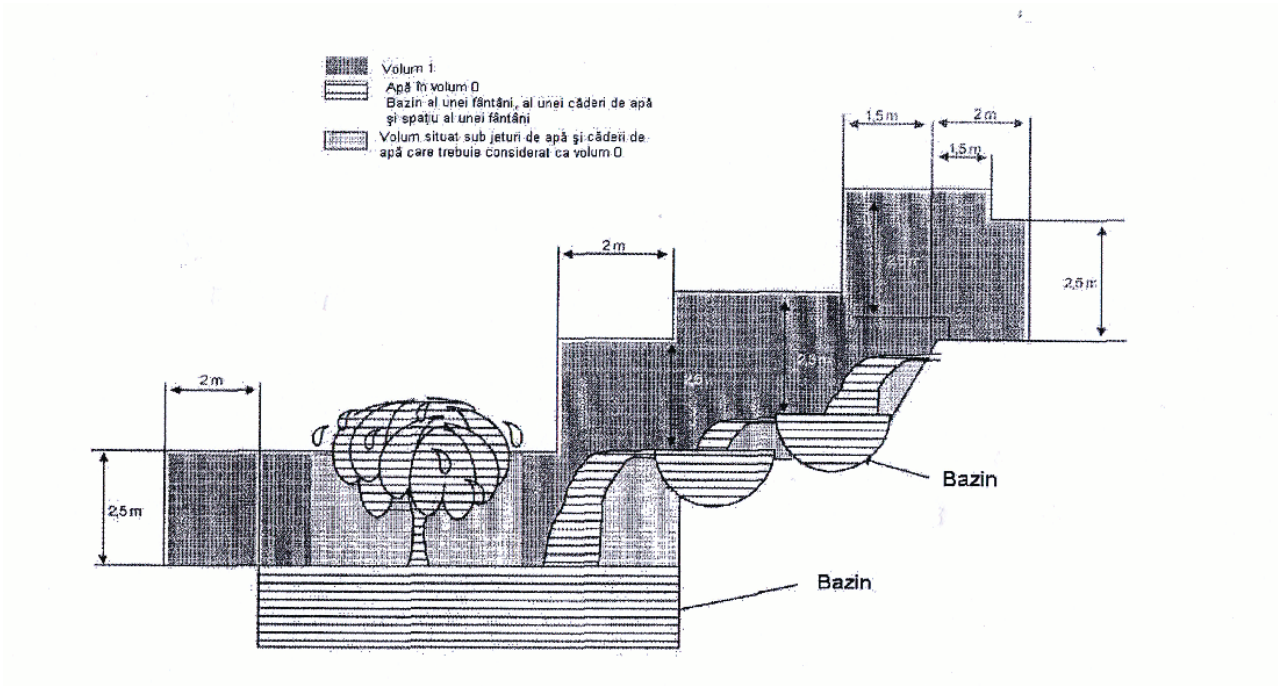


Fig. 7.2.4. Exemple de determinare a volumelor unei fântâni

7.3. Instalaţii electrice pentru încăperi şi cabine prevăzute cu încălzitoare pentru saune

7.3.1. Prevederile speciale ale acestui capitol se aplică cabinelor de saună instalate pe un loc fix şi încăperilor unde este instalat încălzitorul pentru saună sau elementele acestuia, caz în care întreaga încăpere este considerată saună.

Prevederile acestui subcapitol respectă recomandările din SR HD 60364 – 7 – 703.

Prevederile nu se aplică cabinelor de saună prefabricate.

7.3.2. În cadrul acestor încăperi şi cabine se definesc următoarele volume, conform fig. 7.3.1. :

Volumul 1: volumul care conţine încălzitorul saunei, limitat de pardoseală, de partea rece a izolaţiei termice a tavanului şi de o suprafaţă a cărei generatoare este o verticală în jurul încălzitorului la o distanţă de 0,5 m de suprafaţa acestuia. Dacă încălzitorul este la mai puţin de 0,5 m de un perete, volumul 1 este limitat de partea rece a izolaţiei termice a acestui perete.

Volumul 2: volumul exterior volumului 1, limitat de pardoseală, partea rece a izolaţiei termice a pereţilor şi de un plan orizontal situat la 1,0 m deasupra pardoselii.

Volumul 3: volumul exterior volumului 1, limitat de partea rece a izolaţiei termice a plafonului şi a pereţilor şi de o suprafaţă orizontală situată la 1,0 m deasupra pardoselii.

7.3.3. Protecţia de bază (împotriva atingerilor directe) trebuie realizată prin următoarele măsuri:
- bariere sau carcase care asigură un grad de protecţie de cel puţin IP XXB sau IP2X, sau
- printr-o izolaţie care poate suporta o încercare dielectrică la 500 V tensiune alternativă valoare efectivă, timp de 1 minut.

7.3.4. Nu sunt admise măsurile pentru protecţia de bază (împotriva atingerilor directe) prin obstacole şi prin amplasarea în afara zonei de accesibilitate la atingere.

7.3.5. Nu sunt admise măsurile tehnice de protecţie la defect (împotriva atingerilor indirecte) prin amplasamente neconductoare şi prin legături echipotenţiale suplimentare nelegate la pământ.

7.3.6. Pentru toate circuitele saunei cu excepţia celui de încălzire al saunei trebuie realizată o protecţie suplimentară prin utilizarea unuia sau mai multor dispozitive de protecţie de curent diferenţial rezidual cu curent nominal care nu depăşeşte 30 mA.

Alegerea şi instalarea echipamentelor
7.3.7. Echipamentul electric trebuie să prezinte cel puţin gradul de protecţie IP 24.
Dacă se prevede curăţirea cu jet de apă, echipamentul trebuie să prezinte cel puţin gradul de protecţie IP 55.

7.3.8. În volumul 1, trebuie instalat numai echipamentul pentru încălzirea saunei.
În volumul 3 echipamentele trebuie să suporte o temperatură de 125°C, iar sistemele de pozare trebuie să fie rezistente la o temperatură de 170°C.

7.3.9. Este recomandabil ca sistemele de pozare să fie instalate în afara volumelor, de exemplu pe peretele rece al izolaţiei termice. Dacă sistemele de pozare sunt instalate în volumele 1 sau 3, de exemplu pe suprafaţa caldă a izolaţiei termice, ele trebuie să fie rezistente la o temperatură de 170°C.

7.3.10. Aparatajul de comandă care face parte din încălzitorul saunei sau alte echipamente fixe instalate în volumul 2 pot fi amplasate în saună sau în cabină conform instrucţiunilor producătorului.
Alte echipamente de comandă (de exemplu pentru lumină) trebuie instalate în afara saunei sau a cabinelor.
Este interzisă montarea prizelor de curent în zona care conţine încălzitorul pentru saună.

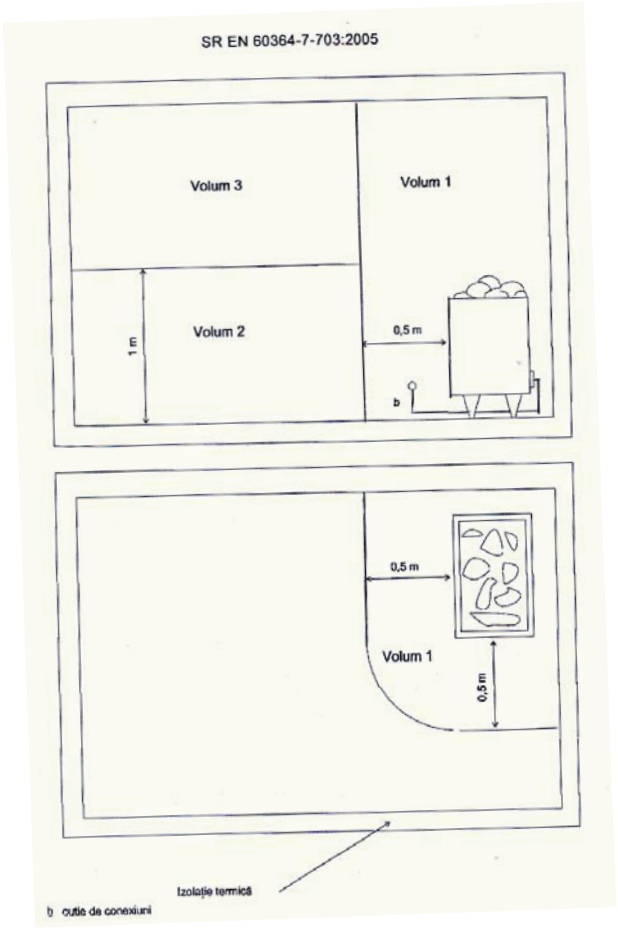


Fig. 7.3.1. Volumele încăperii sau cabinei cu încălzitoare pentru saune

7.4. Instalaţii electrice pentru şantiere de construcţii şi de demolare

7.4.1. Prescripţiile particulare pentru instalaţiile electrice ce se prevăd pentru şantierele de construcţii şi de demolare respectă recomandările prevăzute în SR HD 60364-7-704 şi SR CEI 61200-704.

7.4.2. Prevederile specifice din prezentul capitol completează dispoziţiile generale şi se aplică instalaţiilor electrice temporare pentru şantiere de construcţii şi de demolare pe perioada activităţilor de construcţie şi de demolare, incluzând (de exemplu):

- lucrări de construcţie pentru clădiri noi;
- reparare, modificare, extindere sau demolare a clădirilor existente sau părţi ale clădirilor existente;
- lucrări de inginerie (reglări, parametrizări);
- lucrări de terasamente.

Dispoziţiile nu se aplică instalaţiilor din amplasamentele administrative ale şantierelor (birouri, vestiare, cantine, dormitoare etc) unde se aplică prevederile generale din capitolele anterioare. De asemenea, cerinţele nu vizează instalaţii în care este implicat echipament de natură similară cu cel utilizat în exploatări miniere de suprafaţă.
Prevederile se aplică instalaţiilor fixe sau mobile.

Alimentarea cu energie electrică

7.4.3. La alimentarea cu energie electrică a şantierului se va ţine seama de soluţia stabilită pentru construcţia definitivă, evitându-se pe cât posibil, alimentarea provizorie.

7.4.4. În cazul în care pentru alimentarea cu energie electrică a şantierului se utilizează posturi de transformare provizorii, se recomandă ca acestea să fie amplasate pe cât posibil în centrele de greutate al consumului dat de receptoarele de energie electrică.

7.4.5. De regulă, în şantiere se prevăd următoarele sisteme de distribuţie a energiei electrice:

a) instalaţia este direct conectată la reţeaua de alimentare pentru intermediul unui tablou general de distribuţie ("ansamblu de aparataj de joasă tensiune " - AUS);
b) instalaţia este conectată la reţeaua de alimentare prin intermediul unui tablou general AUS, care alimentează tablouri secundare AUS la care se racordează echipamente fixe, mobile şi portabile.

7.4.6. Tabloul general de distribuţie AUS cuprinde pe lângă prevederile din 5.3.3.35 şi următoarele:

- în reţelele TT şi TN-S, un DDR cu întârziere montat pe circuitul de alimentare şi dispozitive de protecţie împotriva supracurenţilor;
- în reţelele TN-C, dispozitive de protecţie împotriva supracurenţilor;
- în reţelele IT, un dispozitiv de control permanent al izolaţiei şi dispozitive de protecţie împotriva supracurenţilor.

7.4.7. Tabloul secundar de distribuţie AUS pentru echipamente fixe vor fi echipate identic conform prevederilor 7.4.6.

7.4.8. Tabloul secundar de distribuţie AUS pentru aparate mobile şi portabile cuprinde dispozitive diferenţiale de 30mA, fără întârziere şi dispozitive de protecţie împotriva supracurenţilor.

Protecţia împotriva şocurilor electrice
Protecţia de bază (împotriva atingerilor directe)

7.4.9. Următoarele măsuri pentru protecţia de bază (împotriva atingerilor directe) sunt recomandate a fi aplicate:

- izolarea părţilor active;
- bariere sau carcase.

Utilizarea de obstacole care ar proteja numai împotriva atingerilor directe întâmplătoare cu părţile active nu este admisă decât în cazurile în care nu pot fi utilizate alte măsuri de protecţie, şi numai pentru o durată foarte scurtă.
Amplasarea în afara zonei de accesibilitate la atingere nu este admisă decât pentru linii aeriene care traversează şantierul.

Protecţia în caz de defect (împotriva atingerilor indirecte)
Măsura de protecţie prin întreruperea automată a alimentării

7.4.10. În instalaţiile de şantier se vor utiliza de preferinţă reţelele TT şi TN-S.

7.4.11. În reţeaua TN-C se admite în partea fixă a instalaţiei electrice şi anume între alimentarea instalaţiei şi ansamblul general de aparataj (AUS).

7.4.12. Se admite utilizarea reţelei IT dacă este necesar să se evite întreruperea la primul defect de punere la pământ în special pentru o parte a instalaţiei, de exemplu alimentarea pompelor de evacuare a apei sau alimentarea ventilatoarelor de aerisire.
Această alimentare se va alege luând în considerare dezavantajele ei datorate condiţiilor impuse privind controlul permanent al izolaţiei în vederea detectării rapide a primului defect.

7.4.13. Alimentarea cu tensiune redusă, când tensiunea cea mai mare nu depăşeşte 110 V tensiune alternativa între faze (65 V între fază şi neutru legat la pământ, în circuite trifazate, 55 V între fază şi neutru legat la pământ, în circuite monofazate), trebuie să îndeplinească condiţiile pentru reţeaua TN în care:

- punctul neutru al secundarului transformatorului sau generatorului trebuie legat la pământ, şi
- prizele de curent nu trebuie să fie interşanjabile cu prizele de curent prevăzute pentru alte tensiuni.

Aceasta poate fi utilă în special acolo unde sunt prevăzute condiţii severe de funcţionare sau de mediu şi unde TFJP şi TFJS nu sunt utilizabile.

Protecţia fără întreruperea alimentării

7.4.14. Protecţia prin utilizarea echipamentelor de clasa II sau prin izolaţie echivalentă se referă la construcţia echipamentelor şi este recomandată pentru utilajele portabile. Aceste echipamente trebuie să aibă protecţia mecanică IPX4 dacă sunt utilizate în amplasamente în care sunt prezente frecvent picături de apă.

7.4.15. Amplasamentele neconductoare nu sunt admise ca măsură tehnică de protecţie.

7.4.16. Legături echipotenţiale locale nelegate la pământ nu sunt admise ca măsură tehnică de protecţie.

7.4.17. Măsura de protecţie prin separare electrică a circuitelor este limitată la alimentarea unui singur receptor prin intermediul unui transformator şi a unui cablu flexibil.

7.4.18. Măsura de protecţie prin utilizarea tensiunii foarte joasă TFJS şi TFJP se aplică în special în cazurile când condiţiile de lucru sunt severe (exemplu în incinte electroconductoare de mici dimensiuni pentru alimentarea uneltelor portabile, pentru echipamentul de şlefuire utilizat în mediu umed sau pentru încălzirea betonului).

7.4.19. La receptoarele mobile şi portabile se aplică măsurile recomandate în SR HD 60364-4-41, SR EN 60745 (pe părţi) şi SR EN 61029 (pe părţi) cu următoarele precizări: utilajele portabile folosite în mediu sau procese umede (ex. maşini de frecat mozaic, vibratoare pentru beton, maşini de curăţat parchetul etc.) se alimentează la o tensiune redusă de protecţie de cel mult 24 V, conform prevederilor STAS 2612 şi subcap. 4.1. Se admit tensiuni de lucru mai mari de 24 V în cazul în care se aplică măsurile de protecţie "separarea de protecţie" sau "izolaţie întărită", conform recomandărilor din SR HD 60364-4-41 şi prevederile din subcap.4.1.

7.4.20. Protecţia împotriva supracurenţilor este asigurată prin dispozitive de întrerupere automată (disjunctoare sau microîntreruptoare) montate în interiorul unui ansamblu AUS.

7.4.21. Toate circuitele trebuie să fie protejate împotriva suprasarcinilor. Este permis ca circuitele care alimentează echipamente pentru ridicare comandate manual să nu fie protejate împotriva suprasarcinilor.

7.4.22. Tablourile de distribuţie AUS trebuie echipate cu aparataj cu capacitate de rupere a curenţilor de scurtcircuit bazată pe curentul de scurtcircuit prezumat la sursa de alimentare.

7.4.23. Circuitele care alimentează prize de curent având curentul nominal până la 32 A inclusiv şi alte circuite care alimentează echipamentul electric portabil având curent nominal până la 32 A inclusiv trebuie protejate prin una din următoarele metode:

- dispozitive de curent diferenţial rezidual având curent nominal de funcţionare de maxim 30 mA;
- tensiune foarte joasă asigurată prin TFJS şi TFJP;
- separare electrică, fiecare priză de curent şi echipament electric portabil fiind alimentate printr-un transformator individual de separare sau prin înfăşurări separate ale unui transformator de separare.

7.4.24. Pentru circuitele care alimentează prize de curent cu un curent nominal mai mare de 32 A trebuie utilizate dispozitive de curent diferenţial rezidual care au un curent diferenţial rezidual nominal de maxim 500 mA.

7.4.25. Condiţiile minimale de influenţe externe care pot fi întâlnite pe şantiere sunt următoarele:

A A	temperatura ambiantă:	- 5°C ... + 40°C	(AA4)
A D	prezenţa apei:	proiecţie de apă	(AD4)
A E	prezenţa corpurilor străine:	foarte mică	(AE3)
A G	şocuri mecanice:	mari	(AG3)
A H	vibraţii:	medii	(AH2)
B A	competenţa persoanelor:	obişnuite, în general	(BA1)
		instruite	(BA4)
		calificate pentru manevrări în exploatare	(BA5)
B C	contactul persoanelor cu potenţialul pământului:	frecvent	(BC3)
		continuu în incinte electroconductoare de mici dimensiuni (cuve, goluri tehnice)	(BC4)

7.4.26. Echipamentul electric de pe şantiere este supus la condiţii foarte severe şi trebuie să poată suporta solicitările respective.
Echipamentul utilizat în instalaţiile de pe şantiere trebuie ales şi montat astfel încât să îndeplinească următoarele condiţii:

- flexibilitate, care permite utilizarea succesivă pe şantiere diferite;
- uşurinţa reamplasării componentelor;
- montare, transport şi depozitare uşoare;
- robusteţe;
- securitate corespunzătoare.

7.4.27. Accesul în funcţionare normală trebuie să fie prevăzut astfel încât lucrările să fie executate de persoane cu competenţe corespunzătoare:

- manevre simple, de către persoane obişnuite (BA1);
- celelalte manevre, fără acces la părţile active, de către persoane instruite (BA4);
- lucrări şi manevre la părţile active, numai de către persoane calificate (BA5).

7.4.28. În instalaţiile de pe şantiere se pot produce şocuri mecanice importante (AG3).
Protecţia sistemelor de pozare este asigurată prin:

- alegerea unor sisteme de pozare cu caracteristici mecanice corespunzătoare;
- amplasamente care protejează sistemele de pozare la şocuri;
- o protecţie mecanică suplimentară în pasajele pietonale sau ale vehiculelor.

7.4.29. În incinta şantierelor, reţelele electrice de joasă tensiune trebuie executate pe cât posibil în soluţia definitivă.
Se recomandă ca executarea reţelelor de joasă tensiune să se facă în cabluri.
Atunci când se utilizează cabluri flexibile se recomandă ca acestea să fie de tipul celor recomandate de SR HD 22, iar cablurile rigide trebuie să aibe o rezistenţă mecanică echivalentă.
În cazul în care nu se pot utiliza cabluri, reţelele de joasă tensiune se vor executa aerian cu conductoare torsadate, respectându-se prevederile din normativul PE106.
Se va evita utilizarea conductoarelor neizolate în incinta şantierelor cu excepţia celor pentru instalaţiile de ridicat şi transportat şi pentru instalaţiile de protecţie împotriva şocurilor electrice.

7.4.30. Toate echipamentele electrice utilizate trebuie să aibe gradul de protecţie minim IP44.

7.4.31. Reţeaua generală a conductoarelor principale de legare la pământ de protecţie se realizează buclat în toate cazurile în care acest lucru este posibil.

7.4.32. Prizele de pământ şi conductoarele de protecţie pentru legare la pământ de pe şantiere se execută cu prioritate utilizându-se elementele metalice naturale existente (structura metalică a construcţiei, conductele metalice, armătura betonului etc) cu respectarea condiţiilor din subcap. 5.5.
Receptoarele mai îndepărtate de clădirea a cărei construcţie metalică este utilizată drept priză naturală, trebuie legate la aceasta printr-un conductor de protecţie care însoţeşte reţeaua de alimentare, asigurându-se astfel continuitatea reţelei generale a conductoarelor de protecţie de pe şantier.

7.4.33. Carcasele şi elementele de susţinere metalice ale echipamentelor electrice şi toate conductoarele de protecţie locale se leagă la reţeaua generală de protecţie. Dacă există mai multe reţele generale de protecţie, acestea se leagă între ele în cel puţin două puncte diferite.

7.4.34. Rezistenţa de dispersie a prizei de pământ şi rezistenţa conductoarelor de protecţie până la receptor trebuie să fie de maximum 4 Ω, respectându-se condiţia de deconectare în caz de defect din subcap. 4.1.

7.4.35. Reţeaua generală de protecţie care se execută ramificat, se leagă la toate capetele de linie şi la punctele de ramificaţie la câte o priză de pământ fixă de 10 Ω.
Rezistenţa ansamblului trebuie să fie de maxim 4 Ω.
Lungimea conductorului de protecţie între două prize de pământ fixe sau de la oricare dintre receptoarele eletrice până la cea mai apropiată priză, se admite să fie de cel mult 200m, în cazul conductoarelor de cupru şi de cel mult 150m în cazul celor din oţel. Dacă aceste lungimi (sau distanţe) sunt mai mari, se intercalează prize de pământ suplimentare astfel încât lungimile, respectiv distanţele specificate mai sus să fie respectate.

7.4.36. La şantierele cu suprafaţă redusă de teren, unde spaţiul nu permite executarea de prize de pământ concentrate de 4 Ω pentru reţeaua de protecţie, electrozii prizei se distribuie de-a lungul traseului reţelei, numărul lor alegându-se astfel încât să se realizeze în ansamblu o rezistenţă de maximum 4 Ω.
Pe şantiere se admit şi prize de pământ complexe, constituite din electrozi verticali şi orizontali. La priza de pământ orizontală din apropierea liniei aeriene se leagă un număr sufient de electrozi verticali astfel încât rezistenţa totală maximă să fie de 4 Ω.
Se admite ca o priză de pământ orizontală îngropată în imediata apropiere a stâlpilor liniei aeriene şi care urmează traseul acesteia să fie utilizată pentru protecţie. În acest caz, la fiecare stâlp se prevede o ramificaţie la care se leagă bornele de protecţie ale utilajelor şi cele ale tablourilor de distribuţie.

7.4.37. Alimentarea receptoarelor prin linii aeriene se face conform PE 106 .

7.4.38. Reţeaua conductelor de protecţie pe şantiere se execută conform subcap. 5.5.

7.4.39. Conductoarele de protecţie pentru legarea la pământ a echipamentelor supuse la deplasări frecvente sau vibraţii, trebuie să fie flexibile.

7.4.40. La utilajele alimentate prin cabluri flexibile din cupru într-o reţea TT, se admite utilizarea unui singur conductor de legare la pământ cu condiţia utilizării ca măsură suplimentară a mijloacelor individuale de protecţie.

7.5. Instalaţii electrice pentru construcţii agroindustriale şi agrozootehnice

7.5.1. Prescripţiile speciale din acest capitol se aplică instalaţiilor electrice fixe interioare şi exterioare construcţiilor agroindustriale şi agrozootehnice şi la alte amplasamente care aparţin acestora şi sunt în conformitate cu recomandările din SR HD 60364 – 7 - 705.

Construcţiile agroindustriale şi agrozootehnice cuprind :

- grajduri pentru animale (bovine, porci, cai, oi, capre) şi clădiri pentru păsări, inclusiv anexele (de exemplu locurile unde se prepară şi se depozitează hrana, spaţiile pentru maşinile de muls, încăperile pentru depozitarea laptelui etc.);
- hambare, antrepozite şi depozite pentru fân, paie şi nutreţuri, îngrăşăminte, cereale, cartofi, sfeclă, zarzavaturi, fructe, plante ornamentale, carburanţi, sere;
- clădiri în care se prepară produse agricole şi horticole pentru comercializare (prin uscare, fierbere, presare, tăiere, procesarea cărnii etc.).

Locuinţele şi alte amplasamente care aparţin construcţiilor agroindustrale şi agrozootehnice (birouri, spaţii comune, hangare, ateliere, garaje, magazine) sunt clădiri care sunt conectate din punct de vedere electric la acestea fie prin conductoarele de protecţie ale aceleiaşi instalaţii sau prin părţi conductoare externe care pot să inducă tensiuni electrice periculoase.

În construcţiile agroindustriale şi agrozootehnice poate fi realizată creşterea intensivă a animalelor. În acest caz este necesară utilizarea sistemelor automatizate pentru asigurarea vieţii, cum ar fi cele utilizate pentru ventilaţie, hrănire şi aer condiţionat.

7.5.2. Protecţia împotriva şocurilor electrice se realizează prin următoarele măsuri:

- întreruperea/deconectarea automată a alimentării;
- utilizarea tensiunii foarte joasă asigurată prin TFJS şi TFJP;
- utilizarea legăturii echipotenţiale, ca măsură de protecţie suplimentară.

7.5.2.1. Măsuri de protecţie pentru întreruperea/deconectarea automată a alimentării.

În circuite, indiferent de sistemul de legare la pământ, trebuie prevăzute următoarele dispozitive de întrerupere/deconectare:

- un DDR al cărui curent diferenţial rezidual nominal $I_{\Delta n}$ nu depăşeşte 30 mA, în circuitele finale care alimentează prizele de curent al căror curent nominal nu depăşeşte 32 A;
- un DDR al cărui curent diferenţial rezidual nominal $I_{\Delta n}$ nu depăşeşte 100 mA, în circuitele finale care alimentează prizele de curent al căror curent nominal este mai mare de 32 A;
- un DDR al cărui curent diferenţial rezidual nominal $I_{\Delta n}$ nu depăşeşte 300 mA, în toate celelalte circuite.

În cazul în care este necesară asigurarea continuităţii funcţionării se recomandă ca DDR al cărui curent diferenţial rezidual nominal $I_{\Delta n}$ nu depăşeşte 300 mA, să fie de tip S sau cu temporizare.

Această protecţie este utilă şi pentru protecţia împotriva incendiului.

În cazul în care instalaţia electrică este conectată la o reţea TN, conductorul neutru şi conductorul de protecţie trebuie să fie separate în aval de originea instalaţiei. Această prevedere se aplică atât locuinţelor şi altor amplasamente care aparţin construcţiilor agroindustriale şi agrozootehnice.

7.5.2.2. Măsura de protecţie prin utilizarea tensiunii foarte joasă asigurată prin TFJS şi TFJP.

În cazul în care se aplică măsura de protecţie prin TFJS sau TFJP, indiferent de tensiunea nominală, protecţia de bază (protecţia împotriva atingerilor directe) trebuie asigurată prin următoarele măsuri:

- bariere sau carcase care asigură un grad de protecţie cel puţin IP XXB sau IP2X, sau
- izolaţia care să ţină la o tensiune alternativă de încercare de 500 V valoare efectivă, timp de 1 minut.

7.5.2.3. Protecţia suplimentară prin utilizarea legăturii echipotenţiale

În amplasamentele prevăzute pentru adăpostirea animalelor toate părţile conductoare accesibile şi părţile conductoare externe instalaţiei care pot fi atinse de animale trebuie conectate printr-o legătură echipotenţială suplimentară. Acolo unde se află un grătar metalic în pardoseală/podea acesta trebuie inclus în legătura echipotenţială a spaţiului respectiv (a se vedea figurile 7.5.1 ...7.5.4).

Din această legătură trebuie să facă parte şi părţile conductoare externe instalaţiei care se află în/pe podea (armătura betonului sau armătura bazinului pentru colectarea bălegarului), precum şi pardoseala

din elemente prefabricate din beton (fig. 7.5.3).
Legătura echipotenţială, cât şi grătarele metalice (dacă există) trebuie să fie protejate durabil la coroziune şi solicitări mecanice.

7.5.3. Protecţia împotriva efectelor termice
Protecţia împotriva efectelor termice se realizează, în principal, prin măsuri de protecţie împotriva incendiului.
Aparatele electrice de încălzire utilizate pentru clădirile în care are loc reproducerea şi creşterea intensivă a animalelor trebuie să corespundă recomandărilor din SR CEI 60335 – 2 – 71 şi trebuie fixate într-o poziţie corespunzătoare pentru a evita riscul de arsuri pentru animale şi riscul apariţiei unui incendiu prin aprinderea materialelor combustibile.
Aparatele de încălzire prin radiaţii trebuie instalate la o distanţă de cel puţin 0,5 m de animale şi de materialele combustibile, în afară de cazul în care furnizorul acestora a indicat în instrucţiunile de utilizare o distanţă mai mare.
Pentru protecţia împotriva incendiului trebuie instalate dispozitive DDR cu curent diferenţial rezidual nominal care nu depăşeşte 300 mA. DDR trebuie să întrerupă toate conductoarele active.
În amplasamentele care prezintă risc de incendiu, conductoarele circuitelor alimentate de la o sursă de tensiune foarte joasă trebuie protejate pentru bariere sau mantale (carcase, tuburi) care să asigure un grad de protecţie IPXXD sau IP4X, sau în plus faţă de izolaţia lor de bază printr-o manta (carcasă) din material electroizolant (de exemplu, cablurile tip HO7RN-F sau similare, pentru utilizare în exterior, sunt corespunzătoare pentru această condiţie).

7.5.4. Protecţia împotriva supratensiunilor şi a perturbaţiilor electromagnetice.
Atunci când se utilizează echipamente electronice se recomandă să se prevadă măsuri de protecţie împotriva trăsnetului conform cap.6 şi împotriva supratensiunilor conform subcap.4.4.

7.5.5. Alegerea şi montarea echipamentelor
7.5.5.1. Reguli generale privind condiţiile de funcţionare, influenţe externe, accesibilitate, identificare.
În construcţiile agroindustriale şi agrozootehnice echipamentele electrice trebuie să aibe gradul de protecţie minim IP44, atunci când se utilizează în condiţii normale. În cazul în care nu este disponibil un echipament cu gradul de protecţie minim IP44, acesta poate fi amplasat într-o carcasă care să asigure gradul de protecţie IP44.
Prizele de curent electric nu trebuie instalate pe materiale combustibile.
Acolo unde condiţiile de influenţe externe sunt superioare condiţiilor AD4, AE3 şi/sau AG1, prizele trebuie prevăzute cu protecţie corespunzătoare.
Protecţia mecanică poate fi asigurată şi prin utilizarea de carcase suplimentare sau prin instalare în nişe prevăzute în construcţia clădirii.
Aceste prescripţii nu se aplică pentru locuinţe, birouri, magazine şi pentru locuri/spaţii în care condiţiile de influenţe externe sunt asemănătoare şi aparţin construcţiilor agrondustriale şi agrozootehnice.
În prezenţa substanţelor corozive (de exemplu, în depozitele de lapte sau în grajduri), echipamentele electrice trebuie protejate în mod corespunzător.
În general, echipamentul electric nu trebuie să fie accesibil pentru animale. În particular, echipamentul electric accesibil pentru animale, cum ar fi cel din utilajele pentru hrănire sau din bazinele pentru adăpare, trebuie să fie construite în mod adecvat şi instalate astfel încât să fie evitată deteriorarea de către animale, cât şi să fie redus la minim riscul de rănire a animalelor.
La terminarea lucrărilor şi punerea în funcţiune trebuie predată utilizatorului instalaţiei următoarea documentaţie:

- planul detaliat al amplasării echipamentelor electrice;
- traseele tuturor cablurilor de distribuţie;
- schema monofilară de distribuţie;
- schema legăturilor de echipotenţializare.

7.5.5.2. Sisteme de pozare

În amplasamentele accesibile animalelor şi în care animalele sunt închise sistemele de pozare trebuie să fie inaccesibile animalelor şi să fie protejate corespunzător împotriva deteriorărilor mecanice. Conductoarele liniilor electrice aeriene trebuie să fie izolate.

Reţelele electrice exterioare aferente construcţiilor agroindustriale şi agrozootehnice, unde vehiculele şi maşinile agricole mobile fac manevre, trebuie realizate cu cabluri pozate astfel:

- în pământ, la o adâncime de 0,6 m, cu o protecţie mecanică suplimentară. Tuburile de protecţie suplimentară trebuie să reziste la comprimarea cu o forţă de 450 N şi la impact în conformitate cu recomandările din SR EN 50086-2-4/A1;
- în pământ arabil sau cultivat, la o adâncime de cel puţin 1 m;
- suspendat, la o înălţime de cel puţin 6 m.

Se preferă instalarea cablurilor în pământ. Cablurile care alimentează tablourile de distribuţie trebuie să fie protejate împoriva deteriorărilor mecanice, de exemplu, prin îngroparea în pământ sau prin instalarea în jgheaburi sau tuburi prefabricate, separate ferm.

Aceste prescripţii trebuie să se aplice şi la locuinţele şi la alte spaţii care aparţin construcţiilor agroindustriale şi agrozootehnice.

O atenţie deosebită se va acorda protecţiei la rozătoare.

Pentru amplasamentele unde sunt ţinute animalele, condiţiile de influenţe externe trebuie clasificate AF4, iar tuburile trebuie să fie protejate împotriva coroziunii corespunzător cel puţin clasei 2 (medie) pentru utilizare în interior şi clasei 4 (ridicată) pentru utilizare în exterior, conform cu recomandările din SR EN 61386-21.

Pentru amplasamentele unde sistemele de pozare pot fi expuse la impact şi la şocuri mecanice din cauza vehiculelor şi maşinilor agricole în deplasare, condiţiile de influenţe externe trebuie trebuie să fie clasificate AG3:

- tuburile trebuie să aibă un grad de protecţie la comprimare corespunzător cel puţin clasei 4 (ridicată) conform SR EN 61386 – 21;
- sistemele de tuburi şi jgheaburi pentru cabluri trebuie să aibă un grad de protecţie împotiva şocurilor considerat ca "ridicat" conform recomandărilor din SR EN 50085.

7.5.5.3. Separare, comutare/întrerupere şi comandă

Instalaţia electrică a fiecărei clădiri sau a unei părţi dintr-o clădire trebuie să fie separată printr-un singur dispozitiv de separare conform subcap 5.3.4.

Dispozitivele de separare se prevăd pentru toate conductoarele active şi conductorul neutru, chiar şi pentru circuitele care se utilizează ocazional, de exemplu, în timpul recoltărilor.

Dispozitivele de separare şi comutaţie, cât şi dispozitivele de oprire de urgenţă sau de comutaţie de urgenţă nu trebuie montate în locuri accesibile animalelor sau în nicio poziţie în care poate fi împiedicat accesul la ele de către animale, fără să provoace panică în rândul animalelor.

7.5.5.4. Conductoare de echipotenţializare de protecţie suplimentară

Conductoarele de echipotenţializare de protecţie suplimentară trebuie să fie protejate împotriva deteriorărilor mecanice şi coroziunii şi trebuie să fie alese astfel încât să se evite efectele electrolitice.

De exemplu, pot fi utilizate următoarele materiale:

- benzi din oţel galvanizat la cald cu dimensiunile 30 mm x 3 mm;
- tije rotunde din oţel galvanizat la cald cu diametrul de cel puţin 8 mm;
- conductoare din cupru cu secţiunea minimă de 4 mm^2.

Pot fi utilizate şi alte materiale corespunzătoare.

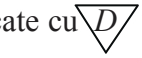
7.5.5.5. Alte echipamente

Prizele de curent utilizate în construcţile agroindustriale şi agrozotehnice trebuie să fie conforme cu recomandările din:

- SR EN 60309-1, sau
- SR EN 60309-2, dacă este necesară interschimbabilitatea, sau
- când curentul nominal nu depăşeşte 20 A.

Corpuri de iluminat şi instalaţii de iluminat
Corpurile de iluminat trebuie să fie conforme cu standardul de părţi SR EN 60598-2 şi trebuie alese în funcţie de gradul de protecţie şi de temperatura suprafeţei ţinând seama de condiţiile de mediu ambiant şi de locurile de instalare (de exemplu, IP54, cu marcarea adecvantă pentru temperatură 

pentru montare pe material combustibil).
În zonele în care există risc de incendiu, cât şi pericol de aprindere a depunerilor de praf trebuie utilizate numai corpuri de iluminat cu marcarea 

conform SR EN 60598-2-24 şi corpuri de iluminat cu temperatura suprafeţei limitată. Trebuie instalate numai corpuri de iluminat care sunt marcate cu 

şi care corespund gradului de protecţie IP54.
Corpurile de iluminat trebuie montate în zonele unde există o distanţă suficient de mare faţă de materialele combustibile, luând în considerare depozitarea mărfurilor şi alte procese de lucru periculoase. Distanţele de securitate şi temperaturile suprafeţei corpului de iluminat sunt precizate în instrucţiunile de montaj ale fabricantului şi în subcap. 4.2. Poziţiile întreruptorului (aprins/stins) corpurilor de iluminat instalate în zonele de depozitare a paielor sau fânului sau în zone similare, trebuie să fie uşor de identificat.

Serviciile de securitate trebuie instalate numai dacă sunt cerute de proprietarul instalaţiei sau de autorităţi.
Sistemele de automatizare necesare vieţii pentru creşterea intensivă a animalelor trebuie să ţină seama de următoarele prescripţii:

a) când nu este asigurată alimentarea cu hrană, apă, aer şi alimentarea instalaţiei de iluminat pentru animale, în caz de defect în alimentarea cu energie electrică, trebuie prevăzută o sursă sigură de alimentare alternativă sau de rezervă sau de siguranţă; trebuie prevăzute circuite separate numai pentru alimentarea echipamentelor de ventilaţie şi de iluminat;
b) trebuie asigurată selectivitatea protecţiei circuitelor principale de alimentare a sistemului de ventilaţie pentru supracurent şi/sau scurtcircuit monofazat;
c) dacă într-o instalaţie este necesar să funcţioneze o ventilaţie electrică trebuie asigurată una din următoarele condiţii:
   -o sursă de rezervă pentru întregul sistem de ventilaţie, care să fie verificată periodic în conformitate cu instrucţiunile fabricantului;
   -supravegherea temperaturii şi tensiunii de alimentare şi dispozitive care să transmită semnale optice şi acustice care pot fi sesizate de utilizator şi care trebuie să funcţioneze şi în cazul întreruperii alimentării normale.

Aparatele electrice de încălzire trebuie să fie prevăzute cu indicarea optică a poziţiei de funcţionare.

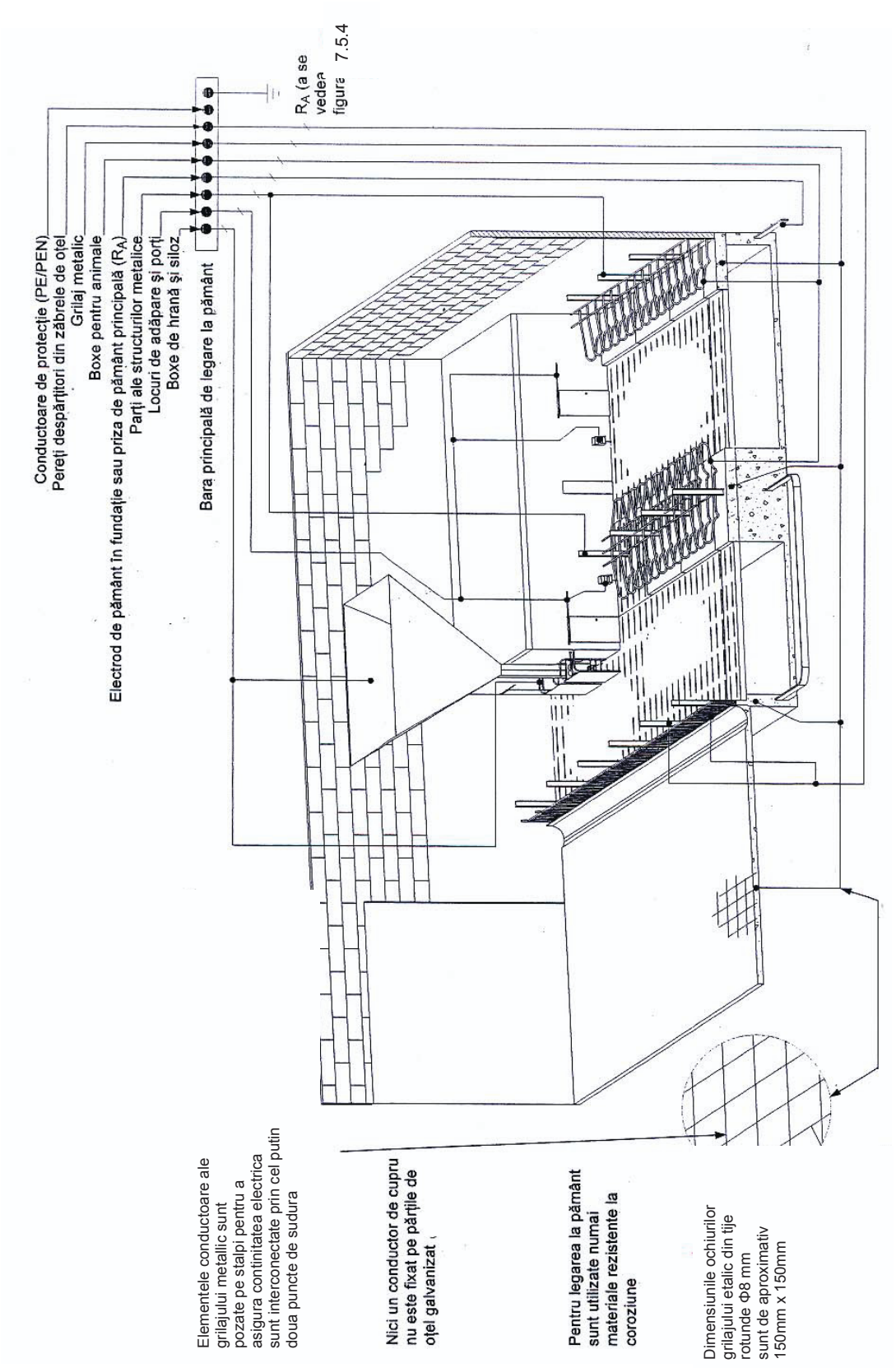


Fig. 7.5.1. Exemplu de legătură de echipotenţializare într-un grajd de vite

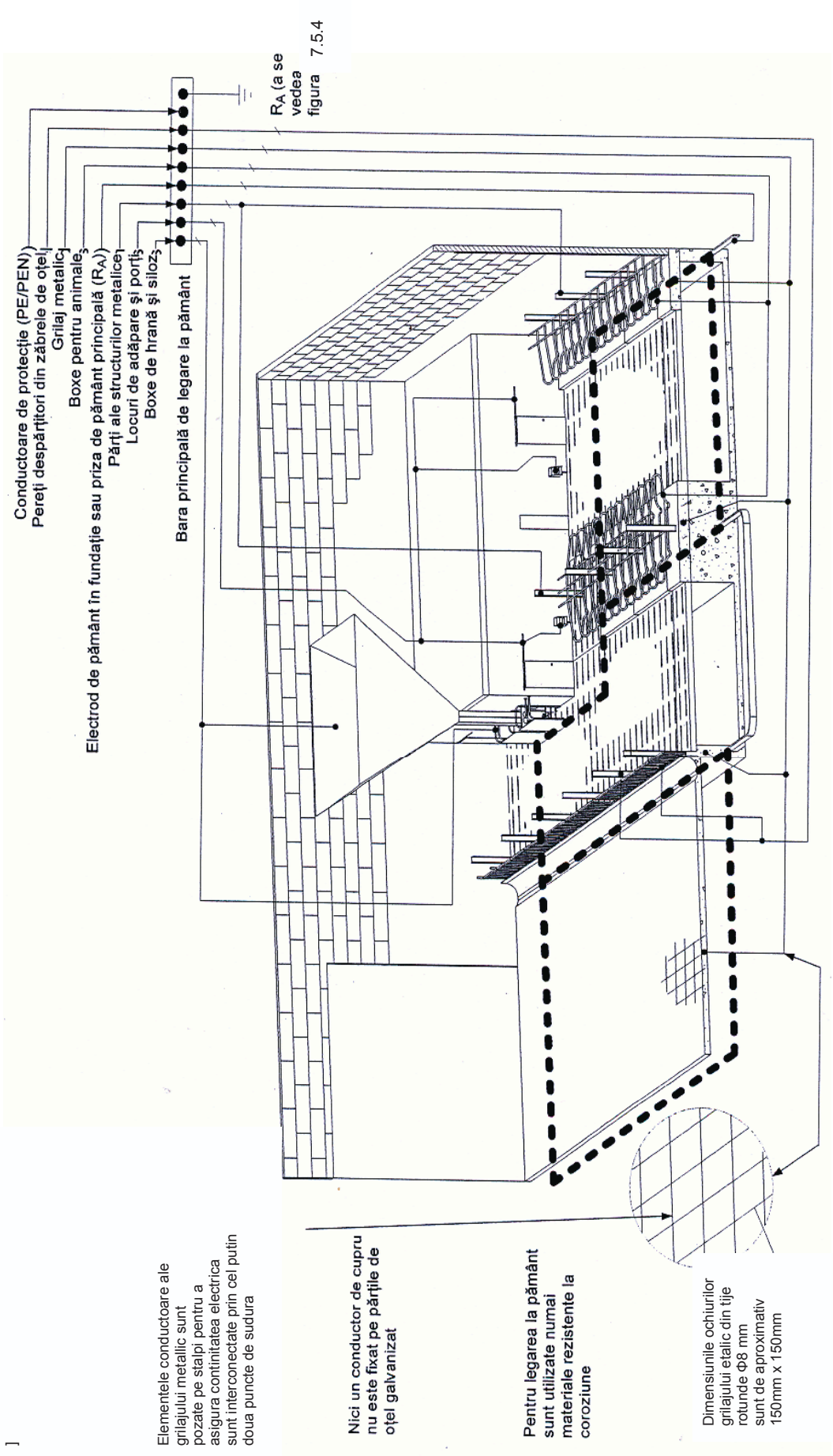


Fig. 7.5.2. Exemplu de legătură de echipotenţializare sub formă de buclă într-un grajd de vite.

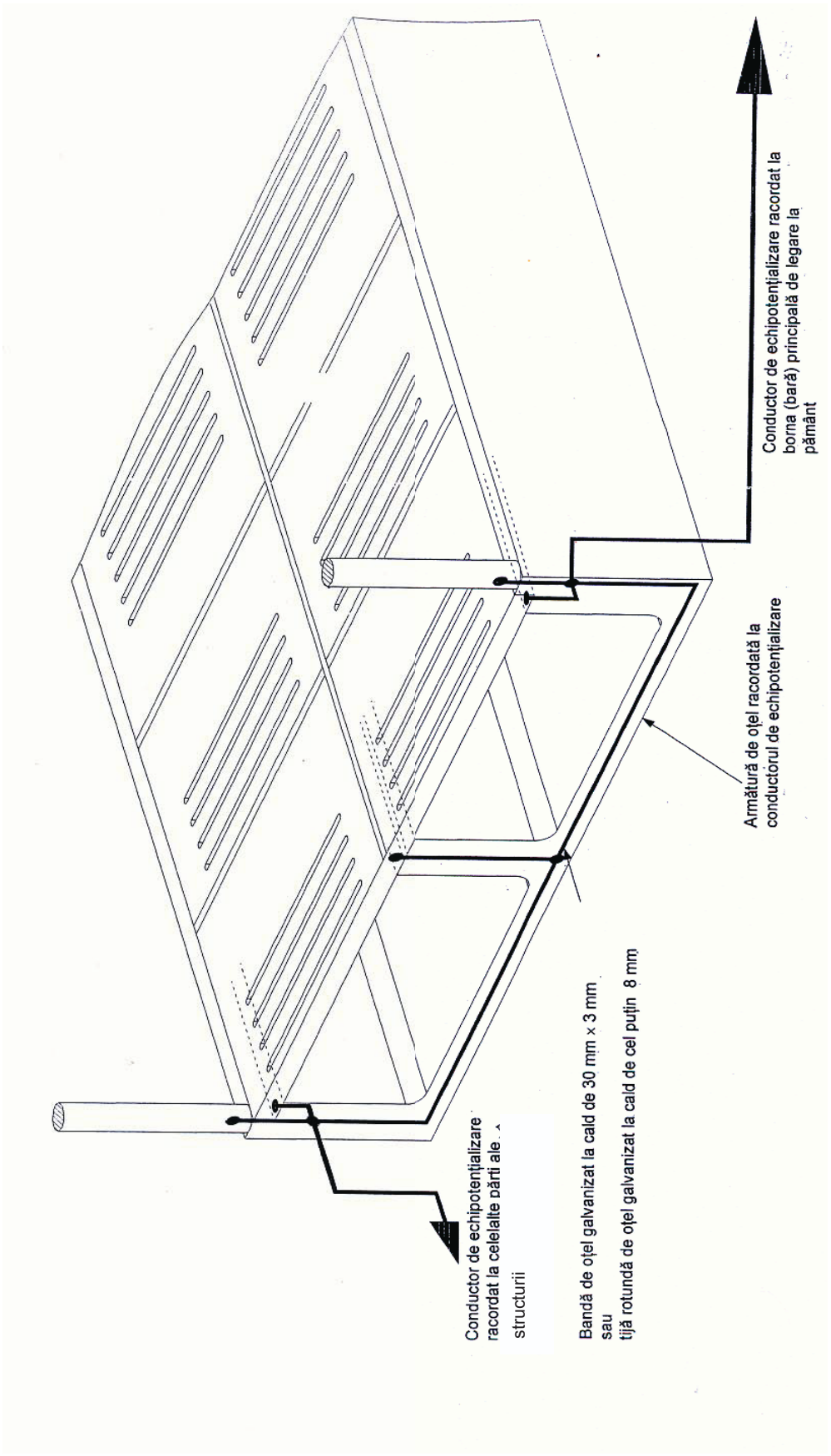


Fig. 7.5.3. Exemplu de legătură de echipotențializare care se aplică la o construcție de beton prevăzută cu spații în podea pentru colectarea bălegarului .

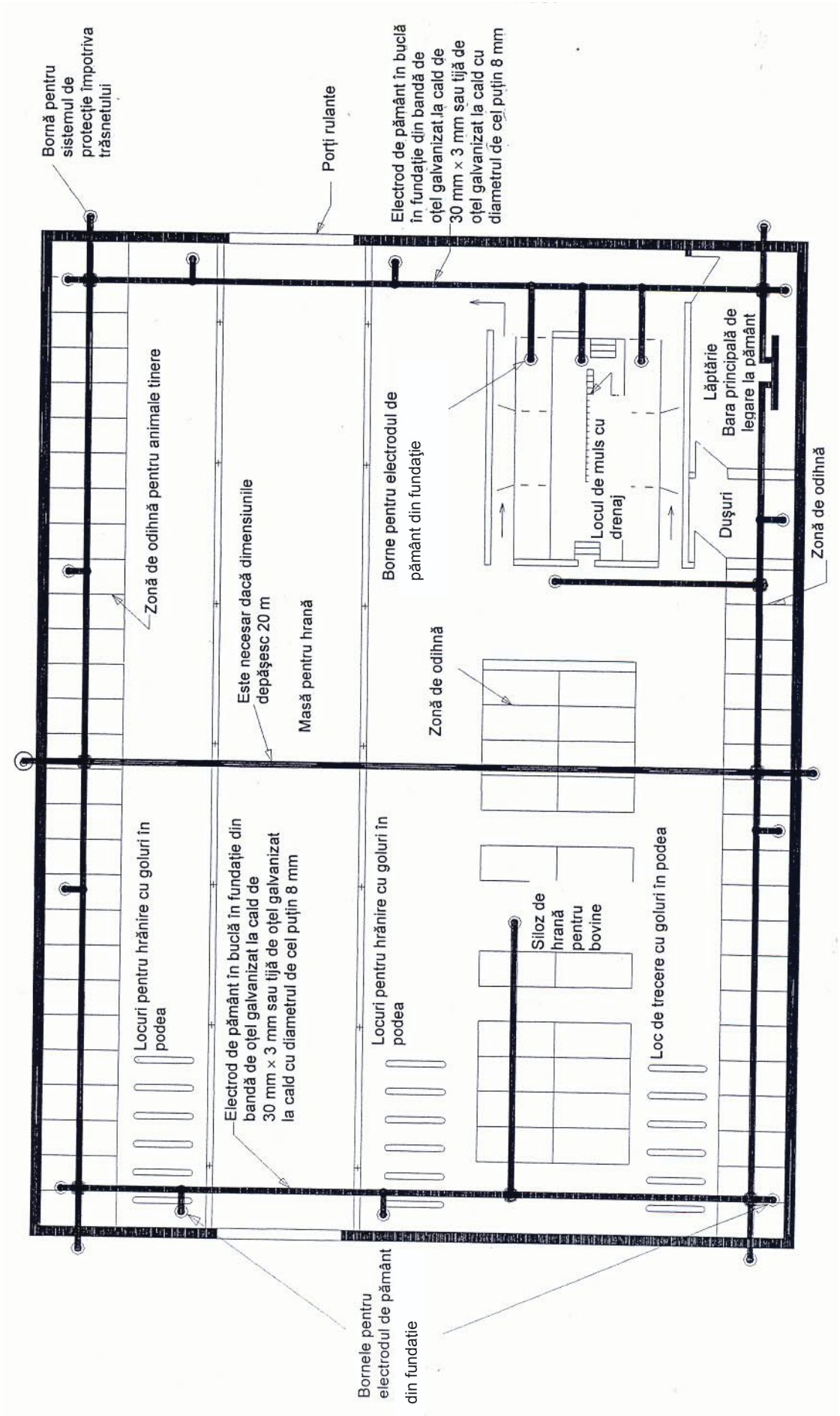


Fig. 7.5.4. Exemplu de dispunere a prizei de pământ în fundație la un grajd.

7.6. Instalaţii electrice pentru incinte electroconductoare înguste

7.6.1. Prescripţiile particulare din acest capitol sunt în conformitate cu recomandările din SR HD 60364-7-706:2007 şi se aplică echipamentelor fixe din amplasamente electroconductoare,în care deplasarea persoanelor este restricţionată de amplasament şi alimentările pentru echipamente mobile utilizate în aceste amplasamente.

Un amplasament conductor îngust este compus în principal din părţi înconjurătoare metalice sau alte materiale electroconductoare, în care este posibil ca o persoană să vină în contact cu o porţiune mare a corpului cu părţile metalice sau alte părţi conductoare înconjurătoare şi unde posibilitatea întreruperii acestui contact electric este limitată.

Prescripţiile nu se aplică amplasamentului care permite libertatea de mişcare a unei persoane în timpul lucrului, de a intra şi de a ieşi din amplasament fără dificultate fizică.

7.6.2. În amplasamente electroconductoare înguste se aplică următoarele măsuri de protecţie împotriva şocului electric pentru circuite care alimentează echipamentele de utilizare curentă:

a) – pentru alimentarea dispozitivelor manuale şi echipamentului portabil:
   - TFJS sau
   - separarea electrică numai la un singur element al echipamentului conectat la înfăşurarea secundară a transformatorului de separare;

b) – pentu alimentarea lămpilor portabile:
   - TFJS;

c) – pentru alimentarea echipamentului fix:
   - întrerupere automată a alimentării cu legătură de echipotenţializare suplimentară care trebuie să conecteze părţile conductoare accesibile ale echipamentului fix şi părţile electroconductoare ale amplasamentului, sau
   - TFJS, sau
   - TFJP, unde legătura de echipotenţializare trebuie prevăzută între toate părţile conductoare accesibile, toate părţile conductoare străine din interiorul amplasamentului conductor îngust şi legarea sistemului TFJP la pământ, sau
   - separarea electrică privind un element al echipamentului conectat la înfăşurarea secundară a transformatorului de separare, sau
   - utilizarea echipamentului clasă II sau a echipamentului care are o izolaţie echivalentă, numai dacă circuitele de alimentare sunt prevăzute cu dispozitive de curent diferenţial rezidual având un curent diferenţial rezidual nominal de funcţionare care nu depăşeşte 30 mA.

7.6.3. Dacă unele echipamente (ex. aparatura de masurare şi de control) trebuie legate la pământ, este necesar să se prevadă o legătură de echipotenţializare între toate părţile conductoare accesibile, părţile conductoare străine din interiorul amplasamentului conductor îngust şi legătura la pământ funcţională.

7.6.4. Sursa de separare (de protecţie) trebuie situată în afara amplasamentului conductor îngust cu restricţie în deplasare, în afara cazului când sursele sunt parte a instalaţiei fixe în interiorul incintei electroconductoare înguste, aşa cum este prevăzut în art. 7.6.2.c.

7.7. Instalaţii electrice pentru campinguri

7.7.1. Prevederile speciale din acest capitol sunt în conformitate cu recomandările din SR HD 384-7-708 S2 şi se aplică acelei porţiuni din instalaţia electrică din camping care asigură facilităţi pentru alimentarea vehiculelor de agrement locuibile (inclusiv rulote) sau corturi. Ele nu se aplică instalaţiilor electrice din interiorul vehiculului de agrement locuibil sau unităţi mobile sau transportabile.

7.7.2. Se definesc următoarele noţiuni legate de aceste instalaţii:

- **vehicul de agrement**: unitatea de locuit pentru a fi ocupată temporar sau sezonier care poate îndeplini prescripţii pentru construcţia şi utilizarea vehiculelor rutiere;
- **amplasament pentru rulotă**: loc de pe sol destinat să fie ocupat de vehiculul de agrement pentru locuit sau de cort;

- **camping**: suprafaţă de teren pe care sunt dispuse două sau mai multe amplasamente pentru rulote;
- **punct de alimentare electrică a rulotei**: echipament cu reţea de alimentare electrică prevăzut cu mijloace de conectare şi deconectare a cablurilor de alimentare la vehiculele de locuit sau corturi.

7.7.3. Tensiunea nominală a instalaţiei pentru alimentarea vehiculelor de agrement locuibile trebuie să fie maxim 230 V tensiune alternativă monofazată sau 400 V trifazată.

7.7.4. În cazul în care instalaţia este alimentată printr-o reţea TN, se va utiliza numai sistemul TN-S.

7.7.5. Protecţia împotriva şocurilor electrice în funcţionare normală nu se va realiza prin bariere şi prin amplasarea în afara zonei de accesibilitate la atingere.

7.7.6. Măsurile tehnice împotriva şocurilor electrice în caz de defect (atingere indirectă) „amplasamente neconductoare" şi „legătură de echipotenţializare nelegată la pământ" nu sunt admise.

7.7.7. Echipamentul electric instalat în afara campingurilor trebuie să corespundă la cel puţin una din următoarele influenţe externe:

- prezenţa apei: AD4 (stropi), IPX4 conform SR EN 60529;
- prezenţa corpurilor străine: AE2 (obiecte mici), IP3X conform recomandărilor din SR EN 60529;
- solicitări mecanice (severitate ridicată, şocuri): AG3 (mari), IK08 conform recomandărilor din SR EN 62262.

7.7.8. Echipamentul electric la punctul de alimentare electrică a rulotei se alimentează prin circuite de distribuţie subterane sau aeriene. Circuitele de distribuţie subterane sunt preferate.
Cablurile subterane trebuie îngropate la o adâncime de minim 0,6 m, exceptând cazul când este prevăzută o protecţie mecanică suplimentară, şi trebuie să fie amplasată în afara amplasamentului rulotei sau în afara suprafeţei unde se pot monta stâlpii cortului sau piesele de ancorare.
Circuitele de distribuţie aeriene se vor realiza cu conductoare izolate.
Stâlpii şi alte suporturi pentru cabluri aeriene trebuie amplasaţi sau protejaţi pentru a nu împiedica mişcările previzibile ale vehiculelor.
Conductoarele (cablurile) aeriene se vor monta la o înălţime mai mare de 6 m deasupra solului, pe suprafeţele unde se deplasează vehiculul şi de 3,5 m pe toate celelalte suprafeţe.

7.7.9. Punctul de alimentare electrică al rulotei trebuie amplasat în vecinătatea amplasamentului rulotei şi la mai puţin de 20 m de echipamentul de conectare al vehiculului de agremet locuibil sau cort (când este pe amplasament).
Pe un circuit de alimentare nu se vor grupa mai mult de 4 prize.

7.7.10. Fiecare priză şi carcasa ei care face parte din punctul de alimentare al rulotei trebuie să corespundă cu SR EN 60309-2 şi să aibe grad de proteţie IP44 conform SR EN 60529.
Soclurile prizelor trebuie amplasate la o înălţime cuprinsă între 0,5 m şi 1,5 m de la sol; în cazuri speciale de zone cu riscuri de inundaţie sau căderi masive de zăpadă înălţimea maximă poate depăşi 1,5 m.
Curentul nominal al prizei trebuie să fie maxim 16 A.
Pentru fiecare punct de conexiune (rulotă) trebuie prevăzută cel puţin o priză.
Fiecare priză trebuie prevăzută cu protecţie la supracurent.
Fiecare priză trebuie prevăzută individual cu un dispozitiv de protecţie la curent diferenţial rezidual cu curent nominal de cel mult 30 mA.

7.8. Instalaţii electrice pentru porturi mici şi ambarcaţiuni de agrement

7.8.1. Prevederile speciale din acest capitol sunt în conformitate cu recomandările din SR CEI 60364-7-709 şi se aplică la:

- instalaţiile electrice ale porturilor mici necesare pentru alimentarea cu energie electrică a ambarcaţiunilor de agrement acostate la chei, şi
- instalaţia electrică de pe ambarcaţiunile de agrement alimentate cu energie electrică numai de la o sursă situată pe chei.

Trebuie avut în vedere că aceste instalaţii se caracterizează prin riscul de coroziune şi riscuri crescute de şocuri electrice datorate atingerilor directe şi indirecte.

7.8.2. Se definesc următoarele noţiuni legate exclusiv de aceste amplasamente:

- **ambarcaţiune de agrement**: orice ambarcaţiune, vas, iaht, casă plutitoare sau altă unitate plutitoare cu motor utilizată exclusiv pentru sporturi şi agrement;
- **porturi mici**: orice chei, debarcader, dană, ponton plutitor fixat corespunzător pentru ancorare sau legare la chei a cel puţin unei ambarcaţiuni de agrement.

7.8.3. Tensiunea nominală de alimentare a instalaţiilor ambarcaţiunilor de agrement trebuie să fie maxim 230V, 50Hz, monofazată.

7.8.4. Echipamentele electrice instalate pe şi sub puntea ambarcaţiunilor de agrement trebuie să aibe gradul de protecţie IP55, conform SR EN 60529, în afara cazului când este asigurată o protecţie echivalentă prin alte mijloace.

7.8.5. Pentru protecţia de bază (împotriva atingerilor directe) nu se admite utilizarea de bariere sau amplasare în afara zonei de accesibilitate la atingere.

7.8.6. În cazul utilizării reţelei TN, se va utiliza numai sistemul TN-S.
Pentru protecţia în caz de defect (împotriva atingerilor indirecte) trebuie utilizată ca măsură suplimentară protecţia la curent rezidual, cu excepţia cazului în care se utilizează un transformator de separare montat la chei (fig. 7.8.1).
Nu se admite măsura tehnică de protecţie prin amplasamente neconductoare.

7.8.7. Părţile conductoare accesibile ale ambarcaţiunii de agrement care pot ajunge la potenţialul pământului sau la tensiunea de defect, trebuie conectate între ele printr-o legătură de echipotenţializare, conectată la un conductor de protecţie. Conductorul de protecţie trebuie să fie din cupru, flexibil, cu secţiunea minimă de $4mm^2$.
Prevederea nu se aplică în cazul prezentat în figura 7.8.4.

7.8.8. Măsura de protecţie prin separare electrică se va realiza cu transformatoare de separare conform recomandărilor din SR EN 61558-2-4 şi SR HD 60364-4-41.
Se prezintă 3 tipuri de protecţie prin separare electrică:

a) alimentare prin transformator de separare montat la chei (fig. 7.8.2.).

Nu se va realiza nici o conexiune între legătura de echipotenţializare a ambarcaţiunii de agrement şi conductorul de protecţie al cheiului.
La o bornă a unei înfăşurări secundare a transformatorului de separare se va conecta numai o ambarcaţiune de agrement.
Următoarele elemente trebuie conectate la un conductor al legăturii de echipotenţializare care, la rândul ei, trebuie conectată la o bornă a unei înfăşurări secundare a unui transformator de separare:

- părţile metalice ale ambarcaţiunii de agrement în contact electric cu apa; dacă tipul de construcţie nu asigură continuitatea, este necesar ca această legătură să se realizeze în mai multe puncte;
- contactele de protecţie ale tuturor prizelor de curent;
- masele echipamentelor electrice.

b) alimentare de la chei prin transformator de separare montat la bordul ambarcaţiunii de agrement (fig. 7.8.3).

0Nu trebuie realizată nicio conexiune între legătura de echipotenţializare a ambarcaţiunii de agrement şi conductorul de protecţie al cheiului.

În cazul în care înfăşurarea secundară a transformatorului de separare trebuie conectată la părţile metalice ale ambarcaţiunii de agrement, următoarele părţi metalice trebuie conectate efectiv la un conductor al legăturii de echipotenţializare, care la rândul ei trebuie conectată la o bornă a înfăşurării secundare a transformatorului de separare:

- contactele de protecţie ale tuturor prizelor de curent;
- masele echipamentelor electrice ale ambarcaţiunii de agrement;
- părţile metalice în contact electric cu apa din jurul ambarcaţiunii.

c) alimentarea de la chei prin transformator de separare nelegat la pământ montat la bordul ambarcaţiunii (fig. 7.8.4.).

Dacă înfăşurarea secundară a transformatorului de separare nu este conectată la părţile metalice ale ambarcaţiunii, la o singură înfăşurare secundară a transformatorului se va conecta o singură priză de curent sau un singur aparat.

7.8.9. Sisteme de pozare pentru porturile mici

Pentru porturile mici sunt permise următoarele sisteme de cabluri:

- cabluri cu conductoare de cupru, cu izolaţie şi manta termoplastică sau elastomerică, pozată în tuburi flexibile metalice sau în ţevi galvanizate cu rezistenţă medie sau ridicată;
- cabluri cu izolaţie minerală şi manta de PVC;
- cabluri armate, cu manta din material termoplastic sau elastomeri.

7.8.10. Pentru instalaţii flotante sau pe structurile cheiului din porturile mici sunt interzise următoarele sisteme de pozare pentru instalaţii electrice:

- linii aeriene;
- cabluri care pot prezenta risc de rupere;
- cabluri cu conductoare din aluminiu.

7.8.11. Tuburile de protecţie trebuie prevăzute cu fante sau găuri pentru evacuarea umidităţii.

7.8.12. Fiecare circuit electric trebuie să aibe un conductror de protecţie. Face excepţie sistemul din fig. 7.8.4 .

7.8.13. Cablurile trebuie instalate astfel încât mişcările ambarcaţiunii să nu poată produce deteriorări mecanice.

Cablurile trebuie instalate astfel pentru a se evita:

- deplasările datorate mişcărilor ambarcaţiunii;
- deteriorările prin frecări, tensionări sau striviri;
- expunerile la temperaturi ambiante neadmise.

Cu excepţia cazului în care cablurile sunt instalate în elemente de protecţie (tuburi din plastic, conducte, goluri din construcţie) ele trebuie să fie fixate prin coliere sau cleme necorozive la intervale de cca. 30 cm. Acestea trebuie pozate la distanţa de securitate faţă de rezervoarele de combustibil, ţevile de evacuare a gazelor de eşapament şi de sursele de căldură.

7.8.14. Trebuie utilizate următoarele tipuri de cabluri cu conductoare din cupru, cu secţiune minimă de 1,5mm^2:

- cabluri flexibile, cu un singur conductor (SR HD 22) montate în tuburi nemetalice;
- cabluri rigide cu toroane, cu minim 7 toroane (SR HD 21), montate în tuburi nemetalice;
- cabluri flexibile, cu manta obişnuită de policloropren (SR HD 22) sau similare.

Tuburile de protecţie trebuie să corespundă cu SR EN 61386. Nu trebuie utilizate tuburi din polietilenă pliabilă.

7.8.15. Înădirile cablurilor trebuie realizate prin manşoane etanşe, utilizând borne, îmbinare cu şuruburi sau conexiuni sertizate.
La îmbinările cu şuruburi acestea trebuie să se autoblocheze.
Conexiunile cablurilor trebuie amplasate în cutii care asigură o protecţie adecvată. Capacele cutiilor trebuie să fie înlăturate cu ajutorul unor scule speciale.

7.8.16. Nu trebuie să existe conexiuni pe zonele unde cablurile sunt inaccesibile.

7.8.17. Manşoanele cablurilor la trecerile prin punte şi prin pereţii etanşi de compartimentare trebuie să aibe o construcţie care să asigure etanşeitate la apă (IP 55).

Aparataj

7.8.18. Tablourile de distribuţie care alimentează porturile mici pentru ambarcaţiuni de agrement trebuie dispuse în imediata apropiere a danelor.

7.8.19. Tablourile situate la exterior trebuie să aibe un grad de protecţie IP44 conform SR EN 60529. Carcasele trebuie să fie protejate la coroziune şi împotriva deteriorărilor mecanice.
Tablourile electrice şi prizele asociate montate pe instalaţii flotante sau pe debarcader trebuie fixate le cel puţin 1m deasupra pasarelei. Această înălţime poate fi redusă la 0,3m dacă sunt luate măsuri suplimentare de protecţie împotriva jeturilor de apă.

7.8.20. Tablourile de distribuţie care alimentează porturile mici trebuie să conţină, pentru fiecare punct de acostare, câte o priză de curent. Prizele de curent trebuie să corespundă SR EN 60309-2, să fie conectate la conductorul de protecţie şi să aibe următoarele caracteristici tehnice:

- Tensiune nominală : 250V
- Curent nominal : 16A
- Poziţie orară : 6 h
- Număr de poli : 2P +PE
- Grad de protecţie : IP44 şi IK08

7.8.21. Într-o carcasă pot fi grupate cel mult 6 prize de curent.
Prizele de curent sau grupurile de prize destinate utilizării pe aceeaşi pasarelă sau pe acelaşi debarcader trebuie alimentate de pe aceeaşi fază, dacă nu sunt alimentate printr-un transformator de separare.

7.8.22. Fiecare grup de prize de curent trebuie prevăzute cu un dispozitiv de curent diferenţial rezidual cu un curent nominal de maxim 30 mA (fig. 7.8.1) sau fiecare priză trebuie protejată printr-un transformator de separare (fig. 7.8.2) sau printr-o combinaţie de dispozitive diferenţiale reziduale şi transformator de separare (fig. 7.8.3 şi 7.8.4).

7.8.23. Fiecare priză de curent trebuie prevăzută cu un dispozitiv individual împotriva supracurenţilor, având un curent nominal cel mult egal cu 16A. În funcţie de caracteristicile alimentării, poate fi prevăzută o protecţie bipolară (a se vedea subcap.4.3).

Conectarea ambarcaţiunii de agrement

7.8.24. Dispozitivul de conectare a ambarcaţiunii de agrement se compune din:

a) o fişă 2P + PE cu caracteristicile de la art. 7.8.20;
b) un cablu flexibil cu 3 conductoare, tip 245 din SR EN 60065 sau echivalent, conectat permanent la ambarcaţiunea de agrement sau prin intermediul unui conector cu caracteristicile de la art. 7.8.20. Lungimea cablului nu va depăşi 25 m şi nu va avea conexiuni intermediare pe lungimea sa (va fi dintr-o bucată).

7.8.25. Când conectarea ambarcaţiunii este realizată prin intermediul unei cutii de conexiuni şi a unui conector, acestea trebuie fixate într-un punct uşor accesibil, unde nu pot fi deteriorate prin mişcările

ambarcaţiunii, frecările prin atingerea de cablurile ancorei, prin atingerea de parâme, prin strivire sau frecare de orice altă parte mobilă.

7.8.26. Circuitele tabloului ambarcaţiunii trebuie să îndeplinească condiţiile din art. 7.8.18 ...7.8.25. Tablourile de distribuţie ale ambarcaţiunii trebuie să fie uşor accesibile. Carcasele tablourilor trebuie să fie executate din metal sau alte materiale rezistente la foc. (vezi SR EN 60695-2-11).

7.8.27. Toate circuitele trebuie protejate prin dispozitive de protecţie la supracurenţi prin siguranţe fuzibile sau disjunctoare.

7.8.28. Ambarcaţiunea de agrement trebuie prevăzută cu un întreruptor general, uşor accesibil, pentru izolarea tuturor circuitelor. Dacă există un singur circuit, dispozitivul de protecţie la supracurenţi va realiza separarea.

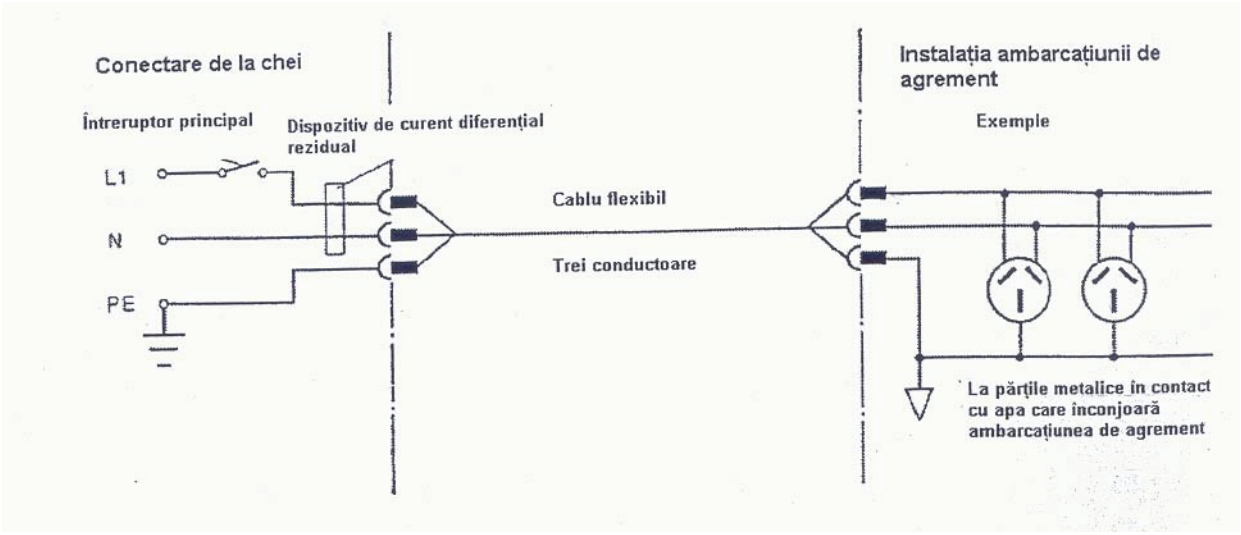


Fig. 7.8.1. Conectarea directă la reţeaua de alimentare cu dispozitiv de protecţie de curent diferenţial rezidual

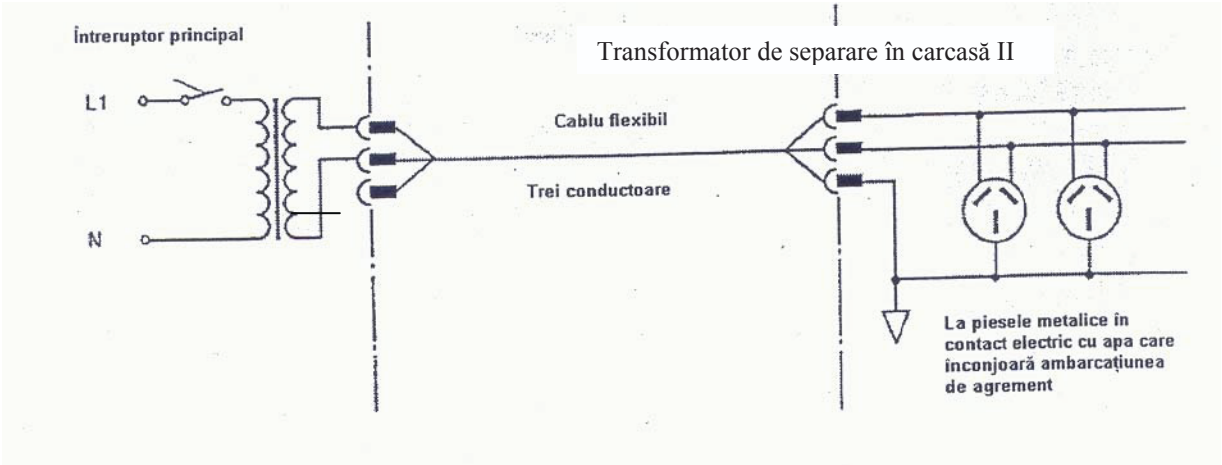


Fig. 7.8.2. Transformatoare de separare la chei. Conectare la reţeaua de alimentare printr-un transformator de separare (cocă şi părţi metalice legate)

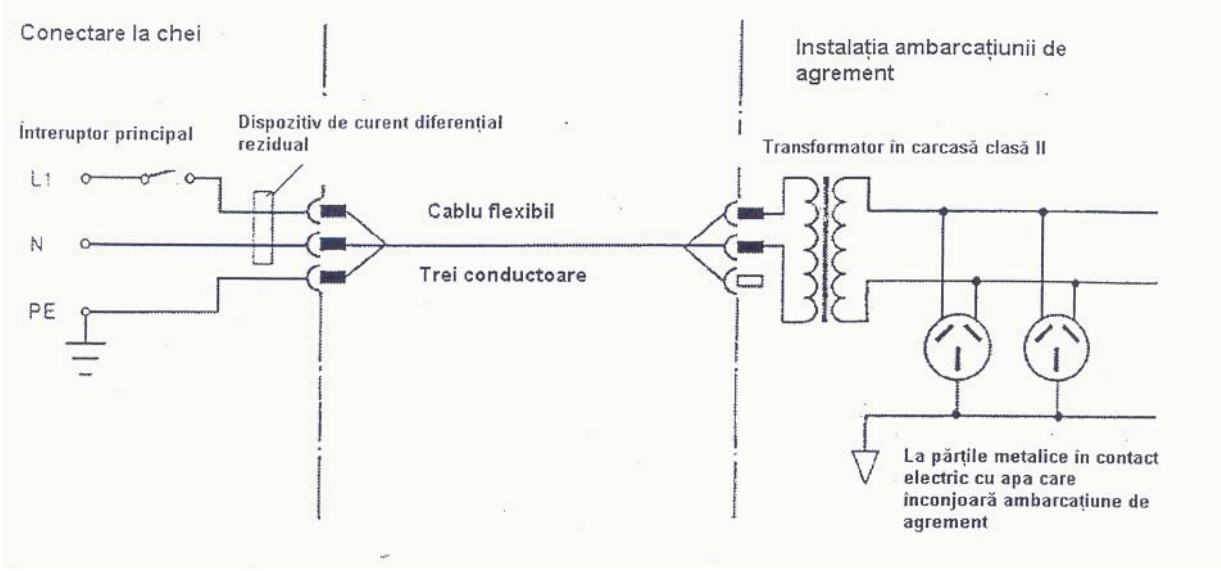


Fig. 7.8.3. Transformatoare de separare la bord. Conectare la reţeaua de alimentare cu dispozitiv de protecţie de curent diferenţial rezidual printr-un transformator de separare (cocă şi părţi metalice legate)

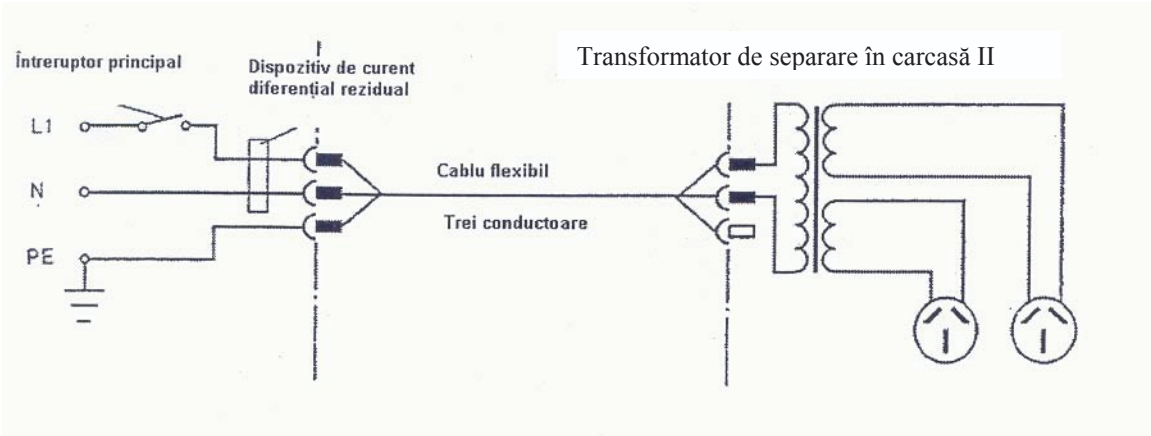


Fig. 7.8.4. Conexiune la reţeaua de alimentare cu dispozitiv de protecţie de curent diferenţial rezidual prin transformator de separare la bord, fără echipotenţializare

O singură priză de curent sau un singur aparat pe infăşurarea de ieşire (a se vedea 7.8.8.c)

7.9. Instalaţii electrice în amplasamente pentru utilizări medicale

7.9.1. Domeniul de aplicare

Prevederile particulare din acest capitol sunt aplicabile instalaţiilor electrice din amplasamente pentru utilizări medicale în scopul asigurării securităţii pacienţilor şi personalului medical. Aceste prevederi se referă în general la spitale, clinici private, cabinete medicale şi dentare, centre de îngrijire a sănătăţii şi cabinete medicale pentru consultaţii la locul de muncă.
Prevederile sunt conforme cu recomandările din SR CEI 60364-7-710.

7.9.2. Pentru corecta aplicare a acestor prevederi se definesc următoarele noţiuni:

- **amplasamente pentru utilizări medicale:** amplasamente prevăzute pentru scopuri de diagnostic, tratamente, inclusiv cele cosmetice, supraveghere şi îngrijiri pacienţi;
- **pacient:** persoană sau animal în viaţă supuse unei examinări sau unui tratament medical sau dentar;

- **echipament electric medical:** echipament electric dotat cu cel mult un mijloc de conectare la reţeaua de alimentare, utilizat pentru:
  - diagnostic;
  - tratament;
  - supravegherea pacientului sub control medical;
  - stabilirea unui contact fizic sau electric cu pacientul;
  - transferul de energie sau detectarea acestuia spre sau dinspre pacient;
- **parte aplicată:** parte a echipamentului electric medical care, în utilizarea normală:
  - vine în mod necesar, în contact fizic cu pacientul pentru îndeplinirea funcţiei sale, sau
  - poate fi adusă în contact cu pacientul, sau
  - necesită să fie atinsă de pacient;
- **amplasamentele medicale se clasifică** din punctul de vedere al şocurilor electrice astfel (tabelul 7.1):
  - **grupa 0**: amplasament cu utilizare medicală în care nu este utilizată nici o parte aplicată;
  - **grupa 1**: amplasament cu utilizare medicală în care părţile aplicate sunt utilizate în exterior sau prin intervenţie asupra tuturor părţilor corpului, cu excepţia cazurilor din grupa 2;
  - **grupa 2**: amplasament pentru utilizare medicală în care părţile aplicate sunt destinate a fi utilizate în aplicaţii cum ar fi proceduri intracardiace, câmpuri operatorii şi tratamente vitale în care întreruperea alimentării pune în pericol viaţa;
- **sistem electromedical:** asocierea mai multor aparate care nu sunt electromedicale, care au o funcţie specifică şi sunt interconectate printr-un cuplor sau la o priză multiplă mobilă;
- **mediul pacientului:** orice volum în care poate să se producă contactul intenţionat sau neintenţionat între pacient şi părţile unui sistem electric medical sau între pacient şi alte persoane care ating părţile acestui sistem;
- **reţea IT medical:** reţea care prezintă prevederi speciale pentru aplicaţii medicale.

7.9.3. Clasificarea amplasamentelor pentru utilizare medicală trebuie să se facă în acord cu personalul medical, organizaţia de sănătate interesată sau organizaţia responsabilă de securitatea şi sănătatea muncii. În scopul determinării clasificării unui amplasament pentu utilizări medicale este necesar ca personalul medical să indice procedurile medicale care trebuie utilizate în acest amplasament.

Tabel 7.9.1.
Exemple de clasificare a grupelor şi a claselor de comutare

Nr. crt.	Amplasament medical	Explicarea termenului	Grupa			Clasa	
			0	1	2	≤ 0,5	>0,5s ≤ 15s
0	1	2	3	4	5	6	7
1	Sală de masaj		X	X			X
2	Saloane	Sală sau grup de săli pentru utilizări medicale în care pacienţii sunt cazaţi în perioada de spitalizare sau în orice aşezământ medical		X			
3	Sală de naşteri			X		X[1)]	X
4	Sală de ECG, EEG, EHG	ECG- electrocardiogramă; EEG- electroencefalogramă; EHG- electrohisterogramă		X			X
5	Sală de endoscopie	Se aplică metodele de endoscopie pt. examinarea organelor prin orificii naturale sau artificiale (bronhoscopie, laringoscopie, gastroscopie etc)		X[2)]			X[2)]
6	Sală de consultaţii şi tratament	Sală de examinare şi tratament		X			X

7	Sală de urologie	Nu este sală de operaţie Sala în care actul de diagnostic şi tratament pe canalul urogenital sunt efectuate cu un echipament electromedical, de ex. cu radiaţii X, de endoscopie sau de chirurgie cu înaltă frecvenţă		X[2)]			X[2)]
8	Sală de diagnostic şi de radioterapie alta decât cea de la pct. 21	Sală de diagnostic radiologic pentru utilizarea radiaţiei ionizante sau terapie prin utilizarea radiaţiei ionizante		X			X
9	Sală de hidroterapie	Tratamente terapeutice cu apă, apă sărată, nămol, argilă, vapori, nisip, apă cu bule cu gaz, apă sărată cu gaz, terapie prin inhalaţii, electroterapie în apă, termoterapie prin masaj sau în apă. Piscinele de uz general şi sălile de baie nu fac parte din această categorie.		X			X
10	Sală de fizioterapie	Sală în care pacienţii sunt trataţi prin metode fizioterapeutice		X			X
11	Sală de anestezie	Sală pentru utilizări medicale în care se aplică anestezia generală			X	X[1)]	X
12	Sală de operaţie	Sală în care se practică intervenţii chirurgicale			X	X[1)]	X
13	Sală de pregătire a operaţiei	Sală în care pacienţii sunt pregătiţi înainte de intervenţia chirurgicală, de ex. prin aplicarea anesteziculuiu		X	X	X[1)]	X
14	Sală de pansamente (montarea gipsului)	Sală în care gipsul de mulaj sau alt pansament similar sunt aplicate când pacientul este sub anestezie. Sala face parte din blocul operator şi comunică cu ea.		X	X	X[1)]	X
15	Sală de reanimare	Sală în care pacientul aflat sub anestezie se trezeşte. Sala se află în general foarte aproape de blocul operator		X	X	X[1)]	X
16	Sală de cateterism cardiac	Examinare sau tratament al inimii prin catetere. Ex: măsuri de acţiune hemodinamică a inimii, prelevare de sânge, injecţii cu substanţe de contrast sau implant de simulatoare			X	X[1)]	X
17	Sală de tratamente intensive	Sală în care pacienţii sunt supravegheaţi în afara intervenţiei chirurgicale printr-un echipament electric medical cu care acţiunile corpului pot fi stimulate			X	X[1)]	X
18	Sală de examinări angiografice	Sală prevăzută pentru vizualizarea arterelor sau venelor cu produse de contrast			X	X[1)]	X
19	Sală de hemodializă	Sală în care pacienţii sunt conectaţi la un echipament electric medical pt. dezintoxicarea sângelui		X			X
20	Sală de imagistică prin rezonanţă magnetică (RMN)			X			X
21	Medicină nucleară			X			X
22	Sală de prematuri				X	X[1)]	X

1) Lămpile şi echipamentul electric medical care necesită o alimentare cu energie în care întreruperea nu poate depăşi 0,5 s.
2) Nu este sală de operaţie

Protecţia împotriva şocurilor electrice

7.9.4. Utilizarea reţelei TN – C este interzisă în amplasamente pentru utilizare medicală şi în construcţii pentru utilizări medicale în aval de tabloul principal.

7.9.5. Pentru amplasamente pentru utilizări medicale din grupele 1 şi 2, tensiunile nominale ale echipamentelorTFJS şi/sau TFJP trebuie să fie limitate la 25 V în tensiune alternativă sau 60V în tensiune continuă filtrată.

7.9.6. Protecţia de bază (împotriva atingerilor directe) se asigură prin izolarea părţilor active şi prin bariere sau carcase conform subcap. 4.1.

7.9.7. În amplasamente pentru utilizări medicale din grupa 2 masele echipamentelor trebuie conectate printr-o legătură de echipotenţializare.

7.9.8. Protecţia de bază (împotriva atingerilor directe) prin obstacole şi prin amplasamente în afara zonei de accesibilitate la atingere nu este admisă.

7.9.9. Protecţia la defect (împotriva atingerilor indirecte) se realizează prin întreruperea automată a alimentării.

7.9.10. În amplasamentele pentru utilizări medicale pentru grupele 1 şi 2 se aplică regulile:
- în reţelele IT, TN şi TT tensiunea convenţională de atingere U_L nu trebuie să depăşească 25 V ($U_L \leq 25$ V);
- timpii de deconectare la apariţia unui defect în reţelele TN si TT sunt cei din tabelul 4.1.
- timpii de deconectare la apariţia celui de al doilea defect în reţeaua IT sunt identici cu cei pentru reţeaua TN din tabelul 4.1.

7.9.11. Pentru reţeaua TN, circuitele terminale din amplasamentele din grupa 1, care au un curent nominal până la 32 A trebuie prevăzute cu dispozitive diferenţiale de curent diferenţial rezidual nominal de maximum 30 mA (protecţie suplimentară).

7.9.12. Pentru reţeaua TN, în amplasamentele din grupa 2, protecţia prin întreruperea automată a alimentării prin dispozitive de protecţie de curent diferenţial rezidual cu un curent mai mic de 30 mA trebuie utilizată pentru următoarele circuite:
- circuitele de alimentare a meselor de operaţie;
- circuitele pentru aparate cu radiaţii X;
- circuitele pentru echipamente, cu o putere nominală mai mare de 5 kVA;
- circuitele pentru echipamente electrice necritice (care nu pun viaţa în pericol).

Dispozitivele diferenţiale prescrise la art. 7.9.11 şi 7.9.12 trebuie să fie numai de tip A sau B.

7.9.13. În amplasamentele pentru utilizări medicale din grupele 1 şi 2 prescripţiile referitoare la reţeaua TN sunt aplicabile şi pentru reţeaua TT şi în toate cazurile trebuie utilizate dispozitive de protecţie la curent diferenţial rezidual.

7.9.14. În amplasamentele pentru utilizări medicale din grupa 2 trebuie utilizată reţeaua IT medical pentru circuitele care alimentează echipamente electrice medicale şi sistemele destinate supravegherii procedurilor pentru aplicaţii de chirurgie şi alte ehipamente amplasate în mediul pacientului, cu excepţia echipamentelor citate la art. 7.9.12.

7.9.15. Pentru fiecare amplasament din grupa 2 destinat aceleiaşi funcţii este necesară prevederea a cel puţin o reţea IT medical separată. Reţeaua IT medical trebuie echipată cu un dispozitiv de control permanent a izolaţiei cu următoarele caracteristici tehnice:
- rezistenţa electrică internă, la tensiune alternativă trebuie să fie cel puţin egală cu 100 $k\Omega$;
- tensiunea de încercare trebuie să nu depăşească 25 V tensiune continuă;
- valoarea de vârf a curentului de testare, în aceleaşi condiţii de defect, nu trebuie să depăşească 1 mA.

7.9.16. Pentru fiecare reţea "IT medical"se va prevedea un echipament de semnalizare vizuală şi sonoră, amplasat într-un spaţiu cu supraveghere permanentă (funcţionare normală, atingerea valorii inferioare a rezistenţei de izolaţie etc.).

7.9.17. Când un transformator destinat reţelei IT medical alimentează numai un echipament nu este necesară instalarea unui dispozitiv de control al izolaţiei. Este necesară supravegherea suprasarcinii şi creşterile de temperatură ale transformatorului.

7.9.18. În fiecare amplasament pentru utilizare medicală din grupele 1 şi 2 trebuie realizată o legătură echipotenţială suplimentară pentru egalizarea diferenţelor de potenţial între următoarele părţi din mediul pacientului:

- conductoare de protecţie;
- elemente conductoare care nu aparţin unei instalaţii electrice;
- ecrane de protecţie împotriva câmpurilor electrice perturbatoare;
- grilaje de protecţie ale părţilor conductoare electrice;
- părţile conductoare accesibile ale transformatoarelor de separare;
- mesele de operaţii fixe neconductoare electrice, paturile de fizioterapie, scaunele dentare.

7.9.19. În amplasamente medicale din grupa 2, rezistenţa conductoarelor, inclusiv a conexiunilor între borna de legare la pământ a prizelor de curent sau a echipamentelor fixe sau elementelor conductoare şi bara de echipotenţializare nu trebuie să depăşească 0,2 Ω (se verifică prin utilizarea unei secţiuni corespunzătoare a conductorului de protecţie).

7.9.20. Bara de echipotenţializare trebuie situată în interiorul sau în vecinătatea amplasamentului. În fiecare tablou de distribuţie sau lângă acesta trebuie să existe o bară de echipotenţialitate suplimentară la care trebuie conectate vizibil conductoarele de protecţie şi echipotenţializare.

Transformatoare pentru reţeaua "IT medical"

7.9.21. Transformatoarele trebuie instalate la interiorul sau exteriorul amplasamentului medical, cât mai aproape posibil de spaţiul deservit, în dulapuri sau carcase care să împiedice contactul întâmplător cu părţile active.

7.9.22. Tensiunea nominală U_n în secundarul transformatorului trebuie să fie cel mult 250 Vc.a.

7.9.23. Transformatoarele pentru reţeaua IT medical pentru amplasamente medicale din grupa 2 trebuie se recomandă să fie conform SR EN 60558-2-15, cu următoarele prevederi suplimentare:

- curentul electric de fugă al înfăşurării secundare la pământ şi curentul electric de fugă prin carcasă nu trebuie să fie mai mari de 0,6 mA, atunci când transformatorul în gol este alimentat la tensiunea şi frecvenţa nominală;
- puterea nominală a transformatoarelor monofazate care alimentează echipamente portabile şi fixe să fie de cel puţin 0,5 kVA şi cel mult de 10 kVA.

7.9.24. Pentru alimentarea sarcinilor trifazate în reţeaua IT medical trebuie prevăzut un transformator separat cu tensiunea în secundar mai mică de 250 V.

Risc de incendiu

7.9.25. În scopul minimizării aprinderii gazelor, aparatele electrice (prize de curent, întreruptoare) trebuie instalate la o distanţă de cel puţin 0,2 m (în cele trei axe) de locul de evacuare (degajare) a gazelor.

7.9.26. Se recomandă măsuri de prevenire a apariţiei electricităţii statice pe conductele care transportă gaze medicale.

Protecţia circuitelor în amplasamente pentru utilizări medicale din grupa 2

7.9.27. Fiecare circuit trebuie protejat împotriva curenţilor de suprasarcină şi de scurtcircuit.
Siguranţele fuzibile pot fi utilizate pentru protecţia împotriva scurtcircuitelor.
Protecţia împotriva curenţilor de suprasarcină nu este admisă în amonte şi în aval de circuitele de

alimentare ale transformatorului din reţeaua IT medical.

Servicii de securitate (alimentare de rezervă)

7.9.28. Clasificarea serviciilor de securitate pentru amplasamentele medicale din grupele 1 şi 2 este prezentată în tabelul 7.9.2.

Tabel 7.9.2.
Clasificarea serviciilor de securitate necesare amplasamentelor pentru utilizări medicale

Clasa 0 (fără întrerupere)[1)]	Alimentare automată de rezervă disponibilă fără întrerupere
Clasa 0,15 (întrerupre foarte scurtă)	Alimentare automată de rezervă disponibilă în mai puţin de 0,15s)[2]
Clasa 0,5 (întrerupere scurtă)	Alimentare automată de rezervă disponibilă în mai puţin de 0,5s
Clasa 15 (întrerupere medie)	Alimentare automată de rezervă disponibilă în mai puţin de 15s
Clasa >15 (întrerupere lungă)	Alimentare automată de rezervă disponibilă în mai mult de 15s

1) Necesară pentru echipamente electrice medicale
2) Expresia "în mai puţin de" este echivalentă cu "≤".

7.9.29. Comutarea pe sursa de alimentare de securitate trebuie să se facă cu o întârziere corespunzătoare, care ţine seama de timpul necesar pentru automenţinerea disjuntoarelor (la întreruperi scurte).

7.9.30. Alimentarea serviciilor de securitate cu un timp de comutare mai mic sau egal cu 0,5 s.

În eventualitatea unei lipse de tensiune cel puţin pe una dintre fazele ale tabloului principal de distribuţie, o sursă de securitate trebuie să menţină alimentarea lămpilor scialitice şi altor lămpi esenţiale, de exemplu pentru endoscoape, timp de 3 ore, asigurând comutarea automată în cel mult 0,5s.

7.9.31. Alimentarea serviciilor de siguranţă cu un timp de comutare mai mic sau egal cu 15 s.

Echipamentele trebuie conectate în cel mult 15 s la o sursă de alimentare de securitate pentru o durată de minim 24 ore, când tensiunea pe cel puţin una din faze ale tabloului principal de distribuţie a scăzut cu mai mult de 10% din valoarea tensiunii nominale de alimentare, mai mult de 3 s.

Durata de 24 ore poate fi redusă la minim 3 ore dacă prescripţiile medicale şi de uilizare ale amplasamentului permit tratamentul/examinările.

Echipamentele care necesită o astfel de alimentare sunt:

- iluminatul de securitate pentru evacuare (pe căile de evacuare cu un corp de iluminat din două se conectează la sursa de securitate);
- iluminatul de siguranţă pentru continuarea lucrului în camera generatorului şi în camerele tablourilor electrice principale de distribuţie normală şi de siguranţă, în amplasamentele în care se desfăşoară servicii esenţiale (în fiecare amplasament cel puţin un corp de iluminat trebuie alimentat de la sursa de siguranţă), în amplasamente pentru utilizări medicale din grupa 1 (în fiecare amplasament cel puţin un corp de iluminat trebuie alimentat de la sursa de siguranţă), în amplasamentele pentru utilizări medicale din grupa 2 (minim 50% din corpurile de iluminat trebuie alimentate de la sursa de securitate);
- ascensoarele de pompieri;
- sistemele de evacuare a fumului şi gazelor fierbinţi;
- sistemele de sonorizare pentru situaţii de urgenţă;
- echipamentele electrice medicale în amplasamente din grupa 2 utilizate la chirurgie sau alte echipamente definite de personalul responsabil;

- echipamentul electric pentru furnizarea gazului medical incluzând aerul comprimat, instalaţii de aspirare şi de eliminare a anestezicelor şi dispozitivelor lor de supraveghere;
- sistemele de detectare, semnalizare, alarmare şi de stingere a incendiului.

7.9.32. Alimentarea serviciilor de securitate cu timp de comutare mai mare de 15 s
Alte echipamente decât cele specificate în art. 7.9.30. şi 7.9.31, necesare pentru menţinerea serviciilor de spital, pot fi conectate manual sau automat la o sursă de alimentare de siguranţă care funcţionează pe o durată de minim 24 ore.
Astfel de echipamente sunt, de exemplu:
- echipamente de sterilizare;
- instalaţii tehnice: aer condiţionat, încălzire, ventilare, eliminare a deşeurilor;
- echipamente de răcire;
- echipamente pentru bucătărie;
- echipamente de încărcare a acumulatoarelor.

7.9.33. În fiecare amplasament din grupa 2 de tratament pentru pacient, fiecare priză de curent din reţeaua IT medical trebuie protejată individual împotriva supracurenţilor
În acelaşi amplasament pot fi circuite alimentate din reţeaua TN-S conform art. 7.9.12.

Protecţia împotriva perturbaţiilor electromagnetice

7.9.34. Încăperile în care trebuie luate măsuri de protecţie împotriva perturbaţiilor electromagnetice sunt următoarele:
- săli de ECG, EEG, EMG;
- săli de reanimare şi de terapie intensivă;
- săli de cateterism;
- săli de angiografie;
- săli de operaţie.

Echipamentele electrice care pot produce astfel de perturbaţii sunt:
- transformatoarele, motoarele, tablourile de distribuţie;
- balasturile surselor fluorescente.

7.9.35. În încăperile în care funcţionarea aparatelor electromedicale poate fi perturbată trebuie să se ia următoarele măsuri:
- pereţii, pardoselile şi tavanele trebuie prevăzute cu un sistem de ecranare corespunzător;
- cablurile circuitelor care intră în aceste încăperi trebuie să fie ecranate, cu ecranul legat la pământ;
- carcasele metalice ale echipamentelor fixe de clasă II sau III trebuie să fie legate la bara de egalizare a potenţialelor.

7.10. Instalaţii electrice pentru sălile pentru expoziţii, spectacole şi standuri

7.10.1. Prevederile speciale din acest capitol se aplică instalaţiilor electrice temporare de la expoziţii, spectacole şi standuri şi sunt în conformitate cu recomandările din SR HD 384.7.711 S1.

7.10.2. Pentru scopurile acestui capitol se definesc următoarele noţiuni ale amplasamentelor speciale:
- **expoziţie**: eveniment destinat prezentării şi/sau vânzării de produse etc., care poate avea loc în orice amplasament convenabil fie o încăpere, fie o construcţie, fie o structură temporară;
- **spectacol**: prezentare sau manifestare în orice amplasament convenabil;
- **stand**: o zonă sau structură temporară utilizată pentru prezentare, publicitate, vânzare, jocuri etc.;
- **structură temporară**: entitate sau parte a unei entităţi care conţine elemente mobile portabile, situate în interior sau exterior şi destinată a fi montată sau demontată;

- **instalaţie electrică temporară**: instalaţia electrică pusă în funcţiune şi demontată în acelaşi timp cu standul sau expoziţia la care este asociată;
- **originea instalaţiei electrice temporare**: punct al instalaţiei permanente sau a unei surse de la care se livrează energia electrică.

7.10.3. Tensiunea nominală a instalaţiilor electrice temporare ale expoziţiilor, spectacolelor şi standurilor trebuie să fie maxim 230 V/400 V tensiune alternativă sau 500 V tensiune continuă.

7.10.4. În instalaţiile electrice temporare se utilizează numai reţele TN-S.
Reţeaua IT poate fi utilizată numai în aplicaţii cu tensiune continuă.

7.10.5. Nu vor fi utilizate măsurile pentru protecţia de bază (împotriva atingerilor directe) prin bariere şi prin amplasarea în afara zonei de accesibilitate la atingeri (subcap.4.1).

7.10.6. Nu vor fi utilizate măsurile tehnice pentru protecţia în caz de defect (împotriva atingerilor indirecte) prin amplasamente neconductoare şi prin legături de echipotenţializare locale nelegate la pământ (subcap.4.1).

7.10.7. Datorită riscului de defectare a cablurilor în amplasamentele temporare se recomandă ca pe circuitele de alimentare a structurilor temporare să fie prevăzută deconectarea automată realizată prin dispozitive de curent diferenţial rezidual al cărui curent diferenţial rezidual nominal să fie de cel mult 300 mA.
Aceste dispozitive trebuie să prezinte o întârziere conform SR EN 60947-2 sau să fie de tip S conform SR EN 61008-1 sau SR EN 61009-1 pentru a asigura selectivitatea cu dispozitivele diferenţiale ale circuitelor terminale.

7.10.8. Toate circuitele pentru prize de curent de valoare nominală până la 32 A şi toate ciruitele terminale, altele decât cele de iluminat de siguranţă trebuie prevăzute cu un dispozitiv diferenţial rezidual al cărui curent rezidual nominal este de cel mult 30 mA.

7.10.9. Trebuie luate măsuri de protecţie împotriva focului pentru:
- motoarele prevăzute cu comandă automată sau de la distanţă, nesupravegheate permanent, care trebuie echipate cu dispozitiv de protecţie, împotriva temperaturilor excesive;
- echipamentele pentru iluminat (spoturi, lămpi cu incandescenţă, mici proiectoare) şi alte echipamente sau aparate a căror temperaturi la suprafaţă sunt ridicate, care trebuie supravegheate şi instalate departe de materialele combustibile, împiedicând orice contact cu acestea. În toate aceste cazuri trebuie luate în considerare instrucţiunile constructorului.

7.10.10. Aparatajul de comandă şi protecţie trebuie amplasat în carcase închise ferm (protecţie IP4X) care nu pot fi deschise decât cu ajutorul unei chei sau a unei scule speciale, cu excepţia părţilor concepute şi destinate a fi manevrate de persoane obişnuite (BA1).

7.10.11. În instalaţiile electrice temporare cablurile vor fi armate sau protejate mecanic.
Conductoarele cablurilor trebuie să fie din cupru, cu secţiune minimă de 1,5 mm^2 şi să fie conform SR HD 21 sau SR HD 22, după caz.

7.10.12. Cablurile (cordoanele) flexibile nu se vor poza în locuri accesibile publicului şi vor fi protejate cel puţin împotriva deteriorărilor mecanice.

7.10.13. În clădirile utilizate pentru expoziţii, care nu sunt prevăzute cu instalaţii de detectare şi semnalizare a incendiilor, cablurile vor fi:
- de tip rezistente la foc sau cu degajare redusă de fum (conform SR EN 61034) sau
- cabluri nearmate cu un conductor sau multifilare închise în sisteme de jgheaburi sau de tuburi metalice sau nemetalice (întârziere la propagarea flăcării), etanşe, cu grad de protecţie de minim IP 4X.

7.10.14. Conexiunile electrice se realizează numai în doze (carcase) cu grad de protecţie minim IP4X.

7.11. Instalaţii electrice pentru sisteme fotoelectrice de alimentare cu energie

7.11.1. Domeniul de aplicare

Prescripţiile speciale din acest capitol se aplică la instalaţiile electrice ale sistemelor de alimentare cu "energie solară fotoelectrică " (PV) inclusiv modulele cu tensiune alternativă. Aceste prescripţii sunt conforme cu recomandările din standardul SR HD 60364-7-712.

7.11.2. Definiţii

Noţiunile specifice acestui capitol se definesc cu exemplificări în fig. 7.11.1 şi 7.11.2:

- **celulă PV:** dispozitiv de bază PV care poate genera electricitate, atunci când este expus radiaţiei solare;
- **modul PV:** cel mai mic ansamblu de celule PV interconectate, protejat la influenţele mediului;
- **lanţ PV:** circuit în care modulele PV sunt conectate în serie pentru a forma ansamblul care să genereze tensiunea la ieşire specificată;
- **grup PV:** ansambluri de module PV, integrate mecanic şi electric şi alte componente necesare pentru a constitui o unitate de alimentare cu energie electrică la tensiune continuă;
- **cutia de joncţiune a grupurilor PV:** carcasă în care toate lanţurile PV ale tuturor grupurilor PV sunt conectate electric şi în care pot fi amplasate dispozitive de protecţie, dacă este necesar;
- **generator PV:** ansamblu de grupuri PV;
- **cutia de joncţiune a generatorului PV:** carcasă în care toate grupurile PV sunt conectate electric şi în care pot fi amplasate dispozitive de protecţie, dacă este necesar;
- **cablul lanţului PV:** cablu de conectare a modulelor PV pentru formarea unui lanţ PV;
- **cablul grupului PV:** cablul de ieşire al unui grup PV;
- **cablul principal PV de tensiune continuă:** cablul care conectează cutia de joncţiune a generatorului PV la bornele de tensiune continuă ale unui invertor PV;
- **invertor PV:** dispozitiv care transformă tensiunea şi curentul continuu în tensiune şi curent alternativ;
- **cablu de alimentare PV:** cablul care conectează bornele de tensiune alternativă ale invertorului PV la un circuit de distribuţie al unei instalaţii electrice;
- **modul PV de tensiune alternativă:** ansamblu integrat modul/invertor pentru care bornele de interfaţă electrică sunt numai de tensiune alternativă; partea de tensiune continuă nu este accesibilă;
- **instalaţie PV:** echipament de funcţionare al unui sistem de alimentare PV;
- **condiţii de încercare standardizată (STC):** condiţii de încercare specificate în SR EN 60904-3 pentru celule şi module PV;
- **tensiune a unui circuit deschis în condiţii de încercare standardizate U_{OCSTC}:** tensiune la bornele fără sarcină ale unui modul, lanţ, grup, generator PV sau la bornele de tensiune continuă ale unui invertor PV, în condiţii de încercare standardizate;
- **curent de scurtcircuit în condiţii de încărcare standardizate $I_{SC\,STC}$:** current de scurtcircuit al unui modul, lanţ, grup sau generator PV, în condiţii de încercare standardizate;
- **zona de tensiune continuă:** parte a unei instalaţii PV situată într-o celulă PV şi bornele de tensiune continuă ale unui invertor PV;
- **zona de tensiune alternativă:** parte a unei instalaţii PV situată între bornele de tensiune alternativă ale unui invertor PV şi punctul de conectare al unui cablu de alimentare PV la o instalaţie electrică;
- **separare simplă:** separare între circuite sau între un circuit şi pământ printr-o izolaţie de bază.

7.11.3. Legarea la pământ a unei părţi conductoare active a zonei de tensiune continuă este permisă dacă există cel puţin separare simplă între zonele de tensiune continuă şi de tensiune alternativă.

7.11.4. Echipamentul PV pe zona de tensiune continuă trebuie să fie considerat ca fiind sub tensiune, chiar şi atunci când sistemul este deconectat pe partea de tensiune alternativă.
7.11.5. În cazul protecţiei prin utilizarea TFJS şi TFJP, U_n se înlocuieşte cu U_{OCSTC} care nu trebuie să depăşească 120 V tensiune continuă.

Protecţia în caz de defect (atingere indirectă)
7.11.6. Pe zona de tensiune alternativă, cablul de alimentare PV trebuie conectat la dispozitivul de protecţie prin întreruperea automată a circuitelor care alimentează echipamentul utilizat.

7.11.7. Când o instalaţie electrică conţine un sistem de alimentare PV fără cel puţin o separare simplă între zona de tensiune alternativă şi cea de tensiune continuă, dispozitivul de protecţie la curent diferenţial rezidual DDR instalat pentru a asigura protecţia în caz de defect (prin atingere indirectă) prin întreruperea automată a alimentării trebuie să fie de tip B.

7.11.8. Când construcţia invertorului PV nu permite trecerea curentului electric continuu de defect în instalaţia electrică nu este necesară prevederea unui dispozitiv de curent diferenţial rezidual.

7.11.9. Pentru protecţia în caz de defect pe zona de tensiune continuă este preferabilă utilizarea unei izolaţii de clasa II sau echivalentă.

7.11.10. Măsurile tehnice de protecţie prin utilizarea amplasamentelor neconductoare şi legăturilor de echipotenţializare locală nu sunt permise pe zona de tensiune continuă.

Protecţia cablurilor împotriva suprasarcinilor pe partea de curent continuu
7.11.11. Pe cablurile lanţurilor şi grupurilor PV nu se prevede protecţia împotriva suprasarcinilor dacă curentul maxim admisibil al cablului este egal sau mai mare de
1,25 $I_{SC\ STC}$ în orice punct.

7.11.12. Pe cablul principal PV nu se prevede protecţia împotriva suprasarcinilor dacă curentul maxim admisibil al cablului este egal sau mai mare de 1,25 $I_{SC\ STC}$ al generatorului PV.

Protecţia împotriva curenţilor de scurtcircuit
7.11.13. Cablul de alimentre PV pe partea de tensiune alternativă trebuie să fie protejat împotriva curenţilor de scurtcircuit printr-un dispozitiv de protecţie amplasat în circuitul principal de tensiune alternativă.

Protecţia împotriva interferenţelor electromagnetice (IEM) în clădire
7.11.14. Pentru a se reduce la minim tensiunile induse din cauza trăsnetului suprafaţa tuturor buclelor de cabluri trebuie să fie cât mai mică posibil.

Alegerea şi punerea în funcţiune a echipamentului electric
7.11.15. Modulele PV trebuie să fie conforme cu prescripţiile din standardele de echipament. Se recomandă utilizarea modulelor PV de construcţie clasa II sau cu izolaţie echivalentă dacă $U_{OC\ STC}$ a lanţurilor PV depăşeşte 120 V tensiune continuă.
Cutiile de joncţiune ale generatorului şi a grupului PV, cât şi ansamblele de aparataj trebuie să fie conforme cu SR EN 60439-1.

7.11.16. Echipamentul electric pe partea de tensiune continuă trebuie să fie corespunzător pentru tensiunea şi curentul electric continuu de lucru.

7.11.17. Modulele PV pot fi conectate în serie până la tensiunea de funcţionare maximum permisă a modulelor PV ($U_{OC\ STC}$ a lanţurilor PV) şi invertorului PV, dar cea mai mică dintre cele două valori. Specificaţiile pentru acest echipament trebuie obţinute de la fabricantul echipamentului (fig. 7.11.1 şi 7.11.2).

7.11.18. Dacă se utilizează diode de blocare, tensiunea lor nominală inversă trebuie să fie de $2U_{OC\ STC}$ a lanţului PV. Diodele de blocare trebuie conectate în serie cu lanţurile PV.

7.11.19. Modulele PV trebuie instalate astfel încât să existe o disipare a căldurii în condiţii de radiaţie solară maximă locală.

7.11.20. Cablurile de tensiune continuă ale lanţurilor PV, ale grupurilor PV şi cablurile principale PV trebuie alese şi puse în fucţiune astfel încât să fie reduse la minim riscurile de defect de punere la pământ şi scurtcircuit. Aceasta poate fi realizată prin utilizarea cablurilor monopolare cu manta.

7.11.21. Pentru a se permite întreţinerea invertorului PV trebuie prevăzute mijloace de separare a invertorului faţă de tensiune continuă şi zona de tensiune alternativă.

7.11.22. La alegerea şi punerea în funcţiune a dispozitivelor de separare şi comandă care să fie instalate între instalaţia PV şi reţeaua de distribuţie publică, reţeaua de distribuţie publică trebuie considerată sursa, iar instalaţia PV trebuie considerată sarcina.

7.11.23. Pe zona de tensiune continuă a invertorului PV se va prevedea un separator de sarcină.

7.11.24. Toate cutiile de joncţiune (generator PV şi grupurile PV) trebuie să aibe o etichetă de avertizare care să indice că părţile active din interiorul cutiilor pot rămâne sub tensiune după separarea invertorului PV.

7.11.25. Conductoarele de echipotenţializare de protecţie trebuie să fie puse în paralel şi în contact cât mai strâns cu cablurile de tensiune continuă, de tensiune alternativă şi accesoriile lor.

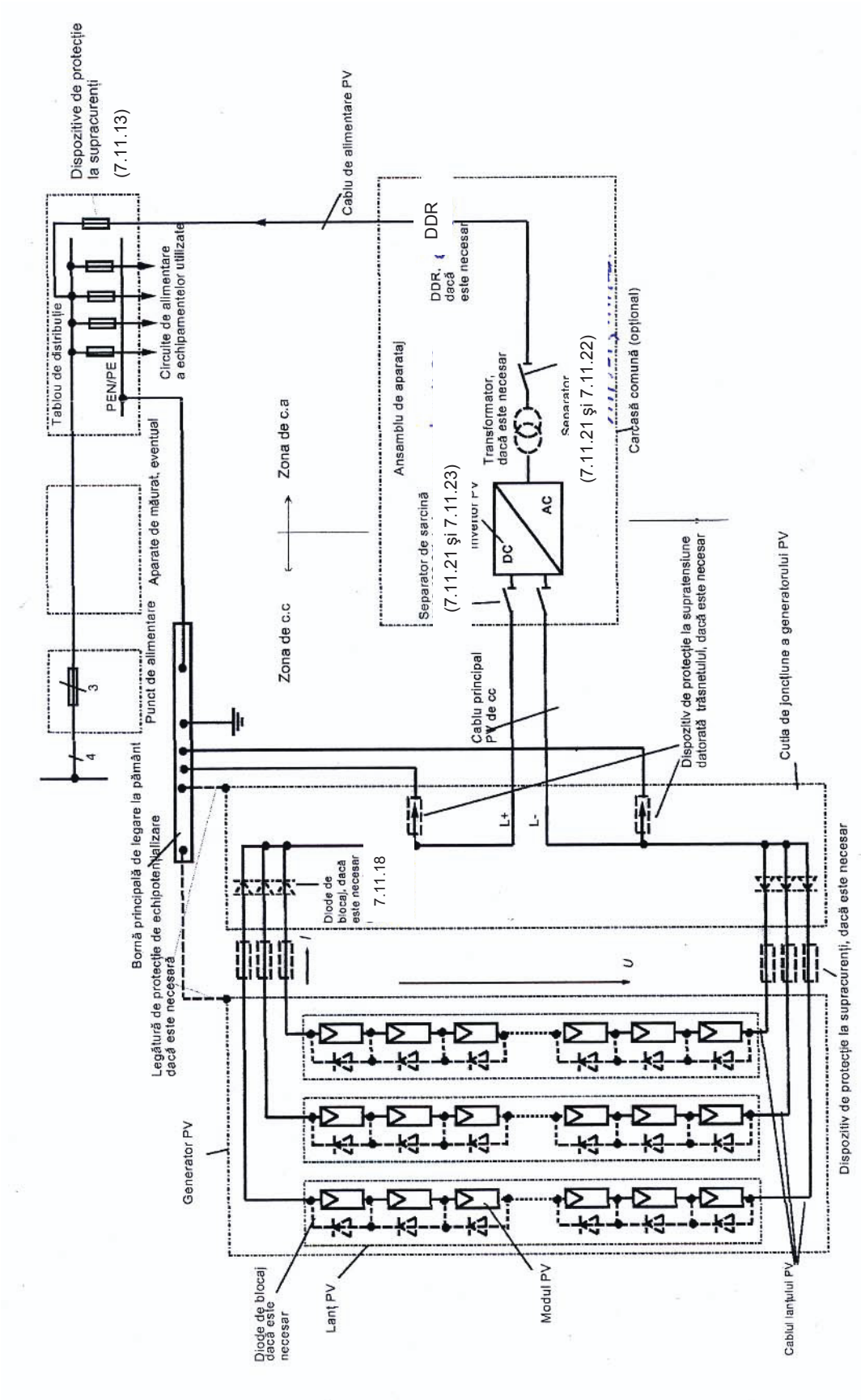


Fig. 7.11.1. Instalarea PV – Schema generală a unui grup

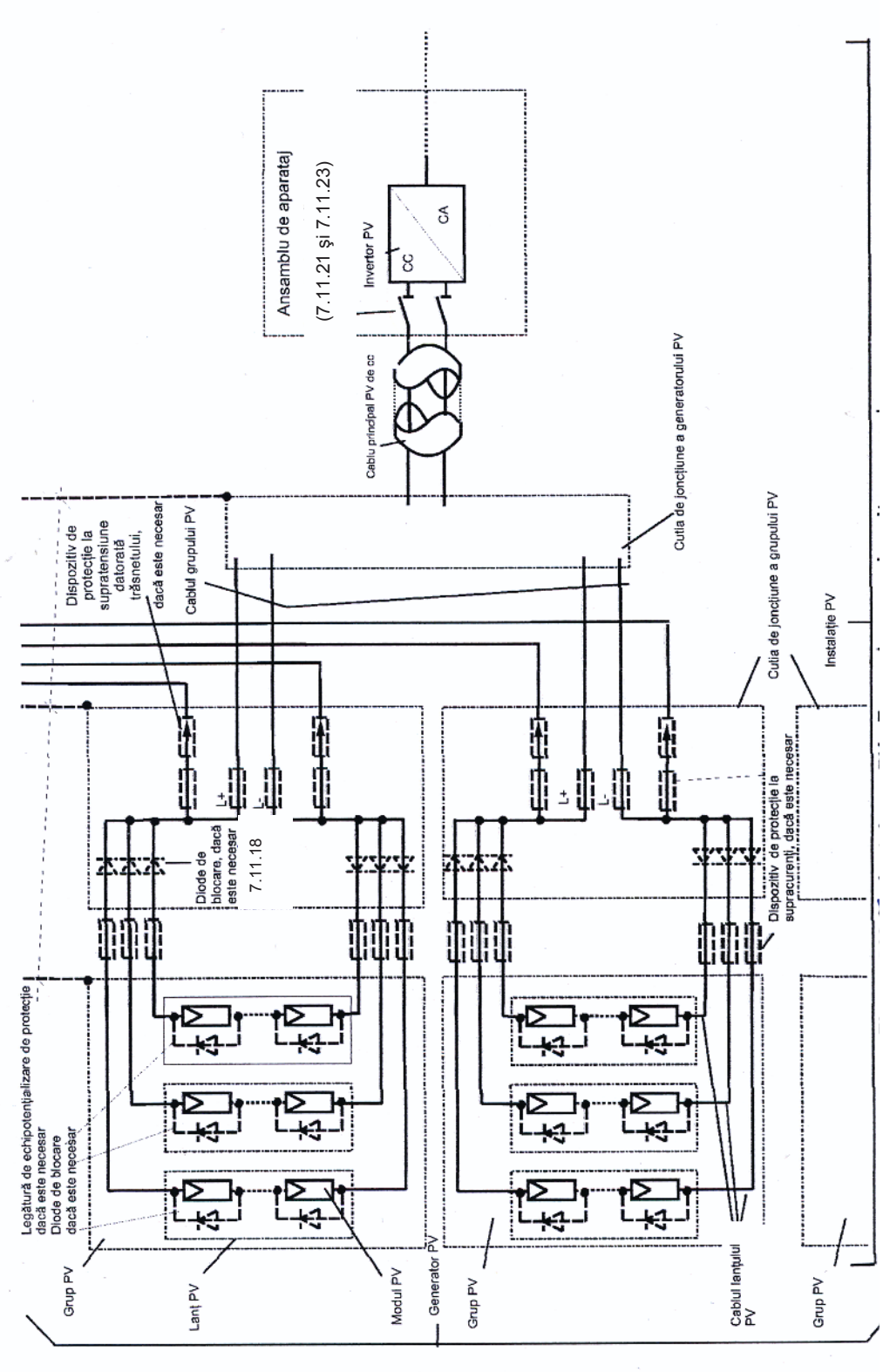


Fig. 7.11.2. Instalarea PV – Exemplu cu mai multe grupuri

7.12. Instalaţii electrice pentru mobilier

7.12.1. Prevederile acestui capitol sunt conforme cu recomandările din SR CEI 60364-7-713: 2005 şi se aplică sistemelor de pozare pentru mobilier (şi similare) conectate prin cablare fixă sau prize conectate la instalaţia electrică a spaţiului în care este amplasat. Astfel de mobilier poate fi: paturi, dulapuri, birouri şi etajere, utilizate în locuinţe, amplasamente comerciale sau industriale în scop lucrativ sau de odihnă, în care sunt instalate echipamente electrice precum corpuri de iluminat, prize de curent, dispozitive de comutare şi sisteme de pozare.

Nu fac obiectul acestui capitol aparatele electrice şi echipamentele speciale destinate instalării în mobilier cum ar fi aparatele de radio, televizoarele, frigiderele şi mesele de laborator etc., instalate în mobilier şi conectate la instalaţia electrică a clădirilor prin prize şi fişe.

7.12.2. Echipamentul electric al mobilierului trebuie conectat la o sursă de alimentare monofazată cu o tensiune de cel mult 230 V, iar curentul maxim de utilizare trebuie să fie 16 A.

7.12.3. Echipamentele electrice şi accesoriile pentru sistemele de pozare ale mobilierului trebuie alese şi instalate astfel încât să corespundă mediului, în special solicitărilor mecanice şi riscurilor de incendiu.

7.12.4. Conectarea între instalaţia fixă a amplasamentului şi sistemul de pozare al mobilierului poate fi o conectare fixă sau o conectare prin priză şi fişă. Circuitul va fi prevăzut cu protecţie diferenţială pentru un curent rezidual nominal de cel mult 30 mA.

7.12.5. Sistemele de pozare între instalaţia fixă a amplasamentului şi mobilier trebuie să fie realizate:

- cu cabluri rigide conform cu recomandările din SR CEI 60502, SR HD 21.3 sau SR HD 22.1, în cazul conectării fixe;
- cu cabluri flexibile şi cordoane cu izolaţie din cauciuc conform cu recomandările din SR HD 22.4.S3 sau cu izolaţie din PVC conform cu recomandările din SR HD 21, în cazul conexiunii prin priză şi fişă şi în cazul sistemului de pozare supus deplasărilor.

7.12.6. Conductoarele trebuie să fie din cupru, cu secţiunea minimă de 1,5mm^2.

Secţiunea conductoarelor din cupru din cablurile flexibile şi cordoane poate fi redusă la 0,75 mm^2, dacă acestea nu alimentează o priză de curent şi dacă lungimea lor nu este mai mare de 10 m.

7.12.7. Cablurile şi cordoanele trebuie protejate împotriva deteriorărilor, întinderilor şi torsiunilor. Acestea trebuie fixate pe pereţii mobilierului sau amplasate în tuburi, jgheaburi pentru cabluri sau goluri prevăzute în construcţia mobilierului. La punctele de intrare în mobilier sau în apropierea conexiunilor trebuie prevăzute dispozitive de prindere împotriva solicitărilor mecanice.

7.12.8. Accesoriile sistemelor de pozare fixate pe mobilier trebuie să îndeplinească prescripţiile pentru cofrete, conform SR EN 60670:

- rezistenţă mecanică ridicată;
- rezistenţa termică conform SR EN 60695-2-1/1 (850°C la încercare cu fir incandescent);
- protecţia împotriva pătrunderii corpurilor străine IP3X, conform SR EN 60529.

7.12.9. Temperatura maximă a incintei corpurilor de iluminat şi a altor echipamente nu trebuie să depăşească următoarele valori:

- 90°C în funcţionare normală;
- 115°C în caz de defect.

Trebuie aplicate instrucţiunile furnizorului, în special cele referitoare la amplasarea şi distanţele de securitate faţă de părţile inflamabile.

7.12.10. Deasupra şi dedesubtul corpurilor de iluminat în mobilier trebuie marcată puterea admisibilă a lămpii, dacă construcţia corpului de iluminat nu împiedică amplasarea unei lămpi de putere mai mare.

7.13. Instalaţii electrice pentru unităţi mobile sau transportabile

7.13.1. Domeniul de aplicare

Prescripţiile din acest capitol sunt conforme cu recomandările din standardul SR HD 60364-7-717 şi sunt aplicabile instalaţiilor electrice din unităţile mobile sau transportabile.

Termenul "unitate" se aplică vehiculelor şi/sau unei structuri mobile sau transportabile în care este încorporată o instalaţie electrică sau o parte a ei.

Unităţile pot fi de tip mobil – vehicule autopropulsate sau remorcate sau de tip transportabil – containere sau cabine instalate în şantier, cu următoarele exemple de utilizare: staţii mobile de radio, servicii medicale, publicitate, lupta împotriva incendiilor etc.

Aceste prescripţii nu se aplică:

- unităţilor cu grupuri generatoare;
- ambarcaţiunilor de agrement;
- echipamentelor mobile conform SR EN 61140;
- rulotelor, autorulotelor şi caselor mobile;
- echipamentelor de tracţiune ale autovehiculelor rutiere;
- unităţilor mobile pentru vânzare, remorcare şi similare.

7.13.2. În interiorul unei unităţi nu este admisă reţeaua TN-C.

7.13.3. Pentru alimentarea unei unităţi pot fi utilizate următoarele metode:

a) conectarea la un grup generator de joasă tensiune conform SR HD 384.5.551 S1 (fig. 7.13.1 şi 7.13.2)
b) conectare la o instalaţie electrică fixă în care măsurile de protecţie sunt efective (fig. 7.13.3 şi 7.13.4);
c) conectare prin mijloace care asigură separarea simplă conform SR EN 61140 în raport cu o instalaţie electrică fixă (fig. 7.13.5, 7.13.6, 7.13.7):
d) conectare prin mijloace care asigură o separare electrică în raport cu o instalaţie electrică fixă (fig. 7.13.8).

În cazurile a, b, c poate fi prevăzută o priză de pământ.

În cazul figurii 7.13.5 este necesară o priză de pământ din motive de protecţie.

Se poate utiliza o separare electrică sau o reţea TN dacă în unitate sunt instalate echipamente de prelucrare a informaţiei cu valori ridicate ale curenţilor electrici de fugă sau dacă este necesară o reducere a influenţelor.

Sursele, dispozitivele de conectare sau de separare pot fi în interiorul unităţii.

Protecţia de bază (împotriva atingerilor directe)

7.13.4. Protecţia împotriva şocurilor electrice se va realiza prin utilizarea unei protecţii suplimentare prin dispozitive de protecţie la curent rezidual cu un curent rezidual nominal de cel mult 30 mA montate pe circuitele prizelor de curent şi pe circuitele de alimentare a echipamentelor exterioare unităţii, cu excepţia circuitelor prizelor de curent alimentate prin TFJS sau TFJP sau separare electrică.

7.13.5. Protecţia de bază prin utilizarea măsurii de amplasare în afara zonei de accesibilitate la atingere nu este admisă.

Protecţia la defect (împotriva atingerilor indirecte)

7.13.6. Protecţia se realizează prin întreruperea automată a alimentării şi prin legături de echipotenţializare.

7.13.7. Unităţile alimentate prin metoda "a" (art. 7.13.3) admit numai reţelele TN şi TT şi protecţia trebuie asigurată prin întreruperea automată a alimentării.

7.13.8. Unităţile alimentate prin metoda "b" (art.7.13.3) admit numai reţelele TN sau TT şi întreruperea alimentării trebuie asigurată prin dispozitiv de curent diferenţial rezidual, al cărui curent diferenţial rezidual nominal este cel mult 30 mA. Această măsură nu se aplică circuitelor din interiorul unităţii dacă aceasta are o carcasă neconductoare şi pentru care se utilizează protecţia prin legătură de echipotenţializare locală nelegată la pământ (fig. 7.13.4).

7.13.9. În cazul unităţilor alimentate prin metodele "a", "b", "c", "d" (art. 7.13.3) toate echipamentele în amonte de dispozitivele care asigură întreruperea automată a alimentării în unitate, inclusiv dispozitivele de protecţie, trebuie să fie de clasa II de izolaţie sau să prezine o izolaţie echivalentă.

7.13.10. Părţile conductoare ale unităţilor cum sunt şasiele, structura ansamblului sau sistemele de tuburi trebuie interconectate şi legate la conductorul de protecţie în reţelele TT, IT şi TN în unitate, prin legătura principală de echipotenţialitate.

7.13.11. În cazul utilizării reţelei TN în unităţi cu carcasă conductoare alimentată conform metodelor "a" sau "c" (art. 7.13.3), această carcasă trebuie legată la punctul neutru (a se vedea fig. 7.13.1, 7.13.2 şi 7.13.7).
În cazul utilizării reţelei TN în unităţi cu carcasă neconductoare, masele echipamentelor din interiorul unităţii trebuie conectate prin intermediul unui conductor de protecţie la punctul neutru al generatorului sau transformatorului, sau dacă acesta nu este posibil, la un conductor activ (de fază).

7.13.12. În cazul utilizării schemei IT în unităţi cu carcasă conductoare este necesară o conexiune între masele echipamentelor şi carcasa conductoare.
În cazul unităţilor cu carcasă neconductoare, masele structurii trebuie interconectate şi apoi conectate la conductorul de protecţie.

7.13.13. Reţeaua IT poate fi realizată prin utilizarea:
- unui transformator de izolare sau unui generator de joasă tensiune montat conform SR EN 61557-8, cu un dispozitiv de control permanent al izolaţiei;
- unui transformator care asigură separare simplă, de exemplu conform SR EN 61558-1 în următoarele cazuri:
- un dispozitiv de control al izolaţiei este montat cu sau fără priză de pământ, asigurând întreruperea automată a alimentării în cazul unui prim defect între părţile active şi şasiul unităţii (fig. 7.13.6) sau
- un dispozitiv de curent diferenţial rezidual şi o priză de pământ sunt montate pentru a asigura întreruperea automată a alimentării în caz de defectare a transformatorului care asigură separarea simplă (fig. 7.13.5). Echipamentele situate în exteriorul unităţii trebuie prevăzute printr-un dispozitiv de curent diferenţial rezidual separat al cărui curent diferenţial rezidual nominal este cel mult egal cu 30 mA.

7.13.14. Măsura tehnică de protecţie în caz de defect (împotriva atingerilor indirecte) prin utilizarea amplasamentelor neconductoare nu este admisă.

7.13.15. În mod particular, dacă metoda de alimentare este "a" sau "c" şi dacă un conductor activ este conectat la carcasa conductoare a unităţii pot fi omise dispozitivele de protecţie împotriva supracurenţilor pe acest conductor.

Alegerea şi montarea echipamentelor electrice

7.13.16. O placă indicatoare, montată într-un loc vizibil pentru utilizatorul unităţii, va prezenta clar şi precis metoda de alimentare a unităţii, conform descrierilor de la art. 7.13.3.

7.13.17. Pentru conectarea unităţii trebuie utilizate cablurile de tipul HO7RN-F (sau similar) sau cablurile cu conductoare din cupru echivalente, cu secţiunea de 2,5 mm^2. Cablurile flexibile trebuie

introduse printr-un gol izolant pentru a se evita orice defect de izolaţie care poate pune accidental sub tensiune masele unităţii. Mantalele cablurilor trebuie fixate solid prin garnituri de etanşare sau ancorate de unitate.

7.13.18. Pentru cablarea internă a unităţii sunt permise următoarele tipuri de cabluri sau echivalente cu ele:

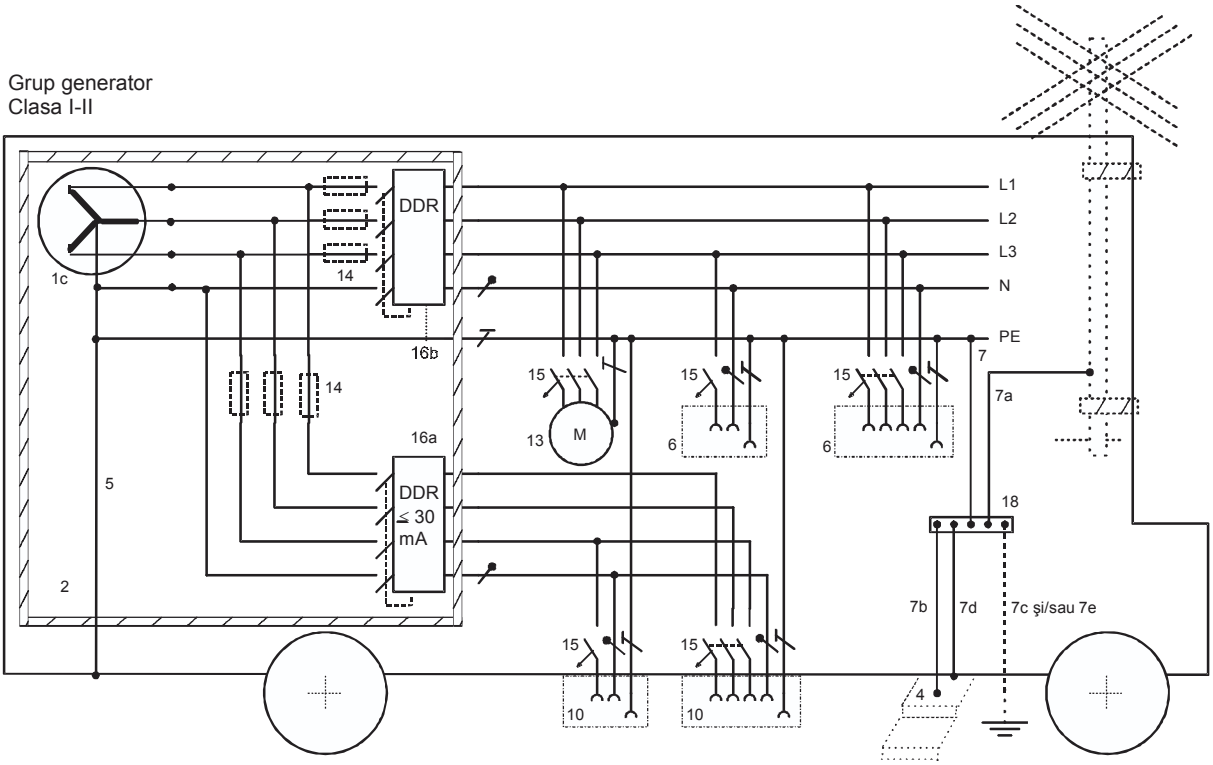
- cabluri monopolare izolate cu PVC, conform SR HD 21.3 sau conductoare izolate, conform SR HD 21.7, protejate în tuburi de protecţie conform SR EN 61386-1;
- cabluri cu manta şi izolaţie din PVC, conform SR HD 21.3 sau cabluri cu manta şi izolaţie din cauciuc, conform SR HD 22.4, dacă sunt luate măsuri de protecţie pentru a se evita deteriorări mecanice.

Se recomandă utilizarea cablurilor flexibile.

7.13.19. Fişele şi prizele de curent electric trebuie să fie conform SR EN 60309-1 sau alte standarde echivalente.

Dispozitivele care conectează unitatea trebuie să corespundă SR EN 60309-2 şi următoarelor prescripţii:

- fişele trebuie să aibă o carcasă de material electroizolant;
- fişele şi prizele exterioare trebuie să aibe un grad de protecţie minim IP54;
- presetupele aparatelor şi carcasele trebuie să asigure un grad de protecţie de cel puţin IP55.



Protecţia prin întreruperea automată a alimentării este asigurată de dispozitive de protecţie de curent diferenţial rezidual (DDR).

Figura 7.13.1 – Exemplu de conectare la un grup generator de joasă tensiune clasa I sau II situat în interiorul unei unităţi, cu sau fără priză de pământ

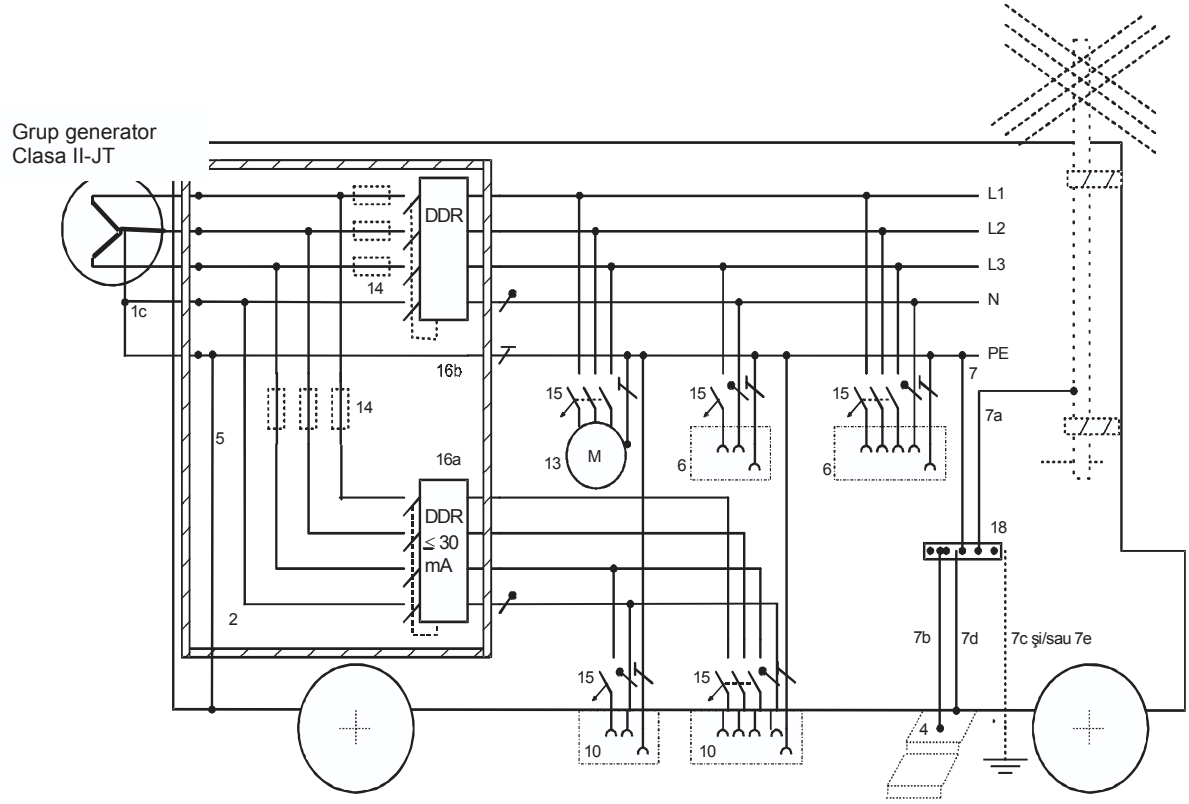


Figura 7.13.2 – Exemplu de conectare la un grup generator de tensiune joasă clasă II situat în exteriorul unităţii

Legenda figurilor 7.13 1 şi 7.13 2:

1 c conectarea la grupul generator de JT;
2 izolaţie clasă II sau echivalentă până la primul dispozitiv de protecţie asigurând întreruperea automata a alimentării;
4 scară conductoare, dacă există;
5 conectarea punctului neutru (sau, dacă nu există, a unui conductor de fază) la carcasa conductoare a unităţii;
6 prize de curent pentru utilizare exclusiv în interiorul unităţii;
7 legătură de echipotenţializare principală;
7a pentru o antenă, dacă există;
7b pentru trepte exterioare conductoare în contact cu pământul, dacă există;
7c pentru priza de pământ funcţională (dacă este necesar);
7d pentru carcasa conductoare a unităţii;
7e pentru priza de pământ cu scop de protecţie, dacă există;
10 prize de curent pentru alimentarea echipamentelor utilizate în exteriorul unităţii;
13 echipament de utilizare curentă pentru utilizare în interiorul unităţii;
14 dispozitiv de protecţie împotriva supracurenţilor, dacă este necesar;
15 dispozitiv de protecţie împotriva supracurenţilor (de exemplu disjunctor);
16a dispozitiv de protecţie de curent diferenţial rezidual, de curent diferenţial rezidual nominal de cel mult 30 mA pentru protecţia prin întreruperea automată a alimentării circuitelor utilizate în exteriorul unităţii;
16b dispozitiv de protecţie de curent diferenţial rezidual pentru protecţia prin întreruperea automată a alimentării a circuitelor utilizate în interiorul unităţii;
18 bornă sau bară de legare la pământ.

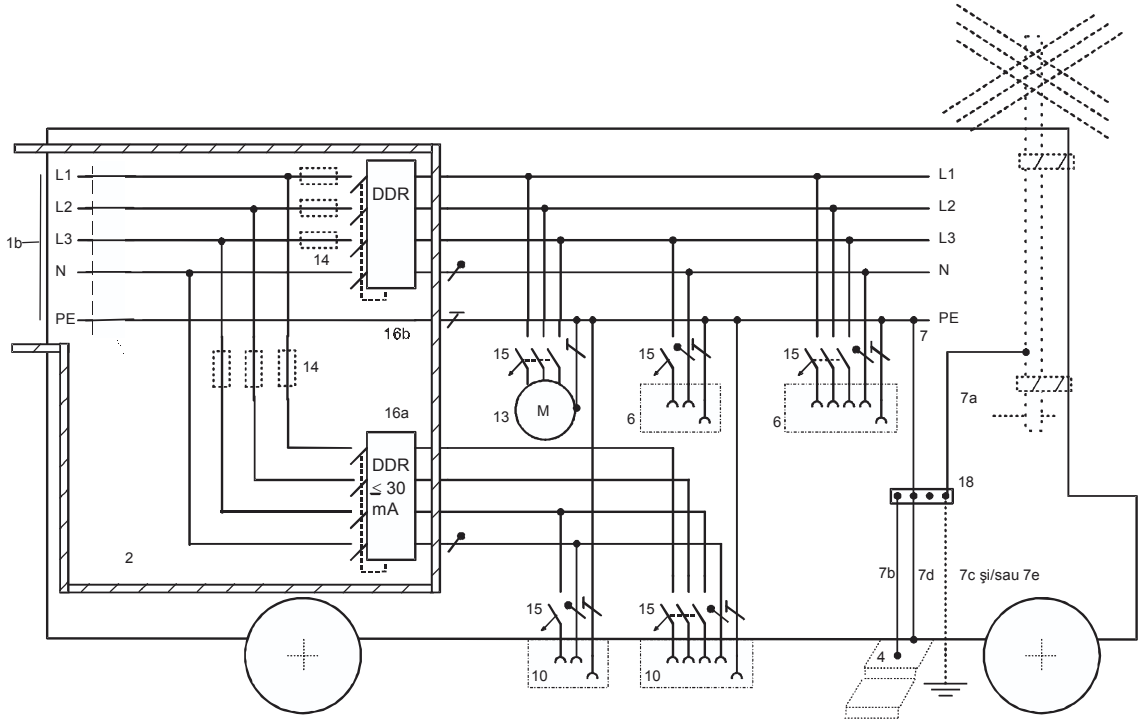


Figura 7.13.3 – Exemplu de conectare la toate tipurile de reţelele legate la pământ a unei instalaţii fixe cu întreruperea automată a alimentării prin dispozitive de curent diferenţial rezidual (DDR), cu sau fără priză de pământ

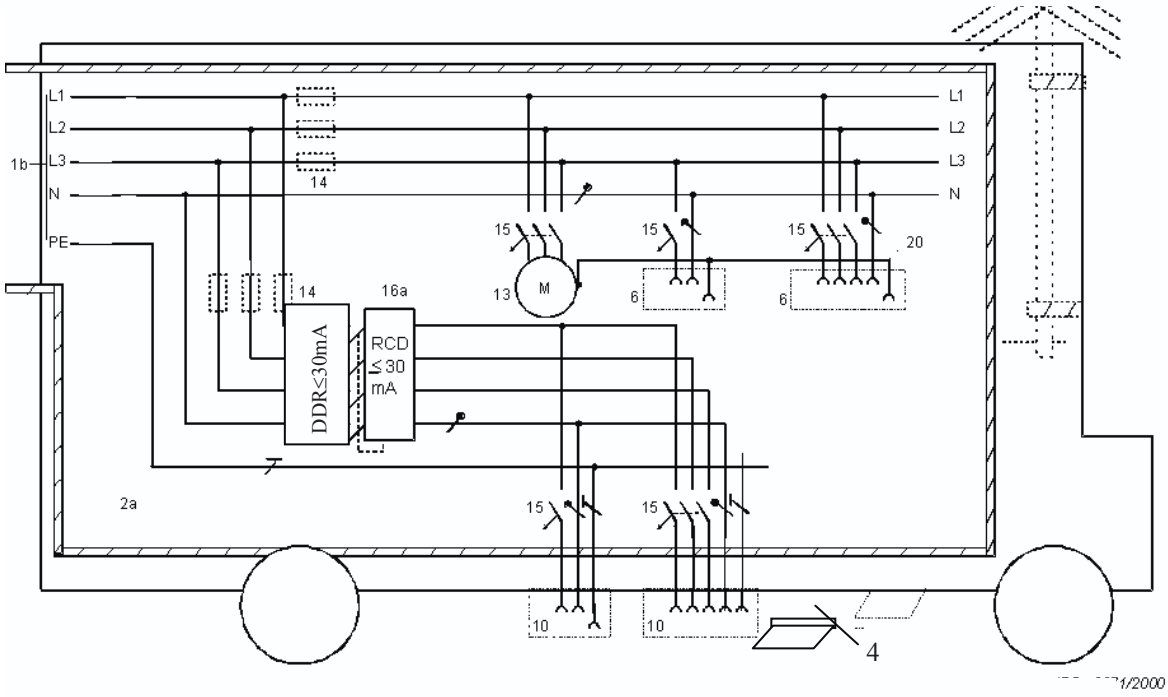


Figura 7.13.4 – Acelaşi exemplu cu protecţie prin legătură de echipotenţializare locală nelegată la pământ cu o carcasă neconductoare în interiorul unităţii

Legenda figurilor 7.13.3 şi 7.13.4:

1 b conectarea unităţii la o alimentare unde măsurile de protecţie sunt efective;
2 izolaţie clasă II sau echivalentă până la primul dispozitiv de protecţie asigurând întreruperea automata a alimentării;
2a mediu neconductor;
4 scară conductoare, dacă există;

6 prize de curent utilizate exclusiv în interiorul unităţii;
7 legătură de echipotenţializare principală;
7a pentru o antenă, dacă există;
7b pentru trepte exterioare conductoare în contact cu pământul, dacă există;
7c pentru o priza de pământ funcţională (dacă este necesar);
7d pentru o carcasa conductoare a unităţii;
7e pentru o priza de pământ cu scop de protecţie, dacă există;
10 prize de curent pentru alimentarea echipamentelor utilizate în exteriorul unităţii;
13 echipament de utilizare curentă pentru utilizare în interiorul unităţii;
14 dispozitiv de protecţie împotriva supracurenţilor, dacă este necesar;
15 dispozitiv de protecţie împotriva supracurenţilor (de exemplu disjunctoare uni sau bipolare);
16a dispozitiv de protecţie diferenţial, de curent diferenţial rezidual nominal cel mult 30 mA pentru protecţia prin întreruperea automată a alimentării circuitelor utilizate în exteriorul unităţii;
16b dispozitiv de protecţie la curent diferenţial rezidual pentru protecţia prin întreruperea automată a alimentării;
18 bornă sau bară de pământ principală;
20 legătură de echipotenţializare locală nelegată la pământ.

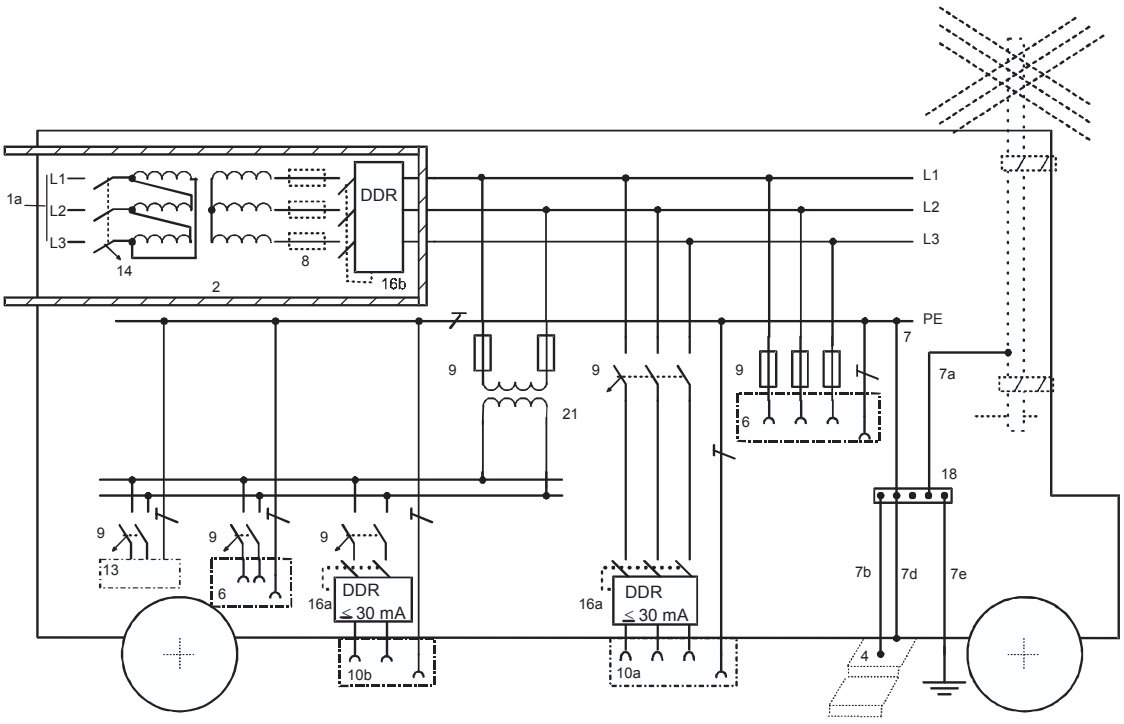


Figura 7.13.5 – Exemplu de conectare la o instalaţie electrică fixă, cu orice tip de reţea legată la pământ, utilizând un transformator cu separare simplă şi o reţea IT cu o priză de pământ

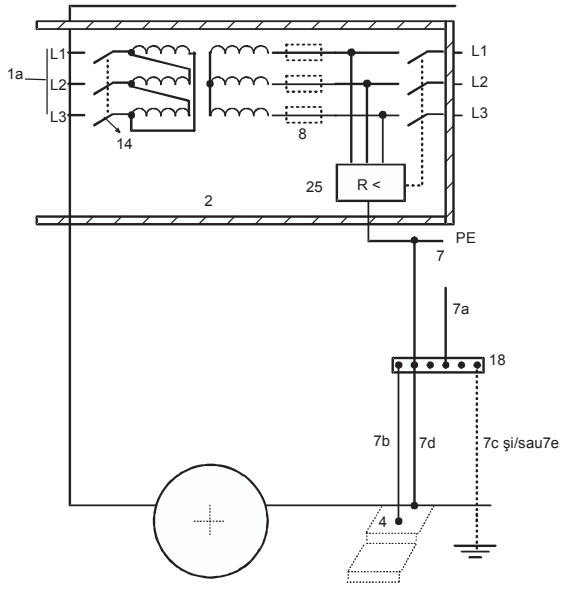


Figura 7.13.6 – Exemplu de conectare cu o separare simplă şi o reţea cu dispozitiv de supraveghere a izolaţiei şi întreruperea alimentării la primul defect, cu sau fără priză de pământ

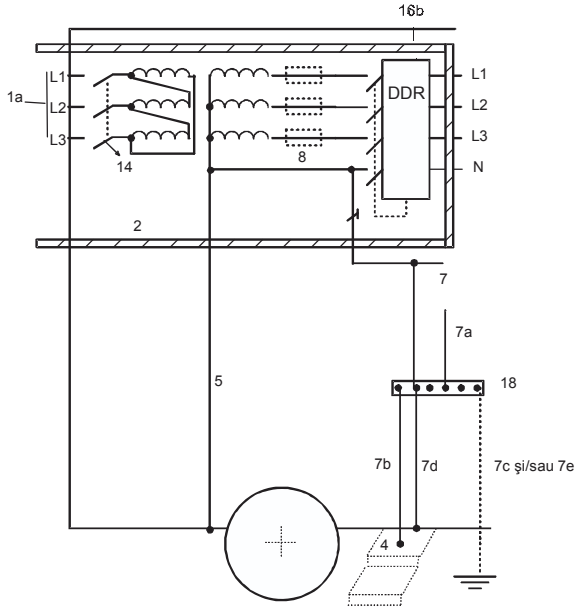


Figura 7.13.7 – Exemplu de conectare cu separare simplă şi o reţea TN cu sau fără priză de pământ

Legenda figurilor 7.13.5, 7.13.6 şi 7.13.7:

1 a conectarea unităţii la o printr-un transformator de separare simpla;
2 izolaţie clasă II sau echivalentă până la primul dispozitiv de protecţie (a se vedea punctele 8 şi 9) asigurând întreruperea automată a alimentării;
4 scară conductoare, dacă există;
5 conectarea punctului neutru (sau, dacă nu există, a unui conductor de fază) la carcasa conductoare a unităţii;
6 prize de curent pentru utilizare exclusiv în interiorul unităţii;
7 legătură de echipotenţializare principală;
7a pentru o antenă, dacă există;
7b pentru trepte exterioare conductoare în contact cu pământul, dacă există;
7c pentru o priza de pământ funcţională (dacă este necesar);
7d pentru carcasa conductoare a unităţii;
7e pentru o priza de pământ de protecţie, opţională;
8 dispozitive de protecţie, dacă este necesar, împotriva supracurenţilor şi/sau pentru protecţia prin întreruperea automată a alimentării în cazul unui al doilea defect;
9 dispozitiv de protecţie împotriva supracurenţilor şi prin întreruperea automată a alimentării în caz de al doilea defect;
10a prize de curent trifazat pentru alimentarea echipamentelor utilizate în exteriorul unităţii;
10b prize de curent monofazat pentru alimentarea echipamentelor utilizate în exteriorul unităţii;
13 echipament de utilizare curentă utilizat exclusiv în interiorul unităţii;
14 dispozitiv de protecţie împotriva supracurenţilor, dacă este necesar;
16a dispozitiv de protecţie la curent diferenţial rezidual, de curent diferenţial rezidual nominal cel mult 30 mA pentru protecţia prin întreruperea automată a alimentării circuitelor utilizate în exteriorul unităţii;
16b dispozitiv de curent diferenţial rezidual pentru protecţia prin întreruperea automată a alimentării;
18 bornă sau bară de pământ principală;
21 transformator pentru echipament de tilizare curentă, de exemplu 230 V;
25 dispozitiv de control permanent al izolaţiei.

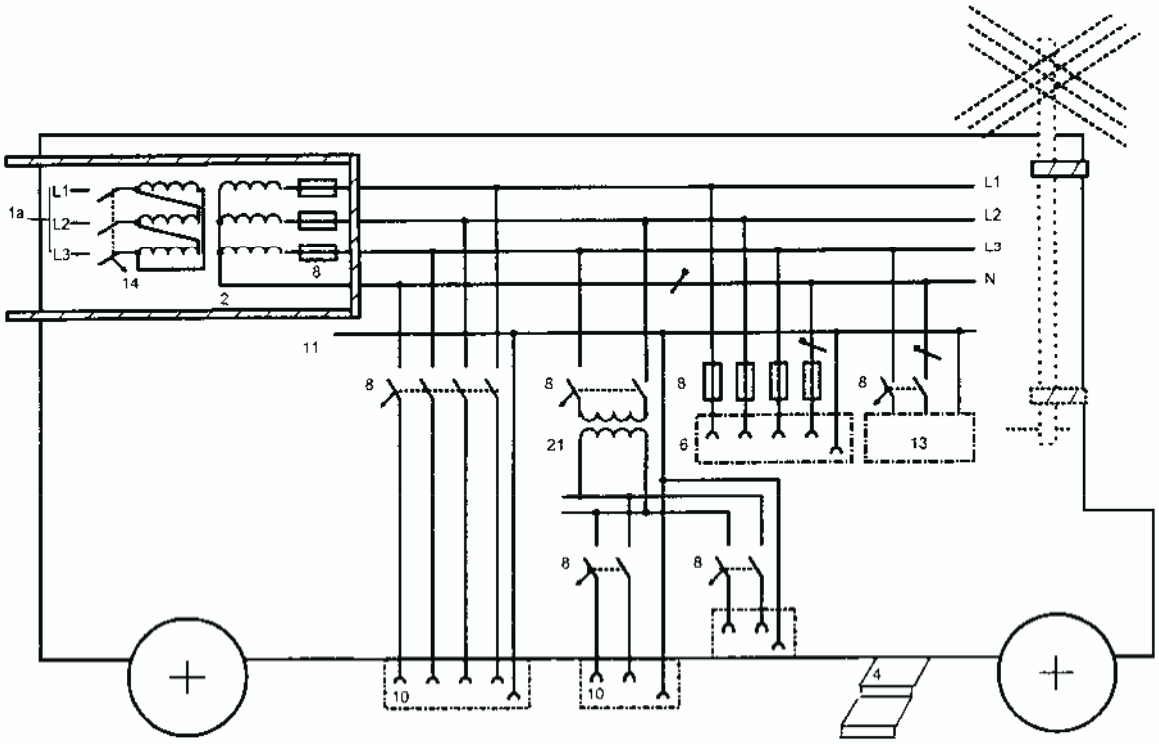


Figura 7.13.8 – Exemplu de conectare la o instalaţie electrică fixă, cu orice tip de reţea legată la pământ, utilizând o separare electrică asigurată de un transformator de izolare

Legenda fig. 7.13. 8:

1a conectarea uniăţii la alimentarea prin transformator asigurând o separare electrică;
2 izolaţie de clasă II sau echivalentă până la primul dispozitiv de protecţie asigurând o întrerupere automată a alimentării;
4 scară conductoare, dacă există;
6 prize de curent pentru utilizare exclusivă în interiorul unităţii;
8 dispozitive de protecţie pentru protecţia prin întreruperea automată a alimentării în caz de al doilea defect şi daca este necesar, împotriva supracurenţilor;
10 prize de curent pentru alimentarea echipamentelor utilizate în exteriorul unităţii;
11 legătură de echipotenţializare izolată nelegată la pământ;
13 echipament de utilizare curentă utilizat în interiorul unităţii;
14 dispozitiv de protecţie împotriva supracurenţilor, dacă este necesar;
21 transformator, de exemplu, pentru echipament de utilizare curentă 230V.

7.14. Instalaţii electrice temporare pentru structuri, dispozitive pentru agrement şi barăci din bâlciuri, parcuri de distracţie şi circuri

7.14.1. Domeniul de aplicare

Acest capitol prezintă prescripţiile particulare pentru instalaţia electrică care să asigure funcţionarea echipamentelor electrice care fac parte din structuri şi dispozitive pentru agrement, mobile sau transportabile şi instalate temporar, în conformitate cu recomandările din SR HD 60364-7-740.
Prescripţiile acestui capitol nu se aplică instalaţiilor electrice permanente şi echipamentelor electrice ale maşinilor electrice.

7.14.2. Definiţii

Pe lângă definiţiile generale prezentate în normativ se aplică următoarele definiţii speciale:

- **bâlci**: amplasament care cuprinde una sau mai multe standuri, structuri, dispozitive pentru agrement sau barăci instalate pentru agrement;

- **baracă**: element care nu este fix, destinat să cuprindă în general echipamente pentru jocuri sau demonstraţii;
- **stand**: zonă sau structură temporară utilizată pentru expoziţie, publicitate, vânzare şi jocuri;
- **dispozitiv pentru agrement**: manej, stand, construcţie de material textil sau de folie, chioşc, scenă de spectacol, cort, baracă, grădină destinate pentru agrementul publicului;
- **instalaţie electrică temporară**: instalaţie electrică montată şi demontată odată cu structura la care este asociată.

7.14.3. Tensiunea nominală de alimentare a unei instalaţii electrice temporare al unui dispozitiv pentru agrement trebuie să fie maxim 230V/400V tensiune alternativă sau 440V tensiune continuă.
Dacă instalaţia electrică temporară este alimentată de la reţeaua de distribuţie publică, oricare ar fi numărul surselor de alimentare, conductoarele de fază şi neutru ale acestora nu trebuie interconectate în aval de punctele de alimentare.

7.14.4. Pentru protecţia de bază (la atingeri directe) nu se admite protecţia prin obstacole.

7.14.5. Pentru protecţia de bază (la atingere directă) se admite ca măsură suplimentară utilizarea dispozitivelor de curent diferenţial rezidual de cel mult 30 mA pentru:
- circuitele de iluminat;
- circuitele de priză pentru un curent de cel mult 32 A;
- circuitele pentru alimentarea echipamentelor portabile racordate prin cabluri sau conductoare flexibile al cărui curent nominal este de cel mult 32 A.

7.14.6. Nu se aplică prevederea de la 7.14.5 circuitelor :
- de iluminat amplasate în afara zonei de accesibilitate la atingere, dacă nu sunt alimentate prin prize de curent de uz casnic (sau scopuri similare) sau prize de curent conform SR EN 60309-1 ;
- pentru care este utilizată ca măsură de protecţie alimentarea cu TFJS şi TFJP sau separarea electrică .

7.14.7. Pentru automobilele electrice în miniatură pentru diverstisment se admite ca măsură tehnică de protecţie de bază (la atingere directă) amplasarea în afara zonei de accesibilitate la atingere .

7.14.8. Protecţia împotriva şocului electric în caz de defect (atingere indirectă) se va realiza prin una din următoarele măsuri:
- utilizarea întreruperii automate; în cazul circuitelor de alimentare a motoarelor de tensiune alternativă dispozitivul DDR trebuie să fie cu temporizare sau să fie de tip S;
- utilizarea unei reţele legate la pământ TN; în acest caz nu trebuie utilizat un conductor PEN în aval de punctul de alimentare a instalaţiei electrice temporare;
- utilizarea unei reţele IT pentru instalaţii tensiune continuă când este necesară continuitatea funcţionării serviciului;
- utilizarea legăturii suplimentare de echipotenţializare; într-un amplasament destinat animalelor o astfel de legătură trebuie să conecteze toate părţile conductoare accesibile şi toate părţile conductoare străine care pot fie atinse simultan.

7.14.9. Măsurile tehnice de protecţie împotriva şocului electric în caz de defect (atingere indirectă) prin utilizarea amplasamentelor neconductoare şi prin legătură de echipotenţializare nelegată la pământ nu sunt admise.

7.14.10. Pentru protecţia împotriva şocului electric în caz de defect (atingere indirectă) a instalaţiei electrice temporare se va utiliza şi măsura întreruperii automate printr-un DDR al cărui curent diferenţial rezidual nominal este de maxim 300 mA, cu temporizare sau de tip S (pentru selectivitate cu circuitele din aval), montat pe circuitul de alimentare a tabloului instalaţiei temporare.

7.14.11. Motoarele comandate automat sau de la distanţă, care nu sunt supravegheate permanent trebuie echipate cu dispozitive de protecţie împotriva supratemperaturii cu reanclanşare manuală.

7.14.12. Fiecare grupă de circuite aparţinând unei categorii de receptoare a unei instalaţii electrice temporare ale unui dispozitiv de agrement şi fiecare circuit de alimentare a unei instalaţii exterioare trebuie să fie prevăzute cu întreruptoare uşor accesibile şi clar identificate.

7.14.13. Aparatajul trebuie amplasat numai în dulapuri care nu pot fi deschise decât cu ajutorul unei chei sau a unei scule, cu excepţia părţilor concepute şi prevăzute pentru a fi manevrate de persoane obişnuite (BA1).

7.14.14. Echipamentele electrice trebuie să aibă un grad de protecţie de minim IP44.

7.14.15. Cablurile pot fi montate în tuburi de protecţie, pe sisteme tip jgheab sau scară.
Cablurile trebuie să aibe o tensiune nominală minimă de 450/750 V, cu excepţia cablurilor şi a cordoanelor utilizate în interiorul dispozitivelor pentru agrement pentru care tensiunea nominală minimă este de 300/500 V.

7.14.16. Traseul cablurilor îngropate trebuie marcat. Cablurile îngropate trebuie să fie armate sau protejate în tuburi de protecţie clasificate ca 450N în ceea ce priveşte protecţia împotriva comprimării şi clasificat ca normal în ceea ce priveşte protecţia la impact.

7.14.17. În zonele de acces a publicului şi în zonele de traversare a drumurilor şi aleilor cablurile armate trebuie protejate împotriva deteriorărilor mecanice cu tuburi de protecţie. Tuburile de protecţie trebuie să corespundă la:

- compresiune – 1250N;
- impact - “ridicat”;
- coroziune - “mediu/ridicat” (conform anexa 5.7);

7.14.18. Cablurile supuse deplasărilor trebuie să aibe o construcţie flexibilă în execuţie grea (HO7 RNF, HO7 BN4 – F sau similare).

7.14.19. Conexiunile electrice pentru îmbinarea cablurilor trebuie să fie realizate în carcase având un grad de protecţie cel puţin IP4X sau IPXXD.

7.14.20. Întreruptoarele trebuie să întrerupă conductoarele de fază şi conductorul neutru.

7.14.21. Corpurile de iluminat şi ghirlandele luminoase nu se vor suspenda de cablul de alimentare. Dacă acestea sunt montate la mai puţin de 2,5 m faţă sol sau pot fi atinse în mod accidental trebuie fixate ferm, iar accesul la sursa de lumină va fi posibil decât după îndepărtarea unei bariere sau a unei carcase cu ajutorul unei scule speciale.

7.14.22. Corpurile de iluminat dintr-o galerie pentru tir sau altă demonstraţie în care se utilizează proiectile trebuie protejate corespuzător împotriva oricăror deteriorări accidentale.

7.14.23. Un proiector mobil trebuie instalat astfel încât lampa să nu fie accesibilă, cablul de alimentare trebuie să fie flexibil şi să aibe o protecţie mecanică corespunzătoare, zonei unde este amplasat.

7.14.24. Corpul de iluminat sau proiectorul trebuie fixate şi protejate astfel ca focalizarea sau concentrarea căldurii lămpii să nu poată produce aprinderea unui material.

7.14.25. Se prevăd circuite separate ce alimentează corpuri de iluminat echipate cu lămpi cu descărcare în gaze sau firme şi sunt comandate printr-un dispozitiv de oprire de urgenţă.

7.14.26. Transformatoarele de securitate trebuie să fie conform SR EN 61558-2-6.
Convertoarele electronice trebuie să fie conform SR EN 61347-2-2.
Acestea trebuie montate în afara zonei de accesibilitate la atingere.
Circuitul secundar al fiecărui transformator sau convertor trebuie protejat de un dispozitiv de protecţie cu reanclanşare manuală.

7.14.27. Într-o baracă sau stand se recomandă să se amplaseze o priză de curent pe metru pătrat sau metru liniar de perete.

7.14.28. Pentru fiecare dispozitiv pentru agrement trebuie să existe un punct de conexiune uşor accesibil marcat cu următoarele caracteristici:
- tensiune nominală;
- curent nominal;
- frecvenţă nominală.

7.14.29. Un automobil electric miniatură cu tamponare trebuie alimentat cu o tensiune de maxim 50V tensiune alternativă sau 120 V tensiune continuă. Circuitul în tensiune continuă trebuie separat electric de reţeaua principală de alimentare printr-un trasformator sau printr-un grup motor generator.

7.14.30. Dacă un generator este instalat într-o clădire pentru a alimenta o instalaţie temporară, utilizând o reţea TN sau TT, legarea la pământ a instalaţiei trebuie să fie conform subcap.5.5. şi în cazul utilizării unuia sau mai multor electrozi de pământ, legarea la pământ trebuie să fie conform subcap. 5.5.
Cu excepţia reţelei IT, punctul neutru al conexiunii în stea a unui generator trebuie conectat la masa generatorului.

7.15.Instalaţii electrice pentru sisteme de încălzire în pardoseală sau tavan

7.15.1. Domeniul de aplicare

Prevederile acestui capitol se aplică la instalarea sistemelor de încălzire în pardoseală sau tavan care realizează o încălzire directă sau un sistem de încălzire cu acumularea energiei termice. Ele nu se aplică la instalarea sistemelor de încălzire în pereţi.
Aceste prevederi sunt conforme cu recomandările standardului SR HD 384.7.753 S1.

7.15.2. Definiţii

Pentru scopul particular al acestui capitol se definesc următoarele noţiuni şi termeni:
- **sistem de încălzire cu acumularea energiei termice, amplasat în pardoseală**: sistemul de încălzire în care, din cauza unei perioade limitate de încărcare, o cantitate redusă de energie electrică este transformată în căldură disipată prin suprafaţa pardoselii în încăperea de încălzit într-un timp stabilit;
- **sistem de încălzire direct**: sistemul de încălzire în tavan sau în pardoseală care generează căldură pe baza energiei electrice, o disipă în camera de încălzit, într-un timp de răspândire cât mai mic posibil;
- **sistem de încălzire complementar**: sistemul de încălzire direct înglobat în pardoseală, care completează un sistem de încălzire cu acumulare (ex. în zonele de lângă pereţii exteriori);
- **zonă fără încălzire**: zona complet acoperită de mobilier sau păstrată disponibilă pentru mobilier prefabricat;
- **cablu de încălzire**: cablu cu sau fără ecran sau manta metalică aparţinând unui sistem de încălzire fix;

- **element de încălzire flexibil tip placă**: element format din mai multe straturi laminate electroizolante în care sunt integrate rezistoare electrice, sau un material de bază pe care sunt fixate cabluri electrice de încălzire izolate;
- **element de încălzire**: cablu de încălzire sau element de încălzire flexibil tip placă cu conexiuni reci sau borne fixate rigid, conectate la instalaţia electrică;
- **conexiune rece**: cablu izolat sau cordon destinat conectării elementului de încălzire la instalaţiile electrice;
- **cablu de încălzire cu autoreglare**: cablu a cărui temperatură nu poate depăşi 70°C şi care nu necesită conexiuni reci intermediare pentru conectare la instalaţia electrică.

7.15.3. Măsuri de protecţie pentru asigurarea securităţii

7.15.3.1. Măsuri de protecţie împotriva şocurilor electrice

Pentru protecţia de bază (împotriva şocurilor electrice datorate atingerilor directe) nu se admit măsurile prin folosirea obstacolelor şi prin amplasarea în afara zonei de accesibilitate la atingere.
Protecţia în caz de defect (împotriva şocurilor electrice datorate atingerilor indirecte) se realizează prin folosirea următoarelor măsuri:

- întreruperea automată a alimentării prin utilizarea de dispozitive de protecţie la curent diferenţial rezidual (DDR) cu un curent nominal diferenţial care să nu depăşească 30 mA;
- legături echipotenţiale suplimentare: în cazul în care deasupra elementelor de încălzire din pardoseală sau sub elementele de încălzire din tavan este prevăzut un înveliş de protecţie sau grilaj conductiv acesta trebuie conectat la conductorul de protecţie al instalaţiei electrice prin conductoare de echipotenţializare;
- utilizarea echipamentelor de clasă II sau cu izolaţie echivalentă; circuitele de alimentare ale acestor echipamente trebuie protejate suplimentar prin utilizarea dispozitivelor DDR al căror curent nominal să fie maxim 30 mA;
- separarea electrică.

Pentru protecţia în caz de defect (împotriva şocurilor electrice datorată atingerilor indirecte) nu se admit măsurile tehnice prin folosirea mediului neconductor şi a legăturilor echipotenţiale nelegate la pământ.

7.15.3.2. Măsuri de protecţie împotriva supraîncălzirii.

În scopul evitării supraîncălzirii sistemelor de încălzire din tavan sau pardoseală din clădiri, prin limitarea temperaturii în zona de încălzire la maxim 80°C, trebuie aplicată cel puţin una din următoarele măsuri:

- proiectarea corespunzătoare a sistemului de încălzire;
- instalarea corespunzătoare a sistemului de încălzire conform instrucţiunilor producătorului;
- utilizarea dispozitivelor de protecţie la suprasarcină.

Elementele de încălzire trebuie conectate la instalaţia electrică prin conexiuni reci (astfel încât să nu poată fi separate) sau prin borne.
Elementele de încălzire nu trebuie să traverseze rosturile de dilatare.

7.15.4. Alegerea şi montarea echipamentelor

Elementele de încălzire flexibile tip placă trebuie să corespundă prescripţiilor SR EN 60335-2-96.
Cablurile de încălzire se recomandă să corespundă prescripţiilor din SR CEI 60800 (pentru locuinţe) sau SR EN 62 395-1 (pentru aplicaţii industriale).
Elementele de încălzire pentru instalarea în tavan trebuie să aibă o protecţie mecanică cel puţin IPX1, iar cele pentru instalare în pardoseală din beton sau din material similar cel puţin IPX7.
Proiectantul sistemelor trebuie să întocmească un plan pentru fiecare element de încălzire conţinând următoarele detalii:

- tipul elementului de încălzire;
- numărul elementelor de încălzire instalate;

- lungimea/suprafaţa elementelor de încălzire;
- densitatea de putere pe suprafaţă;
- dispunerea elementelor de încălzire;
- amplasarea/adâncimea elementelor de încălzire;
- amplasarea cutiilor de joncţiune;
- conductoare, ecrane şi elemente similare;
- zona instalată/încălzită şi zonele fără încălzire;
- tensiunea nominală;
- rezistenţa electrică nominală(la rece) a elementelor de încălzire;
- curentul nominal al dispozitivelor de protecţie la suprasarcină;
- curentul diferenţial rezidual de funcţionare al DDR.

Acest plan trebuie amplasat lângă întreruptorul sistemului de încălzire.
Proiectul instalaţiei de încălzire în tavan sau pardoseală trebuie coordonat cu celelalte proiecte de reţele de utilităţi pentru a evita folosirea de mijloace de fixare penetrante (ex.: şuruburi pentru opritorul de uşi etc.).

7.16. Instalaţii electrice pentru rulote sau autorulote

7.16.1. Domeniul de aplicare

Prevederile din acest capitol respectă recomandările standardului SR HD 384.7.754 S1: 2006 şi se aplică instalaţiilor electrice interioare ale rulotelor sau autorulotelor pentru tensiuni nominale până la 440 V. Pentru instalaţiile electrice ale rulotelor care funcţionează la tensiune continuă până la 12 V se aplică şi recomandările standardelor SR EN 1648-1 şi SR EN 1648-2.

7.16.2. Definiţii

Definiţiile specifice acestui capitol sunt:

- **vehicul de agrement**: unitate echipată pentru locuit temporar sau sezonier, care îndeplineşte prescripţiile pentru construcţie şi utilizarea vehiculelor rutiere;
- **autorulotă**: vehicul de agrement cu tracţiune proprie utilizat pentru turism, care îndeplineşte prescripţiile pentru construcţie şi utilizarea vehiculelor rutiere;
- **rulotă**: vehicul de agrement remorcat utilizat pentru turism, care îndeplineşte prescripţiile pentru construcţia şi utilizarea vehiculelor rutiere;
- **locuinţă mobilă de agrement**: vehicul de agrement transportabil care include mijloace de deplasare, dar nu îndeplineşte prescripţiile pentru construcţia şi utilizarea vehiculelor rutiere.

7.16.3. Tensiunea nominală a instalaţiei electrice pentru rulote sau autorulote nu trebuie să depăşească 230 V tensiune alternativă monofazată sau 400 V tensiune alternativă trifazată.

7.16.4. Protecţia împotriva şocurilor electrice
Nu sunt admise măsurile prin utilizarea obstacolelor, prin amplasarea în afara zonei de accesibilitate la atingere sau prin amplasamente neconductoare.
Circuitele electrice trebuie prevăzute cu un conductor de protecţie, care să fie conectat la borna de pământ a rulotei, care leagă toate masele echipamentelor electrice şi contactele de protecţie ale prizelor de curent. În cazul în care tipul de construcţie al rulotei nu asigură continuitatea, elementele conductoare ale rulotei trebuie conectate la conductorul de protecţie în mai multe puncte.
Secţiunea nominală a conductoarelor din cupru utilizate în acest scop nu trebuie să fie mai mică de 4 mm^2 sau o secţiune echivalentă pentru conductanţa şi rezistenţa mecanică pentru alte materiale.
Dacă rulota este construită din materiale electroizolante, aceste prescripţii nu se aplică părţilor metalice care nu sunt susceptibile să ajungă sub tensiune în caz de defect.

7.16.5. Echipamentele electrice situate într-un amplasament umed trebuie să aibe un grad minim de protecţie IP55, conform recomandărilor din SR EN 60529.

7.16.6. Sisteme de pozare

Trebuie utilizate următoarele tipuri de cabluri:

- cabluri monopolare flexibile (HO7 HV-K sau similar) pozate în tuburi nemetalice;
- cabluri rigide cu conductoare multifilare cu minim 7 toroane (HO7 V-R sau similar) pozate în tuburi nemetalice;
- cabluri cu manta obişnuită din policloropren (HO5 RN-F sau echivalent).

Dacă nu sunt pozate în tuburi, cablurile trebuie fixate prin bride electroizolante la intervale de maxim 0,4 m pe traseu vertical şi 0,25 m pe traseu orizontal.

Tuburile trebuie să îndeplinească condiţiile din standardul SR EN 61386. Nu se admit tuburi din polietilenă. Materialul tuburilor şi cutiilor de conexiuni trebuie să fie conform standardelor pe părţi SR EN 60695-2, dacă nu sunt indicate alte produse în specificaţii.

Deoarece sistemele de pozare sunt supuse vibraţiilor, ele trebuie protejate împotriva deteriorărilor mecanice fie prin amplasament, fie prin protecţie suplimentară. Sistemele de pozare care traversează părţile metalice trebuie protejate prin presetupe sau garnituri de trecere corespunzătoare, cu fixare sigură şi prin măsuri pentru evitarea deteriorărilor produse de muchiile ascuţite sau părţile abrazive.

În compartimentul buteliilor de gaz este interzisă montarea sau traversarea sistemelor de pozare.

Secţiunea conductoarelor trebuie să fie corespunzătoare pentru curenţii admisibili ai sarcinilor conectate la rulotă, dar nu mai mică de 1,5 mm^2 Cu sau echivalent.

Cablurile utilizate în circuite de tensiuni diferite trebuie pozate separat pentru a nu exista contact fizic între ele.

Conexiunile cablurilor trebuie realizate în cutii corespunzătoare. Când capacul poate fi înlăturat cu uşurinţă fără ajutorul unei scule, conexiunile trebuie izolate.

7.16.7. Aparataj

Conectorul racordului rulotei trebuie realizat conform cu recomandările din SR EN 60309-2, corespunzător tipului de conector şi trebuie să cuprindă:

- o fişă conform SR EN 60309-2;
- un cablu flexibil de tip HO7 RN-F sau echivalent, prevăzut cu conductor de protecţie având următoarele caracteristici:
  - -lungime max. 25m
  - -secţiune minimă pentru un curent nominal de 16A: 2,5mm^2 Cu sau echivalent (pentru curenţi nominali mai mari, secţiunea trebuie aleasă astfel încât să asigure declanşarea dispozitivului de protecţie împotriva supracurenţilor, pentru un curent de scurtcircuit minim la capătul cordonului de alimentare);
  - -culoare de identificare conform SR HD 308;
  - -conector conform SR EN 60309-2.

Racordul rulotei trebuie instalat:

- la maxim 1,80 m deasupra solului;
- într-un amplasament uşor accesibil;
- într-un locaş corespunzător prevăzut cu capac, în exteriorul rulotei.

Lângă locaşul pentru pentru racord, în exteriorul rulotei, trebuie să existe următoarele informaţii:

- tensiune nominală;
- curent nominal;
- frecvenţa.

Orice instalaţie electrică internă trebuie echipată cu un dispozitiv de întrerupere a tuturor conductoarelor active şi a conductorului neutru, amplasat în rulotă, într-un loc uşor accesibil. În apropierea acestui dispozitiv trebuie fixată o notă cu instrucţiuni de exploatare.

Toate circuitele terminale trebuie protejate pe conductoarele de fază împotriva supracurenţilor.

În cazul unui singur circuit final, dispozitivul de protecţie împotriva supracurenţilor poate fi utilizat ca dispozitiv de întrerupere.

Accesoriile, precum întreruptoarele, duliile şi altele similare, nu trebuie să aibă părţi metalice.

Prizele de curent de joasă tensiune trebuie să fie prevăzute cu contact de protecţie pentru conectarea

conductorului de protecţie. Dacă în rulotă sunt prevăzute prize de TFJS, prizele vor fi diferite pentru a nu permite greşeli în conectarea fişelor.
Orice echipament conectat permanent la instalaţia fixă trebuie să fie comandat printr-un întreruptor amplasat fie pe echipament, fie în apropierea acestuia.

7.17. Instalaţii electrice pentru firme şi reclame luminoase

7.17.1. Proiectarea şi executarea instalaţiei electrice interioare şi exterioare a firmelor şi reclamelor luminoase trebuie să se facă respectându-se pe lângă prevederile din subcap. 5.3., condiţiile din capitolul de faţă, recomandările normei SR EN 50107 (standard pe părţi) şi prevederile instrucţiunilor tehnice ale producătorului firmei/reclamei luminoase. Materialele din care se execută firma/reclama luminoasă trebuie să fie omologate din punctul de vedere al reacţiei la foc.

7.17.2. Distanţa de la părţile sub tensiune ale firmelor şi reclamelor luminoase amplasate în exteriorul clădirilor, până la sol şi respectiv până la elemente ale constucţiilor, trebuie să fie de cel puţin:

- 3,0 m până la sol (trotuare etc.);
- 1,5 m până la balcoane, terase, ferestre;
- 3,0 m până la acoperişuri accesibile în mod normal;
- 1,0 m până la acoperişuri inaccesibile în mod normal;

În cazul în care aceste distanţe nu pot fi respectate, construcţia firmelor şi reclamelor luminoase se realizează în aşa fel încât să nu permită accesul direct la niciuna din părţile ei sub tensiune.
Firmele şi panourile luminoase executate din materiale din clase de reacţie la foc C, D, E şi F, vor fi amplasate numai pe faţade şi pereţi exterioare (inclusiv elementele de placare, izolare termică) din clasele de reacţie la foc A1 sau A2 s1do, potrivit reglementărilor specifice.

7.17.3. Distanţa minimă pe orizontală de la firme sau reclame luminoase până la cea mai apropiată linie de contact pentru tramvaie sau troleibuze, trebuie să fie de 2,2 m.

7.17.4. Distanţa minimă de la firma sau reclama luminoasă până la suporturile liniilor de contact ale tramvaielor sau troleibuzelor (stâlpi, console, suspensii etc.) în legătura cu pământul, trebuie să fie de 0,5 m.

7.17.5. Distanţa minimă de la părţile neizolate aflate sub tensiune înaltă ale firmelor şi reclamelor până la elemente din materiale combustibile din clasa de reacţie la foc B, conform reglementărilor specifice referitoare la securitatea la incendiu a construcţiilor, trebuie să fie cel puţin de 10 cm; dacă această distanţă nu poate fi asigurată, părţile neizolate trebuie protejate prin elemente din materiale izolante incombustibile.

7.17.6. Firmele şi reclamele luminoase cu lămpi cu descărcări electrice, alimentate la tensiune înaltă amplasate în interiorul construcţiilor, în vitrine închise sau deschise sau în locuri accesibile persoanelor neautorizate, trebuie realizate în aşa fel încât să nu fie posibil accesul la părţile lor aflate sub tensiune.

7.17.7. Alimentarea cu energie electrică a lămpilor cu descărcări electrice la tensiune înaltă ale firmelor sau reclamelor se face prin intermediul transformatoarelor speciale cu dispersie de flux magnetic, ale căror caracteristici nominale se aleg în funcţie de acelea ale lămpilor.
Transformatoarele se instalează în cutii proprii pentru un transformator sau o cutie pentru mai multe transformatoare, care se prevăd cu blocaj, astfel încât deschiderea lor să fie însoţită de întreruperea alimentării din reţea pe toate fazele.

7.17.8. Se interzice instalarea aparatelor care sunt alimentate la tensiunea primară, în interiorul cutiei transformatoarelor, cu excepţia celor pentru blocaj şi pentru îmbunătăţirea factorului de putere.

7.17.9. Transformatoarele se amplasează, în măsura posibilităţilor, cât mai aproape de lămpile ce

trebuie alimentate. Se admite instalarea transformatoarelor în interiorul clădirilor numai în locuri inaccesibile persoanelor neautorizate şi numai cu condiţia utilizării cablurilor pentru tensiune înaltă ecranate.

7.17.10. În clădirile noi care urmează să fie dotate cu firme luminoase se prevăd firide speciale în care se instalează transformatoarele împreună cu dispozitivele de conectare şi de programare.

7.17.11. Tranformatoarele se alimentează prin circuite independente de acelea ale altor receptoare, pe un circuit putând fi alimentate cel mult 5 transformatoare. Fiecare circuit trebuie protejat prin siguranţe fuzibile sau disjunctoare.

7.17.12. Circuitele pentru alimentarea transformatoarelor se execută cu conductoare sau cabluri cu întârziere la propagarea flăcării , iar secţiunea minimă admisă pentru conductoarele de cupru este de 2,5 mm^2. În cazul în care aceste circuite se pozează la exterior, ele trebuie protejate în tuburi metalice etanşe.
La clădirile înalte şi foarte înalte, circuitele pentru alimentarea transformatoarelor şi/sau firmelor/reclamelor luminoase se execută cu cabluri rezistente la foc pe o durată de cel puţin 30 minute.

7.17.13. Circuitele pentru alimentarea firmelor şi reclamelor luminoase trebuie prevăzute cu dispozitive de protecţie şi comandă amplasate în loc accesibil.

7.17.14. Transformatoarele sau grupurile de transformatoare trebuie prevăzute cu deconectare vizibilă şi sigură pe toate fazele.

7.17.15. Instalaţia electrică cu tensiuni peste 1000 V a firmelor şi reclamelor luminoase se execută cu cabluri electrice, cu tensiunea de încercare de cel puţin 15000V.
Conexiunile trebuie să fie realizate cu ajutorul unor borne conforme cu EN 60999-1 pentru a avea un contact electric cât mai bun.
Dacă instalaţia electrică de înaltă tensiune a firmei sau reclamei este montată în exterior, trebuie utilizate conductoare electrice cu izolaţie suplimentară, rezistentă la intemperii.

7.17.16. Intrările şi ieşirile tuburilor sau conductoarelor electrice din cutia transformatorului trebuie protejate prin izolatoare de trecere, prin tile sau pipe de porţelan, după caz, montate în aşa fel încât să nu fie posibilă pătrunderea apei sau a zăpezii în interiorul cutiei.

7.17.17. Toate părţile metalice ale firmei sau reclamei luminoase care nu sunt sub tensiune (construcţia metalică a firmei, cutia transformatoarelor, carcasa transformatoarelor, tuburile metalice de protecţie etc.), trebuie conectate la instalaţia de legare la pământ comună a clădirii (conform prevederilor subcap.4.1).

7.18. Instalaţii electrice pentru alimentarea cu energie electrică a echipamentelor ascensoarelor, maşinilor de ridicat şi transportat
Ascensoare

7.18.1. La proiectarea şi executarea instalaţiilor electrice pentru alimentarea cu energie electrică a echipamentelor ascensoarelor trebuie respectate, pe lângă condiţiile generale din prezentul normativ şi prevederile instrucţiunilor tehnice ale producătorului de ascensoare.

7.18.2. La blocurile de locuinţe, coloana pentru alimentarea tabloului principal al ascensoarelor trebuie racordată la tabloul comun de lumină şi putere (forţă).

7.18.3. La clădirile încadrate din punctul de vedere a condiţiilor de evacuare în caz de urgenţă BD3 şi BD4 (anexa 5.2), coloana de alimentare a tabloului ascensoarelor se racordează la tabloul general sau la un tablou de putere (forţă), înaintea întreruptorului general sau a siguranţelor generale.

7.18.4. Alimentarea cu energie electrică a tablourilor ascensoarelor de pompieri în caz de incendiu, trebuie asigurată din două surse de alimentare independente, în condiţiile prevăzute la subcap. 7.22 şi SR EN 81-72 sau alte reglementări echivalente. La aceste tablouri se racordează numai ascensoarele de pompieri.

7.18.5. Coloanele pentru alimentarea tabloului ascensorului de pompieri în caz de incendiu trebuie realizate cu cabluri rezistente la foc sau cu un sistem de cablaj care să-şi păstreze caracteristicile de protecţie pe o perioada de cel puţin 120 minute.

7.18.6. Alimentarea instalaţiilor electrice ale ascensoarelor de materiale se face din tabloul general din clădirea respectivă sau dintr-un tablou secundar de putere (forţă).

7.18.7. Secţiunea coloanei tabloului ascensorului se dimensionează pentru căderea de tensiune la pornire admisă, conform instrucţiunilor producătorului ascensorului sau, în lipsa acestora, pentru o cădere de tensiune la pornire de cel mult 3% faţă de tensiunea nominală.

7.18.8. Pentru iluminatul puţului închis al ascensorului trebuie prevăzut în tabloul ascensorului un circuit independent de alte circuite.

7.18.9. La blocurile de locuinţe, circuitul iluminatului puţului de ascensor se racordează la tabloul comun de lumină şi putere (forţă). Întreruptorul pentru comanda acestui circuit se prevede în interiorul acestui tablou.
La clădirile prevăzute cu iluminat de securitate de evacuare alimentat din sursă de rezervă, circuitul pentru iluminatul puţului ascensorului se alimentează din circuitele acestui iluminat.
Circuitul pentru iluminatul puţului ascensorului de pompieri în caz de incendiu se racordează din tabloul ascensorului respectiv.

7.18.10. Coloanele de alimentare ale tablourilor ascensoarelor (persoane, marfă, de pompieri) şi circuitul de iluminat pentru puţul ascensorului se protejază cu tuburi de protecţie pe toate porţiunile de traseu pe care există pericol de deteriorare mecanică.

7.18.11. Protecţia în caz de defect (împotriva şocurilor electrice prin atingere indirectă - atingerea părţilor metalice ale ascensorului care în mod normal nu se află sub tensiune) se realizează conform prevederilor din subcap. 4.1. Glisierele ascensoarelor pot fi utilizate drept conductoare naturale de legare la pământ conform subcap. 5.5.

Maşini de ridicat şi transportat
7.18.12. Liniile de contact pentru maşini de ridicat şi transportat trebuie proiectate şi executate respectându-se pe lângă prevederile generale din prezentul normativ şi instrucţiunile tehnice ale furnizorului.

7.18.13. Materialul liniei de contact se alege avându-se în vedere condiţiile de mediu în care aceasta urmează să lucreze şi în funcţie de tipul culegătorilor de curent electric.

7.18.14. Secţiunea coloanei de alimentare a liniei, secţiunea liniei şi modul de alimentare a liniei se aleg astfel încât la curentul de pornire suma tuturor căderilor de tensiune (pe coloană şi linie) pentru poziţia cea mai defavorabilă de funcţionare a maşinilor să respecte prevederilor furnizorului. În lipsa acestora căderile de tensiune trebuie să nu depăşească 12% la tensiune alternativă şi 15% tensiune continuă.

7.18.15. În cazul în care o linie de contact alimentează mai multe maşini de ridicat sau transportat, la ambele capete ale liniei se prevăd zone de reparaţie având o lungime cel puţin egală cu lungimea unei maşini. Între zona de reparaţie şi restul liniei se lasă un "rost de separaţie". Zona de reparaţie trebuie prevăzută cu posibilitatea de scoatere de sub tensiune a zonei şi legarea zonei la pământ în timpul reparării unei maşini.

7.18.16. În afară de aparatele de protecţie de la tabloul din care pleacă coloana ce alimentează linia, se prevede suplimentar un dispozitiv de separare cu blocaj mecanic pentru deconectarea alimentării liniei în timpul reparaţiilor şi reviziilor ei, care se montează într-un cofret la care are acces numai personalul autorizat.

7.18.17. Protecţia în caz de defect (împotriva şocurilor electrice prin atingere indirectă) se realizează prin legarea la conductorul de protecţie PE şi la pământ, conform subcap. 4.1 şi 5.5.

7.18.18. Instalaţiile de ridicat şi transportat cu cale de rulare se leagă la pământ folosind şinele căii de rulare drept conductor de protecţie în condiţiile prevăzute în subcap. 5.5.

7.19. Instalaţii electrice pentru echipamente informatice

7.19.1. Instalaţiile electrice de alimentare a echipamentelor destinate prelucrării informaţiilor se proiectează şi se execută respectânduse pe lângă prevederile prezentului normativ şi recomandările din standardul pe părţi SR EN 60950.

7.19.2. Instalaţiile electrice pentru echipamente informatice se vor alimenta de regulă dintr-o reţea TN-S, pentru a micşora pericolul de avarie prin supracurenţi şi fenomene EMC (perturbaţii electromagnetice). Reţelele TT şi IT se pot utiliza numai conform art. 7.19.12 şi 7.19.13.

7.19.3. Toate conductoarele de protecţie utilizate trebuie să fie din cupru.

7.19.4. Este obligatorie separarea circuitelor de putere (forţă) de circuitele pentru semnalizari (curenţi electrici „slabi“).

7.19.5. Pe traseele verticale se recomandă o distanţă de 30 cm între circuitele de putere (forţă) şi cele pentru semnalizări neecranate.

7.19.6. Pe treseele orizontale se recomandă o distanţă de minimum 5 cm între circuitele de putere (forţă) şi cele pentru semnalizări neecranate.

7.19.7. Pentru a evita perturbaţiile cauzate de aparate care produc câmpuri electromagnetice (de ex. balasturi pentru lămpi fluorescente, motoare pentru storuri) se recomandă o distanţă de minim 30 cm între aceste aparate şi traseul circuitelor pentru semnalizări.

7.19.8. Intersectarea circuitelor de putere (forţă) cu cele pentru semnalizări se recomandă să se facă la un unghi de 90°C.

7.19.9. În distribuţiile orizontale se recomandă folosirea plintelor cu mai multe compartimente separate prin pereţi despărţitori cu rol de ecranare. Circuitele de putere (forţă) se amplasează în partea de sus a plintelor, canalelor, iar circuitele pentru semnalizări se amplasează în compartimentul cel mai de jos, cât mai aproape de planul maselor.

7.19.10. În cazul în care curentul electric de fugă prezumat din echipamentele informatice este mai

mare de 10 mA, protecţia în caz de defect (împotriva şocurilor electrice prin atingere indirectă) este realizată dacă se respectă una din următoarele condiţii:

a) conductorul de protecţie utilizat se alege conform subcap. 4.1 şi 5.5 dar trebuie să aibă o secţiune de cel puţin 10 mm^2 cupru. Se admite folosirea mai multor conductoare legate în paralel dacă suma secţiunilor acestora este de cel puţin 10 mm^2 cupru;
b) se prevede un dispozitiv de control al continuităţii circuitului de legare la pământ care să deconecteze automat alimentarea cu energie electrică în momentul întreruperii acestei continuităţi;
c) atunci când echipamentul este alimentat prin intermediul unui transformator cu înfăşurări distincte sau prin intermediul unei surse care să prezinte o separare electrică între circuitul primar şi secundar (de ex. grup motor-generator, UPS) circuitele secundare se realizează, de preferinţă, în reţea TN şi pentru aplicaţii specifice în reţea IT. Legarea la pământ se face cu respectarea condiţiilor de la pct. a) şi b).

Aceste prevederi se aplică şi la un circuit care alimentează mai multe echipamente şi în care suma curenţilor electrici de fugă depăşeşte 10 mA.

7.19.11. În cazul reţelei de alimentare TT, circuitul trebuie prevăzut cu un dispozitiv de protecţie la curent diferenţial rezidual al cărui curent nominal de funcţionare rezultă din condiţiile:

$$I_1 \le \frac{I_{\Delta n}}{2} \le \frac{U_L}{2R_A}$$

în care:

I_1 – este curentul total de fugă prezumat, [A];
$I_{\Delta n}$ - curentul nominal de funcţionare al dispozitivului de protecţie diferenţial, [A];
U_L- tensiunea de atingere maximă admisă, [V];
R_A – rezistenţa de dispersie a prizei de pământ, [Ω];

7.19.12. Se recomandă ca echipamentele având curenţi electrici de fugă importanţi să nu fie legate direct la o reţea IT, datorită dificultăţii monitorizării (semnalizării) primului defect. Se recomandă ca echipamentul să fie alimentat printr-o reţea TN (racordată la reţeaua principală IT), prin intermediul unui transformator.

7.19.13. Protecţia împotriva supratensiunilor se va realiza conform cu subcap. 4.4.

7.20. Instalaţii electrice în construcţii din lemn Echipamente

7.20.1. La proiectarea şi executarea instalaţiilor electrice din construcţii din lemn se vor respecta pe lângă prevederile din capitolul 3 şi subcap. 4.2 şi recomandările din SR HD 384.4.42 S1 şi SR HD 384.4.482 S1 şi cele din prezentul subcapitol.

7.20.2. La executarea instalaţiilor electrice înglobate în elementele de construcţie din lemn se folosesc conductoare sau cabluri din cupru.
Cablurile ce se montează în contact direct cu lemnul trebuie să fie cu întârziere la propagarea flăcării, conform cu recomandările din SR EN 50266.

7.20.3. Se recomandă utilizarea conductoarelor şi cablurilor încărcate cu circa 85% din curentul maxim admisibil.

7.20.4. Tablourile electrice de distribuţie trebuie să fie confecţionate din materiale incombustibile sau cu întârziere la propagarea flăcării (care satisfac proba cu fir incandescent la 960°C conform SR EN 60695-2-11) şi să fie nehigroscopice.

7.20.5. Dozele de derivaţie şi de aparat trebuie executate din metal sau din materiale plastice care satisfac proba cu fir incandescent la 960°C conform SR EN 60695-2-11 şi trebuie să fie etanşe. Izolaţiile ce protejează conexiunile trebuie de asemenea să satisfacă proba cu firul incandecent la temperatura de 960°C.

7.20.6. Corpurile de iluminat montate direct pe lemn trebuie să prezinte cel puţin gradul de protecţie IP 5X executate din materiale cu întârziere la propagarea flăcării (pentru cel puţin 750°C conform SR EN 60695-2-11). Lămpile trebuie să fie protejate împotriva loviturilor la care pot fi supuse, cu dispersoare din materiale plastice rezistente la şocuri mecanice (de exemplu policarbonat), cu grătare sau sticlă rezistentă.

7.20.7. Corpurile de iluminat trebuie confecţionate din materiale incombustibile sau să fie omologate pentru montaj direct pe lemn.

7.20.8. Tuburile, plintele, canalele de protecţie trebuie să fie metalice sau din materiale plastice omologate pentru montaj în construcţii din lemn, cu sau fără halogeni.

7.20.9. Accesoriile de îmbinare ale tuburilor, plintelor şi canalelor trebuie să asigure aceeaşi rezistenţă mecanică, izolaţie electrică, grad de etanşare, rezistenţă la temperatură ca şi tuburile, plintele şi canalele la care se folosesc.

7.20.10. Se admite folosirea ca doze de derivaţie a părţilor fixe, special prevăzute în corpurile de iluminat, în condiţiile subcap. 5.3.6

Distribuţii şi condiţii de montaj

7.20.11. Execuţia distribuţei electrice în construcţii din lemn se face după terminarea structurii, a acoperişului şi închiderii perimetrale ale acestora.

7.20.12. Atunci când instalaţia electrică este înglobată în interiorul elementelor de construcţie, se recomandă ca circuitele să se monteze între placa dinspre interior a peretelui şi bariera de vapori, iar unde bariera de vapori este integrată în placa dinspre interior a peretelui, între acesta şi izolaţie.

7.20.13. În situaţia în care apar deteriorări ale barierei de vapori în timpul execuţiei distribuţiei, acestea trebuie remediate asigurând continuitatea şi etanşeitatea barierei de vapori.

7.20.14. Pozarea tuburilor şi a dozelor se face înainte de montarea materialului fonoizolant.

7.20.15. Se admite numai montarea aparentă în contact direct cu elementele de construcţie din lemn a tuburilor, plintelor sau canalelor de protecţie din materiale plastice omologate pentru montare pe lemn, aparatele şi echipamentele electrice cu grad de protecţie minim IP54 sau omologate pentru montarea pe lemn.
În cazurile în care gradul de protecţie al echipamentelor electrice este inferior gradului IP 54 se vor respecta prevederile de la 3.0.3.8.

7.20.16. Tuburile şi canalele de protecţie metalice şi tuburile din materiale plastice cu întârziere la propagarea flăcării şi omologate pentru montarea pe lemn, se montează direct pe elemente combustibile ale construcţiei, atât în montaj aparent cât şi în interiorul pereţilor sau planşeelor.

7.20.17. Tuburile flexibile din materiale plastice omologate pentru montare pe lemn se utilizează numai pentru protecţia conductelor pe trasee scurte, dificil de realizat cu tub rigid.

7.20.18. La montarea dozelor în pereţii exteriori, pe lângă asigurarea continuităţii barierei de vapori, se

urmăreşte şi păstrarea continuităţii stratului de termoizolaţie.

7.20.19. La proiectarea şi executarea instalaţiilor electrice se vor respecta soluţii tehnice ce se stabilesc de comun acord cu proiectantul structurii de rezistenţă.

7.20.20. Dozele metalice şi din materiale plastice cu grad de protecţie mai mic de IP 54 se montează respectându-se condiţiile de la art.7.20.18.

7.20.21. Circuitele electrice vor fi prevăzute cu protecţie diferenţială şi conductor de protecţie.

7.20.22. Se recomandă reducerea, pe cât posibil, a numărului de doze de ramificaţie pe parcursul unui circuit.

7.20.23. Legăturile electrice trebuie realizate astfel încât să nu permită formarea de scântei sau arcuri electrice.

Distribuţii în cabluri

7.20.24. La trecerea prin elementele combustibile, cablurile se protejează în tuburi metalice.

7.20.25. Fixarea cablurilor se face numai cu elemente prefabricate care să nu le ştranguleze şi care să nu aibă muchii tăioase care pot deteriora izolaţia acestora.

7.20.26. Distanţele maxime între elementele de fixare a cablurilor trebuie să fie:
- 50 cm, la montajul orizontal şi 100 cm, la montajul vertical, pentru cablurile nearmate montate aparent;
- 80 cm, la montajul orizontal şi 150 cm, la montajul vertical, pentru cablurile armate.

7.20.27. Cablurile se fixează la maximum 10 cm de intrarea în doze sau în aparate.

7.20.28. Golurile din elementele de construcţie trebuie să aibă un diametru mai mare cu ¼ decât diametrul exterior al cablului.

7.20.29. Circuitele electrice pentru încălzire realizate cu cabluri înglobate în elemente de construcţie din lemn şi care sunt armate, trebuie protejate la curent diferenţial rezidual de cel mult 100 mA.

7.20.30. În cazul în care alimentarea instalaţiei electrice de încălzire se face dintr-o reţea IT impedanţa dispozitivului de control permanent al izolaţiei şi caracteristicile dispozitivelor de protecţie la curent diferenţial trebuie alese astfel încât să asigure întreruperea în cazul apariţiei primului defect de izolaţie. Conductorul de protecţie al circuitului de încălzire se leagă la fiecare din extremităţile armăturii sau la învelişul metalic al cablului de încălzire.

Protecţii şi măsuri de protecţie

7.20.31. În cazul reţelelor TN şi TT, circuitele care alimentează receptoarele de lumină şi prize se protejează fiecare la suprasarcină scurtcircuit şi la curent rezidual diferenţial cu curentul nominal de cel mult 30 mA.

7.20.32. În reţeaua IT, dacă sunt prevăzute dispozitive diferenţiale de protecţie, trebuie să se prevadă şi un dispozitiv de control permanent al izolaţiei pe fiecare circuit care deserveşte încăperi din lemn.

7.20.33. În circuitele TFJP şi TFJS părţile active trebuie să îndeplinească una din condiţiile:

- să fie protejate în învelişuri cu gradul de protecţie IP 2X;
- să fie protejate cu o izolaţie care să suporte o tensiune de încercare de 500 V timp de 1 min, oricare ar fi tensiunea nominală a circuitului.

7.20.34. Branşamentul la care este racordată instalaţia electrică trebuie să fie prevăzut cu un întreruptor automat cu protecţie la curent diferenţial rezidual de cel mult 300 mA de tip S. Asigurarea selectivităţii protecţiilor se face respectând prevederile subcap. 4.1.

7.21. Instalaţii electrice pentru racordarea bateriilor de condensatoare pentru îmbunătăţirea factorului de putere

7.21.1. În instalaţiile electrice cu condensatoare pentru îmbunătăţirea factorului de putere, respectiv pentru compensarea energiei reactive absorbite de receptoarele inductive ale consumatorului electric, se utilizează condensatoarele derivaţie, fixe sau reglabile în trepte, după caz.
Se recomandă utilizarea condensatoarelor cu pierderi în dielectric cât mai mici şi a condensatoarelor cu dielectric biodegradabil.

7.21.2. Amplasarea bateriilor de condensatoare se face astfel încât pierderile de putere şi energie să fie cât mai mici, în unele din următoarele moduri:

- centralizat, la tablourile generale de distribuţie sau tablourile de distribuţie ale grupurilor de receptoare;
- local (individual), la bornele receptorului electric;
- mixt (centralizat sau semicentralizat combinat cu local).

7.21.3. Valoarea puterii reactive a condensatoarelor destinate îmbunătăţirii factorului de putere şi modul de instalare a acestora (art. 7.21.2.) se stabileşte pe baza unei analize tehnico-economice efectuată conform prevederilor reglementărilor tehnice referitoare la compensarea puterii reactive în reţelele electrice ale furnizorilor de energie, la consumatorii industriali şi similari.

7.21.4. Nu se instalează instalaţii cu condensatoare pentru îmbunătăţirea factorului de putere înainte de realizarea unui studiu privind distorsiunea curbei de tensiune a locul de montare.
La consumatori electrici cu regim deformant (datorită receptoarelor producătoare de armonice de tensiune sau de curent), bateriile de condensatoare se amplasează în puncte în care factorul de distorsiune şi nivelul armonicelor nu conduc la solicitări ale instalaţiilor peste limitele admisibile (U_{max} = 1,1 U_n; I_{max} = 1,3 I_n şi Q_{max} = 1,42Q_n, unde U_n, I_n, Q_n sunt valori nominale în regim sinusoidal).
În cazul în care rezultă o depăşire a valorilor maxime admisibile de tensiune sau curent se iau măsuri de utilizare a instalaţiilor de limitare, filtrare, compensare a armonicilor perturbatoare (conform recomandărilor din reglementările tehnice referitoare la compensarea puterii reactive în reţelele electrice ale furnizorilor de energie, la consumatorii industriali şi similari).

7.21.5. La consumatorii electrici cu sarcini reactive fluctuante care produc fluctuaţii de tensiune (flicker), se prevăd instalaţii statice de compensare automată a variaţiilor de putere reactivă, corelat cu necesitatea reducerii fluctuaţiilor de tensiune la valori normate.

7.21.6. În cazul compensării centralizate, bateriile de condensatoare trebuie prevăzute cu aparate de comutaţie pentru cuplare-decuplare la reţeaua electrică. Dacă sarcina reactivă este variabilă în timp, se prevăd baterii de condensatoare fracţionabile, comutabile automat în trepte de putere reactivă.

7.21.7. La consumatorii cu posturi de transformare proprii, în cazul compensării centralizate automate, se interzice funcţionarea în gol a transformatorului, cu bateria de condensatoare conectată.

7.21.8. Compensarea locală (individuală) a energiei reactive consumate se prevede pentru receptoare

inductive cu consum mare de putere reactivă şi cu funcţionare continuă şi pentru cele de putere foarte mică, dar aflate în număr foarte mare (de ex. lămpi cu descărcare în gaze şi/sau vapori metalici).

7.21.9. În cazul compensării locale (individuale), la receptoarele de putere mare (motor asincron, transformator etc.), puterea reactivă a bateriei de condensatoare trebuie să compenseze cel mult 90% din puterea de mers în gol a receptorului.

7.21.10. Circuitul de alimentare al bateriei de condensatoare (cabluri, aparate de acţionare şi protecţie) se dimensionează la un curent electric de 1,5 ori curentul nominal al bateriei.

7.21.11. Dacă circuitul se protejază cu întreruptor automat (disjunctor) acesta se reglează astfel:
- pentru protecţie la suprasarcină la 1,5 ori curentul nominal al bateriei;
- pentru protecţie la scurtcircuit la cel puţin 5 ori curentul nominal al bateriei.

7.21.12. Bateriile de condensatoare se prevăd cu dispozitive de descărcare automate sau manuale, alese astfel încât după cel mult 1 minut de la deconectarea bateriei de la reţea, tensiunea reziduală la bornele ei să scadă sub 42 V. La bateriile de condensatoare fracţionabile cu trepte comutabile se prevăd dispozitive de descărcare automată. Fac excepţie şi nu se prevăd cu dispozitive speciale de descărcare, condensatoarele legate direct la bornele receptoarelor.

7.21.13. Bateriile de condensatoare se instalează, de regulă, în încăperi separate de categoria BA5 (EE) pe stelaje metalice sau în dulapuri speciale.
În încăperile în care sunt instalate bateriile de condensatoare se asigură menţinerea condiţiilor de tempertură şi umiditate cerute de producătorul lor. Ele se amplasează astfel încât să fie ferite de apă, praf, agenţi corozivi, lovituri, vibraţii, căldură, foc, luându-se măsuri corespunzătoare de protecţie.
Fac excepţie bateriile de condensatoare impregnate cu uleiuri incombustibile (garantate de producător). Acestea pot să fie instalate în încăperi de clasa BA5 (EE) (de ex. în încăperea tabloului general de distribuţie), în încăperi de producţie, luându-se măsuri de protecţie împotriva atingerilor sau în tablourile electrice închise, de alimentare şi comandă ale receptoarelor (de ex. ale motoarelor asincrone).

7.21.14. Montarea pe stelaje a bateriilor de condensatoare şi a conductelor de legătură se face astfel încât o persoană să nu poată atinge simultan două părţi metalice la o înălţime mai mică de 2,5 m şi între care există o tensiune mai mare de 120 V. Accesul personalului în spaţiul bateriilor de condensatoare este permis numai personalului autorizat şi numai după deconectarea şi descărcarea în prealabil a acestora pe rezistoarele de descărcare.

7.22. Instalaţii electrice pentru alimentarea receptoarelor cu rol de securitate la incendiu.

7.22.1. Alimentarea cu energie electrică a tabloului de distribuţie al staţiei pompelor de incendiu, al electrovanelor de incendiu şi al altor dispozitive de securitate la incendiu trebuie asigurată după caz astfel:

a) **dintr-o singură sursă de alimentare**. Se consideră o singură sursă de alimentare racordarea la un post de transformare al sistemului energetic naţional, la o centrală electrică, la reţeaua de joasă tensiune a furnizorului prin firida de branşament sau la tabloul general de distribuţie al clădirii (dacă firida de branşament sau tabloul general de distribuţie îndeplinesc condiţiile de la art. 7.22.2.).
Alimentarea de la o singură sursă, într-una din variantele de mai sus, se face la instalaţiile la care, conform normativului NP 086-05, nu se prevăd pompe de incendiu de rezervă astfel:
- clădiri civile şi industriale, de producţie şi/sau depozitare sau cu funcţiuni mixte, la care nu sunt prevăzute instalaţii automate de stingere (sprinklere, drencere – sprinklere deschise, apă pulverizată şi ceaţă de apă);
- clădiri civile, de producţie şi/sau depozitare ori cu funcţiuni mixte, la care pentru stingerea incendiilor din interior se folosesc mai puţin de 2 jeturi simultane;

- construcţii şi grupuri de construcţii la care debitul de apă pentru incendiu exterior nu depăşeşte 20 litri/s.

În aceleaşi condiţii se alimentează şi vanele de incendiu acţionate electric care pot fi manevrate direct de către personalul de serviciu în mai puţin de 5 minute de la darea semnalului de alarmă din cadrul obiectivelor de mai sus.

b) **din două surse de alimentare independente**

Alimentarea din două surse independente se face în:

- situaţiile în care se prevede pompă de rezervă activă pentru incendiu;
- clădirile în care, conform reglementărilor specifice referitoare la securitatea la incendiu a construcţiilor, se prevăd obligatoriu sisteme de evacuare a fumului şi a gazelor fierbinţi;
- clădirile prevăzute cu instalaţii automate de stingere cu apă (sprinklere, drencere – sprinklere deschise, apă pulverizată şi ceaţă de apă);
- parcaje potrivit reglementărilor specifice;
- clădirile prevăzute cu ascensoare de pompieri în caz de incendiu (subcap.7.18).

Sursa de alimentare de bază este asigurată conform punctului a). În cazuri justificate tehnic în care nu exista posibilitatea asigurarii unei surse de baza de alimentare cu energie electrica pentru pompe se admite utilizarea motoarelor cu ardere interna.

Sursa de alimentare rezervă poate fi:

- altă sursă de energie electrică (centrală electrică la consumator), astfel încât nefuncţionarea sursei de bază să nu o afecteze;
- grup de intervenţie, cu intrarea automată în funcţiune în 15 s, la dispariţia tensiunii sursei de bază şi preluarea eşalonată a receptoarelor în maxim 60 secunde.

Indiferent de numărul de instalaţii electrice prin care un loc de consum este racordat la reţeaua operatorului de transport/distribuţie, acestea constituie o singură sursă de alimentare (SEN) pentru locul de consum respectiv.

În toate cazurile trebuie asigurată trecerea automată (dublată de acţionare manuală) de pe alimentarea de bază pe cea de rezervă la nefuncţionarea sursei de bază printr-un sistem AAR reversibil.

În cazul în care este obligatorie şi nu se poate asigura a 2-a sursă de energie electrică de rezervă, se montează pompe fixe cu motor cu ardere internă cu pornire automată sau pompe cu abur cu alimentare permanentă printr-o conductă separată, direct de la sursă.

7.22.2. Se admite ca alimentarea tabloului de distribuţie al staţiei pompelor şi electrovanelor de incendiu şi a altor dispozitive de securitate la incendiu să se facă din tabloul general al une clădiri numai dacă acesta este amplasat astfel încât funcţionarea lui nu este periclitată în caz de incendiu în clădirea respectivă. Se consideră că amplasarea satisface aceste condiţii dacă tabloul general este amplasat în exteriorul clădirii respective, în construcţii independente de nivelul I sau II de stabilitate la incendiu, sau în interiorul clădirii, în încăperi cu acces uşor din exterior. Încăperea tabloului general trebuie să fie separată de restul clădirii prin pereţi de A1, A2 - s1do, fără goluri şi cu rezistenţa la foc REI/EI 180 şi planşee REI 90, având asigurat acces direct din exterior. Se admite şi comunicarea încăperii tabloului general cu restul construcţiei printr-o uşa cu rezistenţă la foc de minimum EI_2 90 - C, echipată cu dispozitive de autoînchidere sau închidere automată în caz de incendiu.

Separarea faţă de încăperile din categoriile BE3a şi BE3b cu risc foarte mare de incendiu, se realizează cu pereţi şi planşee antiex şi goluri de comunicare funcţională protejate potrivit reglementărilor specifice referitoare la securitatea la incendiu a construcţiilor.

7.22.3. Căile de alimentare ale tabloului de distribuţie al staţiilor pompelor şi electrovanelor de incendiu şi instalaţiei pentru evacuarea fumului şi gazelor fierbinţi trebuie amplasate pe cât posibil, pe trasee ferite de pericol de incendiu.

În cazul în care se prevăd două căi de alimentare, acestea se dispun pe trasee separate sau sunt separate antifoc prin amenajări constructive de separare, astfel încât avarierea unei căi să nu poată provoca întreruperea în alimentarea cu energie electrică a celeilalte căi.

Se consideră că traseul unei linii aeriene este ferit de pericol de incendiu dacă linia este amplasată la

cel puţin 10 metri faţă de construcţii cu nivelul I, II şi III de stabilitate la incendiu, la cel puţin 20 metri faţă de cele de nivelul IV şi V de stabilitate la incendiu, precum şi faţă de depozite deschise de materiale combustibile şi la o distanţă cel puţin egală cu de 1,5 ori înălţimea suportului liniei aeriene, dar la cel puţin 15 metri faţă de clădirile cu risc foarte mare de incendiu, categoria BE3a sau BE3b.
În exterior, dacă traseul uneia dintre căile de alimentare este aerian, traseul celei de a doua căi se execută de regulă subteran, în condiţiile prevăzute de normativul NTE 007/08/00. În interior se interzice ca traseul acestor căi să treacă prin încăperi de categoria BE3a, BE3b (risc foarte mare de incendiu). Se admite ca traseul să treacă prin încăperi de categoria BE2 (risc mare de incendiu), dacă cablul şi sistemul de pozare sunt rezistente la foc minim o oră.

7.22.4. În cazul alimentării dintr-o singură sursă coloana tabloului de distribuţie a staţiei pompelor de incendiu se leagă înaintea întreruptorului general sau a siguranţelor generale ale tabloului din reţeaua furnizorului din care se alimentează. Întreruptorul sau siguranţele de pe coloanele ce alimentează tablourile staţiei pompelor, electrovanelor de incendiu se va prevedea cu blocare sigilată care să nu permită întreruperea alimentării decât în caz de strictă necesitate. Această blocare nu este necesară în cazul în care întreruptorul se află în încăperi unde au acces numai persoane autorizate (de exemplu camera tabloului general de distribuţie).
Face excepţie cazul în care tabloul general de distribuţie are două bare distincte racordate la două transformatoare care se pot rezerva reciproc. În acest caz coloanele se pot racorda la barele generale.

7.22.5. În cazul alimentării din două surse, tablourile staţiei de pompe de incendiu şi sistemului de evacuare a fumului şi gazelor fierbinţi pot fi alimentate:
- pe două căi de alimentare (câte una de la fiecare sursă) cu un sistem AAR cu acţionare la dispariţia tensiunii sursei de bază. Alimentarea din sursa de bază se va face din faţa întreruptorului general;
- pe o singură cale dintr-o bară (tablou) alimentată de la cele două surse printr-un sistem AAR, în cazul în care aceasta se află în apropierea (în aceeaşi încăpere sau încăperi alăturate categoria BE1) tablourilor pompelor de incendiu şi sistemului de evacuarea fumului şi gazelor fierbinţi.

7.22.6. Din tabloul staţiei pompelor de incendiu se admite numai alimentarea receptoarelor care contribuie direct şi indirect la intervenţia de stingere a incendiilor (pompele de incendiu, electrovanele de incendiu, sistemele de evacuare a fumului şi gazelor fierbinţi, instalaţia de automatizare pentru stingerea incendiilor, instalaţia pentru iluminat normal şi de siguranţă a staţiei pompelor de incendiu, sursa de rezervă, pompa de epuismente care evită pericolul inundării pompelor de incendiu etc.).

7.22.7. Trebuie prevăzută comandă automată pentru pornirea pompelor de incendiu:
- în cazurile în care nu există personal calificat pentru punerea lor în funcţiune în timp util;
- pentru instalaţiile speciale de stingere (sprinklere, drencere – sprinklere deschise, apă pulverizată şi ceaţă de apă).

Intrarea automată în funcţiune a pompelor (mai puţin a pompei pilot), trebuie semnalizată optic şi acustic în locurile precizate la art. 7.22.8. În aceste locuri se prevede posibilitatea opririi manuale a semnalizării acustice. Semnalizarea optică se opreşte automat odată cu oprirea pompelor de incendiu.
Instalaţiile de alimentare se prevăd şi cu posibilităţi de acţionare manuală.
Dispozitivele de protecţie de pe circuitele pompelor trebuie să nu acţioneze cel puţin 20 secunde la curentul electric de pornire.
Cablurile de alimentare a pompelor se vor dimensiona la un curent egal cu 150% din curentul nominal, atunci când pompele de incendiu şi tabloul electric nu sunt în aceeaşi încăpere. Acestea se realizează dintr-o bucată fără îmbinări.
Echipamentele de acţionare se vor alege pentru regimul AC4 (conform SR EN 60947 – 1 şi SR EN60947 – 4).
Oprirea pompelor de incendiu se prevede numai manual, cu excepţia situaţiei de la art. 7.22.11.
Prevederile din acest articol sunt conforme cu recomandările din SR EN 12845 .

7.22.8. Comanda manuală de acţionare a pompelor şi electrovanelor de incendiu se admite să se facă şi prin butoane speciale de pornire amplasate atât în încăperea pompelor şi electrovanelor de incendiu cât şi, după caz, la distanţă în diferite puncte de comandă (de ex. la serviciul de pompieri, în camera dispeceratului de comandă, în clădirile respective, în secţii de fabricaţie, depozite etc. pentru care sunt prevăzute aceste instalaţii).
Oprirea manuală a pompelor şi electrovanelor de incendiu se face numai din staţia pompelor de incendiu.
Butoanele pentru comandă manuală a pompelor şi electrovanelor de incendiu care servesc instalaţii de hidranţi interiori neautomatizate se amplasează în apropierea fiecărui hidrant interior. Aceste butoane trebuie să fie special executate pentru instalaţii de stins incendii, fiind dispuse în cutii sau nişe cu geam sigilate.

7.22.9. În toate instalaţiile de stins incendii, schema de comandă a pompei (pompelor) de rezervă trebuie stabilită astfel încât acestea să intre automat în funcţiune în următoarele situaţii:
- la dispariţia tensiunii de alimentare a pompei (pompelor) aflate în funcţiune;
- la oprirea pompei (pompelor) în funcţiune prin declanşarea protecţiei termice sau electromagnetice;
- atunci când pompa (pompele) aflate în funcţiune nu asigură presiunea necesară.

În cazul staţiilor de pompare cu mai multe pompe, intrarea în funcţiune a acestora se face succesiv (temporizat) funcţie de capacitatea sursei de alimentare de rezervă. În cazul pornirii manuale, aceasta se stabileşte prin "Instrucţiuni de exploatare".

7.22.10. Schema de comandă a pompelor de incendiu se stabileşte astfel încât să se poată alterna situaţia de pompă în funcţiune cu cea de rezervă, pentru a se putea controla permanent starea instalaţiilor şi a realiza o uzură uniformă a pompelor.

7.22.11. Pompele de incendiu trebuie protejate împotriva funcţionării în gol, la lipsa de apă, prin asigurarea opririi automate a acestora. Această situaţie trebuie semnalizată optic şi acustic în camera serviciului de pompieri sau în alt loc cu supraveghere permanentă.

7.22.12. Coloanele de alimentare a tabloului staţiei de pompare pentru incendiu şi a altor sisteme de securitate la incendiu trebuie să fie din cupru şi trebuie protejate împotriva deteriorărilor mecanice. Aceste coloane se executată cu cabluri cu izolaţie minerală conform SR EN 60702- 1, SR EN 60702- 2 sau cu cabluri rezistente la foc, conform SR EN 50200 şi SR EN 50362 sau un sistem de cablaj care să-şi păstreze caracteristicile de protecţie la foc şi mecanice care trebuie să asigure durata cea mai mare normată de funcţionare dintre instalaţiile de stingere a incendiului din clădire pe care le alimentează din acelaşi tablou sau aflate pe trasee comune.

7.22.13. Circuitele de alimentare a pompelor, electrovanelor şi a altor elemente aferente instalaţiilor cu rol de securitate la incendiu precum şi circuitele de control, comandă şi semnalizare, trebuie să fie din cupru şi vor fi cu întâziere la propagarea flăcării în mănunchi (ex. CYYF) conform SR EN 50266, dacă receptoarele electrice sunt în aceeaşi încăpere (sau încăpere alăturată) cu tabloul de alimentare. În alte cazuri se aplică art 7.22.12.

7.22.14. Dispozitivele pentru acţionarea cortinelor de siguranţă din clădirile cu orice destinaţie se alimentează conform prevederilor art. 7.22.1 punctul b). Acţionarea lor se face automat la declanşarea instalaţiei de semnalizare a incendiului din sală sau scenă. În încăperea serviciului de pompieri de lângă cortina de siguranţă se asigură şi posibilităţi de acţionare manuală a acesteia. Acţionarea automată a cortinei trebuie semnalizată optic şi acustic local şi la serviciul de pompieri.

7.22.15. Soluţiile de alimentare electrică a altor instalaţii şi dispozitive de securitate la incendiu (uşi, obloane rezistente la foc, clapete antifoc etc.) se stabilesc de proiectant în funcţie de condiţiile

specifice şi de securitatea la incendiu, adoptându-se una din variantele a) sau b) de la art. 7.22.1.
Este obligatorie alimentarea din două surse independente a dispozitivelor de securitate la incendiu de tipul celor de la aliniatul anterior, în afara cazurilor prevăzute la art. 7.22.1, pentru clădiri înalte şi foarte înalte, clădiri cu săli aglomerate, clădiri civile din categoriile A şi B de importanţă, clădiri de turism cu peste 150 persoane, clădiri pentru învăţământ cu peste 300 de persoane şi clădiri de sănătate cu peste 100 de paturi.

7.22.16. Staţiile de pompare, echipamentele de control şi semnalizare (centralele de semnalizare) a incendiilor şi zonele în care se află elemente de prevenire şi stingere a incendiilor care trebuie acţionate (electrovane etc.) trebuie prevăzute cu instalaţie de iluminat de siguranţă pentru continuarea lucrului.

7.22.17. Grupul de intervenţie pentru alimentarea de rezervă se instalează în clădiri independente sau poate fi înglobat în interiorul clădirilor cu risc de incendiu mare (BE2), mediu (BE1a) şi mic (BE1b) sau alipite de acestea.

7.22.18. Încăperea grupului de intervenţie, înglobată sau alipită construcţiilor cu alte destinaţii, se separă de restul construcţiei prin pereţi de A1, A2 - s1do cu rezistenţă la foc REI/EI 180 şi planşee REI 90, având acces direct din exterior. Această încăpere trebuie prevăzută cu goluri pentru aspiraţia aerului de combustie şi goluri de evacuare spre exterior a gazelor de ardere, astfel încât să fie eliminat pericolul introducerii acestora în clădire. Se admite şi comunicarea acestor funcţiuni cu restul construcţiei numai dintr-un coridor comun, printr-o uşă cu rezistenţă la foc de minim EI_2 90 - C, echipată cu dispozitive de autoînchidere sau închidere automată în caz de incendiu, fără a se renunţa la accesul direct din exterior.

7.22.19. Clădirile independente pentru grupurile de intervenţie trebuie să fie de nivelul I, II sau III de stabilitate la incendiu şi trebuie prevăzute cu posibilitatea de evacuare a gazelor de ardere.

7.22.20. Încăperile în care se găsesc grupurile de intervenţie trebuie prevăzute cu iluminat de siguranţă pentru continuarea lucrului.

Instalaţii electrice aferente dispozitivelor şi sistemelor de evacuare a fumului şi gazelor fierbinţi.

7.22.21. Alimentarea cu energie electrică a utilajelor şi echipamentelor de acţionare a dispozitivelor de evacuare a fumului şi gazelor fierbinţi sau a instalaţiilor de ventilare şi climatizare utilizate şi pentru evacuarea fumului şi gazelor fierbinţi se asigură în condiţiile art. 7.22.1 b) şi 7.22.5., standardelor de referinţă SR EN 12101 cu părţile 5, 6 şi 10 sau reglementărilor echivalente. Sistemele AAR prevăzute la art 7.22.5 vor fi reversibile (la revenirea tensiunii sursei de bază, alimentarea se va face automat pe acesta).

7.22.22. În zonele în care sunt montate dispozitive şi sisteme de evacuare a fumului şi gazelor fierbinţi se va prevedea iluminat de securitate pentru intervenţie.

7.22.23. Timpul de funcţionare în caz de incendiu, respectiv punerea în funcţiune a ventilatoarelor de evacuare a fumului şi gazelor fierbinţi se stabileşte în conformitate cu reglementările tehnice specifice.

7.22.24. Oprirea ventilatoarelor trebuie realizată din cel puţin două puncte ale instalaţiei; unul din acele puncte trebuie să fie amplasat într-o zonă accesibilă direct.

7.22.25. Intrarea în funcţiune a sistemului de evacuare a fumului şi gazelor fierbinţi trebuie să se facă automat la acţionarea detectoarelor de incendiu. Aceste detectoare transmit prin echipamentul de contriol şi semnalizare (centrala de detectare – semnalizare), după caz, comanda pentru:

- acţionarea elementelor de compartimentare rezistente la foc;
- închiderea uşilor rezistente la foc;
- oprirea ascensoarelor cu funcţionare normală;
- închiderea uşilor de separare a încăperilor tampon, degajamentelor şi tunelurilor de evacuare;
- închiderea/oprirea sistemului de ventilare/climatizare care nu face parte din sistemul de evacuare a fumului şi gazelor fierbinţi, precum şi a clapetelor antifoc;
- sistemul de ventilare ce face parte din sistemul de evacuare a fumului şi gazelor fierbinţi care va îndeplini cerinţele specifice acestuia.

7.22.26. Comanda sistemului de evacuare a fumului gazelor fierbinţi se face:
- automat, prin detectoare de incendiu şi echipamentul de control şi semnalizare (centrala de semnalizare) şi detectare a incendiului, amplasate în compartimentele de incendiu;
- manual, prin declanşatoare manuale de alarmă (butoane de semnalizare manuală) amplasate pe căile de evacuare, la fiecare nivel;
- manual, prin comandă la distanţă, în cazul existenţei unui post central de comandă şi control pentru apărare împotriva incendiilor.

7.22.27. Realizarea circuitelor de comandă, control şi semnalizare se va face în conformitate cu prevederile reglementărilor tehnice specifice.

7.22.28. Cablurile electrice pentru coloanele tabloului şi pentru circuitele de alimentare a elementelor aferente sistemului de evacuare a fumului şi gazelor fierbinţi şi cablurile pentru circuitele de comandă, control şi semnalizare vor avea conductoare din cupru şi vor fi rezistente la foc astfel încât să asigure funcţionarea sistemului pe durata normată (clasificarea temperatură/timp a componentei pe care o deserveşte) stabilită potrivit prevederilor reglementărilor tehnice specifice.
Cablurile electrice utilizate pentru sistemele mecanice de evacuare a fumului şi gazelor fierbinţi şi de presiune diferenţială trebuie să fie protejate împotriva expunerii la incendiu pentru perioadele de timp cerute prin reglementările tehnice aplicabile în locul de utilizare al sistemelor, asigurându-se:
a) cabluri şi sistemele de pozare rezistente la foc care întrunesc criteriul de temperatură şi de timp în conformitate cu standardele aplicabile sau
b) cabluri protejate în construcţie rezistentă la foc, sau instalate în exteriorul clădirii unde cablurile nu pot fi puse în pericol de incendiu şi
c) cabluri protejate de incendiu ce trebuie să corespundă cu clasificarea temperatură/timp a componentei pe care o deserveşte.

7.23. Instalaţii electrice pentru iluminatul de siguranţă . Condiţii de alimentare şi de funcţionare

7.23.1. Iluminatul de siguranţă trebuie prevăzut în clădirile menţionate în cap.1

7.23.2. În conformitate cu reglementările specifice referitoare la proiectarea şi executarea sistemelor de iluminat artificial din clădiri, precum şi SR EN 1838 şi SR 12294 iluminatul de siguranţă se clasifică astfel:
a) iluminat pentru continuarea lucrului;
b) iluminat de securitate, care se compune din:
   1. iluminat pentru intervenţii în zonele de risc;
   2. iluminat pentru evacuarea din clădire;
   3. iluminat pentru circulaţie;
   4. iluminat împotriva panicii;
   5. iluminat pentru veghe;
   6. iluminat pentru marcarea hidranţilor interiori de incendiu;
   7. iluminat de siguranţă portabil.

Iluminatul pentru continuarea lucrului este parte a iluminatului de siguranţă prevăzut pentru continuarea activităţii normale fără modificări esenţiale.

Iluminatul pentru intervenţii în zone de risc este parte a iluminatului de securitate prevăzut să asigure nivelul de iluminare necesar siguranţei persoanelor implicate într-un proces sau activitate cu pericol potenţial şi să permită desfăşurarea adecvată a procedurilor de acţionare pentru siguranţa ocupanţilor zonelor, precum şi evacuarea în caz de incendiu.

Iluminatul pentru evacuarea din clădire este parte a iluminatului de securitate destinat să asigure identificarea şi folosirea, în condiţii de securitate, a căilor de evacuare.

Iluminatul pentru circulaţie este parte a iluminatului de securitate destinat să asigure deplasarea ocupanţilor în condiţii de securitate către căile de evacuare sau către zonele de intervenţie.

Iluminatul împotriva panicii este parte a iluminatului de securitate prevăzut să evite panica şi să asigure nivelul de iluminare care să permită persoanelor să ajungă în locul de unde calea de evacuare poate fi identificată.

Iluminatul pentru marcarea hidranţilor interiori de incendiu este parte a iluminatului de securitate prevăzut să permită identificarea uşoară a hidranţilor interiori de incendiu.

Iluminatul de siguranţă portabil este parte a iluminatului de securitate destinat a fi utilizat în spaţiile fără personal permanent şi este asigurat cu echipament portabil prevăzut cu alimentare proprie.

Timpii de punere în funcţiune de la întreruperea iluminatului normal sunt daţi în tabelul 7.23.1.

Tabelul 7.23.1.
Timpii de punere în funcţiune a sistemelor de iluminat de siguranţă la întreruperea iluminatului normal

Tipul sistemului de iluminat	Timpul de punere în funcţiune în clădirile destinate publicului sau lucrărilor	Timpul de punere în funcţiune în industrie conform SR 12294
iluminat pentru continuarea lucrului	în 0,5 s – 5 s[1)]	în 0,5 – 15 s în funcţie de gradul de pericol [1)]
iluminat pentru intervenţii în zonele de risc	în 0,5 s – 5 s[2)]	în 0,5 – 15 s în funcţie de gradul de pericol [2)]
iluminat de evacuare	în 5 s[2) 3) 4)]	în 1– 15 s în funcţie de gradul de pericol [2)]
iluminat pentru circulaţie	în 5 s[2)]	în 1– 15 s în funcţie de gradul de pericol [2)]
iluminat împotriva panicii	în 5 s[2)]	-
iluminat pentru veghe	în 5 s	-
iluminat pentru marcarea hidranţilor	în 5 s[2)]	în 1– 15 s în funcţie de gradul de pericol [2)]

1) Timpul de funcţionare este până la terminarea activităţii cu risc.
2) Timpul de funcţionare este de cel puţin 1h.
3) Timpul de funcţionare este de cel puţin 3h pentru clădiri foarte înalte, clădiri cu săli aglomerate din categoria S1, spitale şi hoteluri.
4) Timpul de funcţionare este cel puţin 2h pentru clădiri înalte, clădiri cu săli aglomerate din categoria S2, clădiri de sănătate, de învăţământ, de turism, pentru cultură, clădiri civile subterane, centre comerciale, hypermagazine, parcaje subterane de tip P3 şi P4, precum şi parcaje supraterane închise cu mai mult de 3 niveluri.

7.23.3. Corpuri de iluminat pentru iluminatul de siguranţă

7.23.3. 1. Corpurile de iluminat pentru:

- continuarea lucrului;
- intervenţie;
- împotriva panicii;
- circulaţie,

trebuie integrate în iluminatul normal al spaţiilor respective, dar trebuie să li se asigure punerea în funcţiune la întreruperea iluminatului normal în timpul prevăzut în tabelul 7.23.1.

7.23.3. 2. Corpurile de iluminat pentru:

- evacuarea din clădire;
- marcarea hidranţilor

trebuie să respecte recomandările din SR EN 60598-2-22 şi tipurile de marcaj (sens, schimbări de direcţie) stabilite prin H.G. nr. 971/2006, SR ISO 3864-1 (simboluri grafice) şi SR EN 1838 privind distanţele de identificare, luminanţă şi iluminarea panourilor de semnalizare de securitate.

Punerea în funcţiune la întreruperea iluminatului normal se face în timpul prevăzut în tabelul 7.23.1.

7.23.3.3. Corpurile de iluminat pentru iluminatul de siguranţă trebuie să fie realizate din materiale clasa B de reacţie la foc, potrivit reglementărilor specifice.

7.23.4. Surse de alimentare

7.23.4.1. Sursa principală de alimentare este reţeaua de distribuţie publică.

7.23.4.2. Sursa de alimentare de securitate (de rezervă) trebuie aleasă astfel încât să intre în funcţiune în timpul menţionat în tabelul 7.23.1 şi să menţină alimentarea un timp minim de 1 h, cu excepţia iluminatului pentru continuarea lucrului şi iluminatul de securitate pentru intervenţii în zonele de risc, care trebuie asigurat pe durata de timp stabilită în funcţie de tipul activităţii.

Sursele de alimentare de securitate (de urgenţă) sunt cele prezentate în 5.5.3. şi pot fi locale şi centralizate.

Sursele locale sunt cele conţinute în corpul de iluminat (corp de iluminat de tip autonom).

Sursele centralizate sunt cele care se amplasează în spaţii special destinate.

7.23.5. Instalaţii electrice pentru iluminatul de siguranţă pentru continuarea lucrului

7.23.5.1. Instalaţii electrice pentru iluminatul de siguranţă pentru continuarea lucrului se prevede în următoarele cazuri:

a) în locuri de muncă dotate cu receptoare care trebuie alimentate fără întrerupere şi la locurile de muncă legate de necesitatea funcţionării acestor receptoare (staţii de pompe pentru incendiu, surse de rezervă, spaţiile serviciilor de pompieri, încăperile supapelor de control şi semnalizare, ventilatoarelor de evacuare a fumului şi gazelor fierbinţi, centralelor de semnalizare, dispecerate etc.);
b) în încăperile blocului operator (săli de operaţie, de sterilizare, de pregătire medici, de pregătire bolnavi, de reanimare etc.);
c) în clădirile construcţiilor de producţie şi/sau depozitare, laboratoare şi altele similare în care utilajele necesită o permanentă supraveghere.

7.23.5.2. Capacitatea bateriilor de acumulatoare pentru cazurile de la pct a) şi b) de la art. 7.23.5.1 trebuie stabilită astfel încât să se asigure funcţionarea iluminatului de siguranţă pentru continuarea lucrului în tot timpul necesar pentru luarea unor măsuri în vederea continuării pe o perioadă de timp, fără pericol, a activităţii, efectuarea unor manevre pentru oprirea activităţii.

7.23.6. Instalaţii electrice pentru iluminatul de securitate pentru intervenţii

7.23.6.1. Instalaţii electrice pentru iluminatul de securitate pentru intervenţii trebuie prevăzute în următoarele cazuri:

a) în locurile în care sunt montate armături (de ex. vane, robinete şi dispozitive de comandă-control) ale unor instalaţii şi utilaje care trebuie acţionate în caz de avarie;
b) în zonele cu elemente care, la ieşirea din funcţiune a iluminatului normal, trebuie acţionate în vederea scoaterii din funcţiune a unor utilaje şi echipamente sau a reglării unor parametrii aferenţi, în scopul protejării utilajelor, echipamentelor sau persoanelor precum şi în încăperi de garare a utilajelor destinate apărării împotriva incendiilor.

7.23.7. Instalaţii electrice pentru iluminatul de securitate pentru evacuare

7.23.7.1. Instalaţii electrice pentru iluminatul de securitate pentru evacuare trebuie prevăzute în :

- clădirile civile şi încăperile cu mai mult de 50 de persoane ;
- încăperile amplasate la nivelurile supraterane ca suprafaţa mai mare de 300 m^2, indiferent de numărul de persoane ;
- încăperile amplasate la nivelurile subterane cu suprafaţa mai mare de 100 m^2, indiferent de numărul de persoane ;
- parcajele subterane şi supraterane închise;
- toaletele cu suprafaţa mai mare de 8 m^2 şi cele destinate persoanelor cu dizabilităţi;
- spaţiile de producţie cu mai mult de 20 de persoane sau atunci când distanţa dintre uşa de evacuare şi punctul de lucru cel mai depărtat depăşeşte 30 m.

7.23.7.2. Corpurile de iluminat pentru evacuare trebuie amplasate astfel încât să se asigure un nivel de iluminare adecvat (conform reglementărilor specifice referitoare la proiectarea şi executarea sistemelor de iluminat artificial din clădiri) lângă fiecare uşă de ieşire şi în locurile unde este necesar să fie semnalizat un pericol potenţial sau amplasamentul unui echipament de siguranţă, după cum urmează:

a) lângă*) scări, astfel încât fiecare treaptă să fie iluminată direct;
b) lângă*) orice altă schimbare de nivel:
c) la fiecare uşă de ieşire destinată a fi folosită în caz de urgenţă;
d) la panourile/indicatoarele de semnalizare de securitate;
e) la fiecare schimbare de direcţie;
f) în exteriorul şi lângă * fiecare ieşire din clădire;
g) lângă*) fiecare post de prim ajutor;
h) lângă*) fiecare echipament de intervenţie împotriva incendiului (stingătoare) şi fiecare punct de alarmă (declanşatoare manuale de alarmă în caz de incendiu), panouri repetoare de semnalizare şi sau comandă în caz de incendiu;
i) la scările rulante.

De-a lungul căilor de evacuare, distanţa dintre corpurile de iluminat pentru evacuare trebuie să fie de maxim 15 metri.

---

*) "lângă" este considerat ca fiind sub 2 m măsuraţi pe orizontală

7.23.7.3. Iluminatul de securitate pentru evacuare trebuie să funcţioneze permanent cât timp există personal în clădire, cu următoarele excepţii :

- unde există sistem de supraveghere permanent al iluminatului ;
- unde acest sistem de iluminat este asigurat de iluminatul natural pe perioada activităţii în clădire.

7.23.8. Instalaţii electrice pentru iluminatul de securitate pentru circulaţie

7.23.8.1. Instalaţiile electrice pentru iluminatul de securitate pentru circulaţie trebuie prevăzute pe căile de circulaţie din interiorul sălilor de spectacol ale clădirilor şi pe căile de circulaţie din încăperile de producţie din clădiri industriale şi similare.

7.23.8.2. Corpurile de iluminat ale iluminatului de securitate pentru circulaţie se amplasează în locurile în care este necesar să se asigure publicului, respectiv utilizatorilor, distingerea unor obstacole de pe căile de circulaţie atunci când iluminatul normal lipseşte sau acolo unde iluminatul de evacuare nu este suficient pentru distingerea obstacolelor.

7.23.8.3. Iluminatul de circulaţie completează iluminatul de evacuare pentru a asigura o bună circulaţie pe căile de evacuare (culoare, scări, etc.).

7.23.9. Instalaţii electrice pentru iluminatul de securitate împotriva panicii

7.23.9.1. Instalaţiile electrice pentru iluminatul de securitate împotriva panicii se prevăd în :

- încăperi din clădirile publice cu mai mult de 50 de persoane dacă se află la nivelurile subterane şi în încăperi cu peste 100 de persoane dacă sunt amplasate la nivelurile supraterane;
- încăperi cu suprafaţa mai mare de 60 m^2;
- spaţiile de producţie cu mai mult de 100 de persoane şi cu densitate mai mare de 1 persoană/10 m^2.

7.23.9.2. Iluminatul de securitate împotriva panicii se prevede cu comandă automată de punere în funcţiune după căderea iluminatului normal.

7.23.9.3. În afară de comanda automată a intrării lui în funcţiune, iluminatul de securitate împotriva panicii se prevede şi cu comenzi manuale din mai multe locuri accesibile personalului de serviciu al clădirii, respectiv personalului instruit în acest scop. Scoaterea din funcţiune a iluminatului de securitate împotriva panicii trebuie să se facă numai dintr-un singur punct accesibil personalului însărcinat cu aceasta.

7.23.10. Instalaţii electrice pentru iluminatul de securitate pentru veghe

7.23.10.1. Instalaţiile electrice pentru iluminatul de securitate pentru veghe se prevăd în încăperi acolo unde este necesară o supraveghere în timpul nopţii (de exemplu: camere pentru bolnavi, maternităţi, spitale, cămine pentru bătrâni şi infirmi, ospicii şi altele similare).

7.23.11. Instalaţii electrice pentru iluminatul de securitate pentru marcarea hidranţilor interiori de incendiu

7.23.11.1.1.1 Instalaţiile electrice destinate iluminatului pentru marcarea hidranţilor interiori de incendiu sunt destinate identificării hidranţilor în lipsa iluminatului normal.

7.23.11.1.1.2 Corpurile de iluminat pentru iluminatul destinat marcării hidranţilor interiori de incendiu se amplasează în afara hidrantului (alături sau deasupra) la maximum 2 m şi poate fi comun cu unul din corpurile de iluminat de securitate (evacuare, circulaţie, panică), cu condiţia ca nivelul de iluminare să asigure identificarea tuturor indicatoarelor de securitate aferente lui.

7.23.12. Circuite, coloane şi tablouri de distribuţie pentru iluminatul de siguranţă

7.23.12.1 Corpurile de iluminat de tip autonom (executate conform SREN 60598-2-22) se alimentează pe circuite din tablourile de distribuţie pentru receptoare normale. Pot fi alimentate de pe circuite comune cu corpurile de iluminat pentru iluminatul normal. Conductoarele şi/sau cablurile de alimentare trebuie să fie cu întârziere la propagarea flăcării în mănunchi (conform cu SR EN 50266 pe părţi – de exemplu CYY-F).

7.23.12.2 Circuitele şi coloanele corpurilor de iluminat de siguranţă alimentate din surse centralizate se execută astfel:

- cu cabluri cu izolaţie minerală, conform cu SR EN 60702-1 şi SR EN 60702-2 sau

- cu cabluri cu rezistenţă la foc, conform cu SR EN 50200, SR EN 50362, CEI 60331-11 şi CEI 60331-21.

Sistemele de pozare trebuie să-şi păstreze caracteristicile de protecţie mecanică şi electrice la foc corespunzătoare cablurilor.

7.23.12.3. Tablourile de distribuţie pentru iluminatul de siguranţă trebuie să fie distincte faţă de tablourile iluminatului normal cu excepţia cazurilor de la 7.23.12.1.
Aceste tablouri se amplasează în încăperi sau spaţii diferite faţă de cele ale tablourilor pentru iluminatul normal. Se admite şi amplasarea în aceeaşi încăpere sau spaţiu cu condiţia luării de măsuri constructive sau de montaj prin care să se evite influenţa reciprocă.

7.23.12.4. Dimensionarea circuitelor şi coloanelor iluminatului de siguranţă se face respectâdu-se condiţiile indicate la 5.2.4. În încăperile şi pe căile de evacuare cu mai multe corpuri de iluminat de siguranţă, acestea trebuie alimentate de la cel puţin două circuite separate, dacă alimentarea se face de la o sursă centrală.

7.24. Instalatii de balizaj

7.24.1. Domeniul de aplicare

Prescriptiile din acest capitol se aplica semnalizării obstacolelor, denumit in continuare balizaj, în vederea zborului în condiţii de siguranţă a avioanelor şi elicopterelor, în apropierea aeroporturilor şi elioporturilor, în conformitate cu Reglementările Aeronautice Civile Române privind Proiectarea şi exploatarea tehnică a aerodromurilor, vol 1-Aeroporturi , Cap. 6, aprobat cu Ord. Min. Transporturilor nr.1148/12.09.2008.

7.24.2.Balizajul luminos (de noapte)

7.24.2.1. Balizajul luminos poate fi cu lumini de joasă, medie sau mare intensitate (a se vedea tabelul 7.24.2). Cel de mare intensitate poate fi folosit atât pe timpul zilei cât şi în timpul nopţii, iar cel de joasă intensitate numai pe timpul nopţii.

7.24.2.2.Balizajul cu lumini de joasă intensitate, tip A sau B, se foloseşte pentru obiecte cu dimensiuni reduse şi cu înălţimea mai mică de 45 m. Luminile de joasă intensitate tip B se folosesc singure sau în combinaţie cu luminile de medie intensitate tip B.
7.24.2.3. Balizajul cu lumini de intensitate medie se foloseşte pentru obiective extinse sau când înălţimea acestora este mai mare de 45 m. Un grup de clădiri este considerat ca un obiectiv extins.

7.24.2.4. Balizajul cu lumini de mare intensitate, tip A, este necesar când obiectivul este mai înalt de 150 m şi acesta este necesar să fie recunoscut şi în timpul zilei. Balizajul de mare intensitate tip B se utilizează pentru a indica prezenţa unui pilon de linie aeriană atunci când nu este posibil a instala marcaje pe conductoarele liniei.

7.24.2.5. În cazul obstacolelor tip coş de fum sau altele asemănătoare, luminile se montează suficient de jos din vârful acestuia pentru ca, contaminarea datorită fumului să fie minimă (a se vedea fig. 7.24.1 şi 7.24.2).

7.24.2.6. Una sau mai multe lumini de joasă, medie sau mare intensitate vor fi amplasate cât de mult posibil pe punctul cel mai înalt, vârful sau muchia obstacolului.

7.24.2.7. În cazul unei structuri tip antenă sau turn, mai mare de 12 m, unde nu este posibilă amplasarea unei surse de mare intensitate pe vârful acesteia, amplasarea se va face în punctul cel mai înalt posibil şi dacă este posibil, o sursa de medie intensitate, tip A, va fi amplasată în vârful obstacolului.

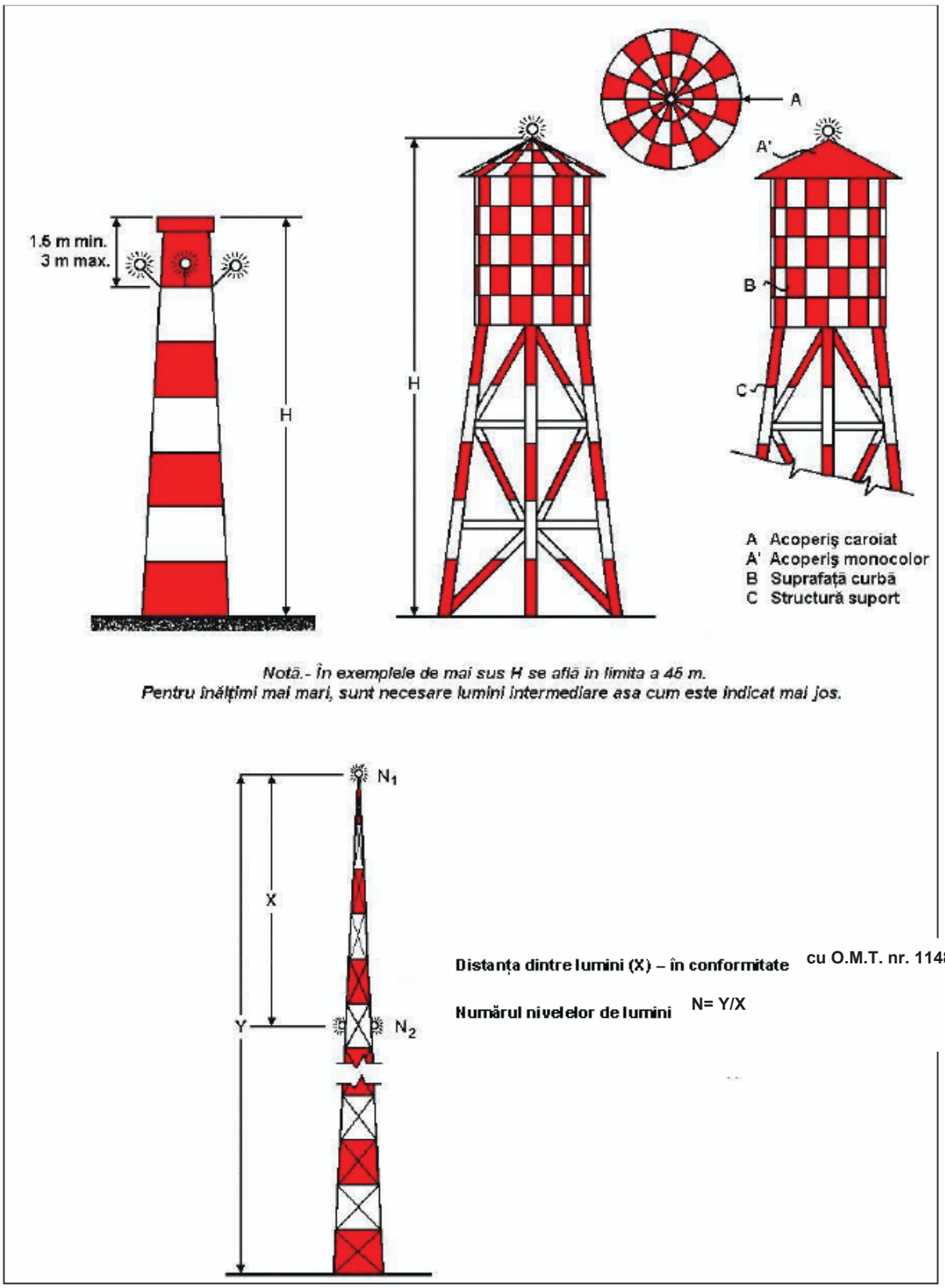


Fig. 7.24.1. Exemplu de balizaj a structurilor înalte

7.24.2.8. În cazul unui obiectiv extins sau un grup de obiecte apropiate, luminile vor fi amplasate în punctul sau muchia cea mai înaltă a obstacolului, astfel ca să indice extinderea obiectivului. Dacă două sau mai multe muchii sunt la aceiaşi înălţime, va fi marcată muchia cea mai apropiată de direcţia de aterizare. Când se folosesc lumini de joasă intensitate distanţa orizontală dintre acestea nu va depaşi 45 m. Când se utilizează lumini de medie intensitate distanţa între acestea nu va depaşi 90 m.

7.24.2.9. Când un obiectiv este balizat de o lumină de medie intensitate tip A, şi obiectivul este mai înalt de 105 m faţă de cota terenului sau de vârful celorlalte clădiri înconjurătoare, trebuiesc adăugate lumini intermediare cât mai egal amplasate între vârf şi nivelul terenului sau nivelul vârfurilor clădirilor înconjurătoare.

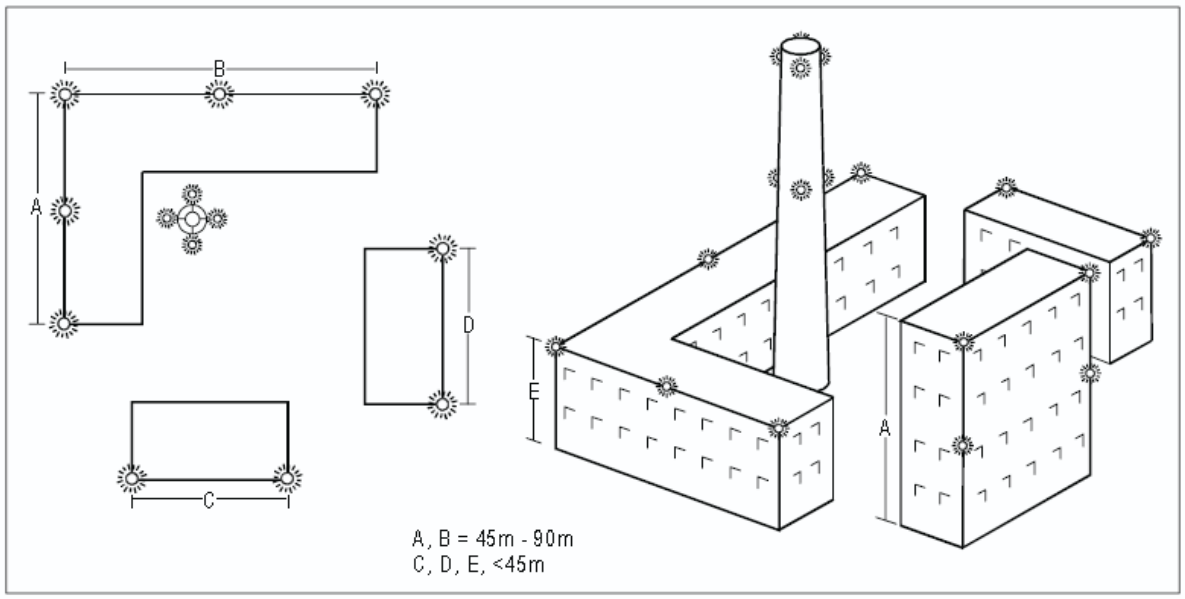


Fig.7.24.2. Balizajul luminos al construcţiilor

7.24.2.10. Când un obiectiv este balizat de o lumină de medie intensitate tip B şi vârful obiectivului este mai mare de 45 m faţă de nivelul solului sau de nivelul clădirilor înconjurătoare trebuiesc folosite lumini la înălţimi intermediare. Luminile intermediare vor fi lumini de joasă intensitate tip B ce vor alterna cu lumini de medie intensitate tip B, pe cât posibil la distanţe egale între vârf şi nivelul solului sau vârful clădirilor înconjurătoare. Distanţa între lumini nu va depăşi 52 m.

7.24.2.11. Când se folosesc lumini de medie intensitate tip C se vor respecta condiţiile de la art. 7.24.2.10.

7.24.2.12. Când se folosesc lumini de balizaj de mare intensitate tip A acestea vor fi amplasate la intervale egale între vârf şi nivelul solului, distanţa nedepăşind 105 m, cu excepţia cazului când obiectul ce trebuie balizat este înconjurat de alte clădiri şi vârful acestora este considerat nivelul solului.

7.24.2.13. Când sunt utilizate lumini de mare intensitate tip B acestea trebuie localizate pe trei nivele;
- la vârful pilonului;
- la punctul cel mai de jos al conductoarelor;
- la jumatatea distanţei între cele două nivele de mai sus.

Caracteristicile luminilor de balizaj de joasa intensitate (ji).

7.24.2.14. Luminile de balizaj pentru obiective fixe vor fi de culoare rosie.

7.24.2.15. Tipul de semnal pentru luminile de balizaj de joasă intensitate tip A si B este indicat în tabelul 7.24.2.

Caracteristicile luminilor de balizaj de medie intensitate (mi).

7.24.2.16. Luminile de balizaj de medie intensitate de tip A vor fi lumini albe intermitente; de tip B vor fi lumini roşii intermitente şi tip C vor fi lumini roşii fixe.

7.24.2.17. Tipul de semnal pentru luminile de balizaj de intensitate medie (tip A, B şi C) este indicat în tabelul 7.24.3.

7.24.2.18. Luminile de balizaj de intensitate medie de tip A şi B, amplasate pe un obiect, vor pulsa simultan.

Caracteristicile luminilor de balizaj de mare intensitate (Mi).

7.24.2.19. Luminile de balizaj de intensitate mare de tip A şi B vor fi lumini albe. Unghiul de reglaj este indicat în tabelul 7.24.1.

7.24.2.20. Tipul de semnal pentru luminile de balizaj de intensitate mare, tipurile A şi B, este indicat în tabelul 7.24.2.

7.24.2.21. Luminile de balizaj de intensitate mare, tip A, amplasate pe un obiect, vor pulsa simultan.

7.24.2.22. Se recomandă ca luminile de balizaj de intensitate mare, tip B, indicând prezenţa unui pilon de susţinere pentru fire, cabluri etc. suspendate, să pulseze secvenţial lumina de mijloc, lumina de vârf şi lumina de jos. Intervalele între pulsaţiile luminilor să fie aproximativ în următoarele proporţii:

Intervalul pulsaţilor dintre	Proporţia în cadrul unui ciclu
Luminile intermediare şi superioare	1/13
Luminile superioare şi inferioare	2/13
Luminile inferioare şi intermediare	10/13

Tabelul 7.24.1
Reglajul unghiului luminilor de balizaj de mare intensitate.

Înălţimea de montaj faţă de sol	Unghiul vârfului fascicolului luminos faţă de orizontală
Mai mare de 151 m	0°
Între 122 şi 151 m	1°
Între 92 şi 122 m	2°
Mai mică de 92 m	3°

7.24.3. Balizajul turbinelor eoliene

7.24.3.1. Dacă turbinele eoliene sunt considerate un obstacol ele vor fi balizate noaptea, prin balizaj luminos. Turbinele eoliene sunt considerate obstacole dacă acestea sunt indicate ca atare de Autoritatea Aeronautică Civilă Română (AACR) sau dacă înalţimea lor depăşeşte 150 m.

7.24.5.2. Atunci când este necesar un balizaj de noapte vor fi utilizate lumini de balizaj de medie intensitate. În cazul unui parc de turbine eoliene, de exemplu două sau mai multe turbine, ele sunt considerate ca un obiectiv extins (a se vedea art. 7.24.2.8.) şi vor fi balizate astfel:

a) pentru a identifica perimetrul parcului de turbine;

b) cu respectarea distanţei maxime între lumini conform art. 7.24.2.8 pentru lămpile dealungul perimetrului parcului, în afara cazului că o evaluare a autorităţii competente stabileste altfel;

c) unde se folosesc lumini intermitente ele trebuie să pulseze simultan;

d) în interiorul parcului de turbine eoliene fiecare turbina trebuie să fie balizată;

e) luminile de balizaj se vor instala pe nacelă de asemenea manieră încât să fie vizibile din orice direcţie de apropiere.

7.24.4. Alimentarea instalatiei de balizaj luminos

7.24.4.1. Pentru siguranţa funcţionării, alimentarea instalaţiei de balizaj luminos se va realiza în sistemul dublei alimentări cu comutare automata sau manuală. Amplasarea sistemului de comutare automată se va face cât mai aproape posibil de sistemul de balizaj (la baza stâlpului, la o cota superioara a clădirii etc.).

7.24.4.2. Sistemul de iluminat pentru balizaj se consideră ca un sistem de iluminat de siguranţă pentru continuarea lucrului (a se vedea cap. 7.23.4).

7.24.4.3. Aprinderea instalaţiei de balizaj se poate face manual, acolo unde există personal (din cabina portarului) sau automat (programatoare orare sau cu senzori de luinozitate). Întreruptorul se montează după instalaţia de comutare automată a susrselor de alimentare.

Tabel 7.24.2.
Caracteristicile luminilor de balizaj

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tipul luminii de balizaj	Culoare	Tip de semnal (Rata de pulsatie)	Intensitatea de vârf (cd) la luminaţa fondalului dată			Deschide-re fascicul pe verticala (c)	Intensitatea (cd) la unghiul de elevatie dat cand lumina este aliniata (d)				
			Peste 500 cd/m²	50-500 cd/m²	Sub 50 cd/m²		-10° (e)	-1° (f)	±0° (f)	+6°	+10°
Ji,tipA (fixe)	Rosie	Continu	N/A	>10	>10	10°	-	-	-	>10 (g)	>10 (g)
Ji,tipB (fixe)	Rosie	Continu	N/A	>32	>32	10°	-	-	-	>32 (g)	>32 (g)
mi,tipA	Alba	Pulsatorie (20-60) p/min	20.000 (b) ±25%	20.000 (b) ±25%	2.000 (b) ±25%	<3°	>3%	50% - 70%	<100 %	-	-
mi,tipB	Rosie	Pulsatorie (20-60) p/min	N/A	N/A	2.000 (b) ±25%	<3°	-	50% - 70%	<100 %	-	-
mi,tipC	Rosie	Continu	N/A	N/A	2.000 (b) ±25%	<3°	-	50% - 70%	<100 %	-	-
Mi,tipA	Alba	Pulsatorie (40-60) p/min	200.000 (b) ±25%	20.000 (b) ±25%	2.000 (b) ±25%	3°-7°	>3%	50% - 70%	<100 %	-	-
Mi,tipB	Alba	Pulsatorie (40-60) p/min	100.000 (b) ±25%	20.000 (b) ±25%	2.000 (b) ±25%	3°-7°	>3%	50% - 70%	<100 %	-	-

a) N/A
b) Intensitatea efectivă aşa cum este determinată în Manualul de proiectare pentru aeroporturi, Partea 4.
c) Dispersia fascicolului este definită ca unghiul dintre două direcţii într-un plan pentru care intensitatea este egală cu 50% din valoarea toleranţei minime a intensităţii din coloanele 4, 5 si 6. Dispersia fascicolui nu este necesar să fie simetrică în raport cu unghiul în care intensitatea este maximă.
d) Unghiul de ridicare vertical este în raport cu planul orizintal.
e) Intensitatea pe orice plan orizontal specificat, sub formă de procent din intensitatea de vârf efectivă, pe acelaşi plan, când luminile funcţionează la oricare din intensităţile indicate în coloanele 4, 5 şi 6.
f) Intensitatea pe orice plan orizontal specificat, sub formă de procent din intensitatea minimă a intensităţii, indicată în coloanele 4, 5 şi 6.
g) Suplimentar faţă de valoarea specificată, lumina trebuie să aibă o intensitate suficientă, să

asigure vizibilitatea la un unghi între ± (0°...50°).

h) Intensitatea maximă trebuie să fie la un unghi vertical de aproximativ 2,5°.

i) Intensitatea maximă trebuie să fie la un unghi vertical de aproximativ 17 °.

Dispunerea pe orizontală a surselor de lumină se va face astefel încât să asigure o ocupare completă a obiectivului (360°).

7.24.5 Balizajul construcţiilor aflate în afara zonei aeroportului.

Balizajul acesta se execută numai dacă sunt considerate un obstacol de către AACR.

CAPITOLUL 8 .

VERIFICAREA ŞI ÎNTREŢINEREA INSTALAŢIILOR ELECTRICE ŞI A SISTEMULUI DE PROTECŢIE ÎMPOTRIVA TRĂSNETULUI (SPT)

8.1. Verificări şi punerea în funcţiune

8.1.01. Generalităţi

Instalaţiile electrice şi de paratrăsnet trebuie să fie supuse în timpul execuţiei şi înainte de punerea în funcţiune verificărilor iniţiale şi apoi verificărilor periodice. La verificări se va ţine seama de prevederile din SR HD 60364-6 şi a reglementărilor specifice referitoare la încercări, măsurători, verificarea calităţii lucrărilor de instalaţii electrice pentru a se stabili dacă componentele instalaţiilor sunt în stare de utilizare.

Verificarea instalaţiilor electrice este prevăzută în conformitate cu recomandările din standardul SR HD 60364-6.

Verificarea sistemului de protecţie împotriva trăsnetului se va face conform 8.5.

8.1.1. Verificarea iniţială

8.1.1.1. Generalităţi

8.1.1.1.1. Verificarea iniţială a instalaţiilor electrice se face în timpul montării şi la finalizarea construcţiei unei instalaţii noi sau finalizarea unei extinderi sau a unei modificări a unei instalaţii existente înainte de a fi puse în funcţiune de către utilizator.

8.1.1.1.2 Verificarea iniţială a instalaţiilor electrice trebuie efectuată de o persoană calificată, competentă în verificări.

8.1.1.1.3 Verificarea iniţială se face prin inspecţie şi încercare.

8.1.1.2. Inspecţie

8.1.1.2.1. Inspecţia trebuie să preceadă încercarea şi trebuie efectuată înainte de a pune instalaţia sub tensiune.

8.1.1.2.2. Inspecţia trebuie să confirme că echipamentul electric montat este:

- în conformitate cu prescripţiile de securitate ale standardelor de echipament corespunzătoare;
- ales şi montat în mod corect conform normativelor şi instrucţiunilor fabricantului;
- fără deteriorări vizibile astfel încât să afecteze siguranţa.

8.1.1.2.3. Inspecţia trebuie să stabilească dacă instalaţiile electrice corespund proiectului şi notelor de şantier emise pe durata execuţiei şi să includă următoarele verificări:

a) măsurile de protecţie împotriva şocurilor electrice prin atingere directă;
b) prezenţa barierelor pentru oprirea focului şi alte măsuri împotriva focului precum şi măsuri împotriva efectelor termice;
c) alegerea conductoarelor pentru intensitatea admisibilă a curentului şi căderea de tensiune;
d) alegerea şi reglarea dispozitivelor de protecţie şi de supraveghere;
e) prezenţa şi amplasarea corectă a dispozitivelor corespunzătoare de separare şi de comutare;
f) alegerea echipamentului şi a măsurilor de protecţie corespunzătoare pentru influenţele externe;
g) identificarea corectă a conductoarelor de protecţie şi a conductoarelor neutre;
h) întreruptoarele de pe circuitele de iluminat trebuie să fie montate pe conductoarele de fază;
i) existenţa schemelor, inscripţiilor de avertizare sau a altor informaţii similare;

j) identificarea circuitelor, a dispozitivelor de protecţie la supracurenţi, întreruptoare, borne, doze, tablouri electrice, etc.
k) conectarea corespunzătoare a conductoarelor (în doze, tablouri electrice etc.);
l) prezenţa şi utilizarea corectă a conductoarelor de protecţie, inclusiv a conductoarelor pentru legătura de echipotenţializare de protecţie şi legătura de echipotenţializare suplimentară;
m) posibilitatea de acces la echipamente pentru uşurinţa acţionării, a identificării şi a mentenanţei.

8.1.1.3. Încercări

8.1.1.3.1. Generalităţi

Încercările trebuie efectuate (atunci când sunt aplicabile) de regulă în următoarea ordine:
a. continuitatea conductoarelor;
b. rezistenţa izolaţiei instalaţiei electrice;
c. protecţia prin TFJS, TFJP, sau prin separarea electrică;
d. rezistenţele / impedanţele izolaţiilor pardoselii şi a pereţilor;
e. protecţia prin întreruperea automată a alimentării;
f. protecţia suplimentară;
g. încercarea de polaritate;
h. verificarea secvenţei succesiunii fazelor;
i. încercări funcţionale;
j. căderea de tensiune.

8.1.1.3.2. Continuitatea conductoarelor

Trebuie efectuată o încercare privind continuitatea electrică a:
a) conductoarelor de protecţie, a conductoarelor pentru legături de echipotenţializare, a conductoarelor de echipotenţializare suplimentare;
b) conductoarelor active.

Încercarea continuităţii conductoarelor de protecţie şi a legăturilor de egalizare a potenţialelor, se efectuează cu o sursă de tensiune de 4 – 24 V (în gol) la tensiune continuă sau alternativă şi un curent electric de minimum 0,2 A.

8.1.1.3.3. Rezistenţa izolaţiei instalaţiei electrice

Rezistenţa electrică a izolaţiei trebuie măsurată între conductoarele active şi conductorul de protecţie conectat la reţeaua de legare la pământ.
În scopul acestei încercări conductoarele active pot fi conectate împreună.
Rezistenţa electrică a izolaţiei măsurate trebuie să corespundă valorilor din tabelul 8.1.

Tabel 8.1.
Valori minime ale rezistenţei electrice a izolaţiei

Tensiunea nominală a circuitului (V)	**Tensiunea continuă de încercare** (V)	**Rezistenţa de izolaţie** (MΩ)
TFJS şi TFJP	250	≥ 0,5
Până la şi inclusiv 500 V	500	≥1
Peste 500 V	1000	≥1

Rezistenţa electrică a izolaţiei se măsoară cu tensiune continuă având valorile din tabelul 8.1. şi un curent de 1 mA.

Toate măsurătorile se fac cu instalaţia deconectată de la sursa de alimentare.

8.1.1.3.4. Protecţia prin TFJS, TFJP sau prin separare electrică

Separarea părţilor active ale unor circuite faţă de altele cât şi faţă de pământ se verifică prin măsurarea rezistenţei izolaţiei.

a) Protecţia prin TFJS

Separarea părţilor active de cele ale altor circuite cât şi faţă de pământ se verifică prin măsurarea rezistenţei izolaţiei. Rezistenţa electrică obţinută trebuie să fie conform tabelului 8.1.

b) Protecţia prin TFJP

Separarea părţilor active de cele ale altor circuite se verifică prin măsurarea rezistenţei izolaţiei. Rezistenţa electrică obţinută trebuie să fie conform tabelului 8.1.

c) Protecţia prin separare electrică

Separarea părţilor active de cele ale altor circuite cât şi faţă de pământ se verifică prin măsurarea rezistenţei izolaţiei. Valoarea rezistenţei izolaţiei obţinute trebuie să fie conform tabelului 8.1.

În cazul unei separări electrice pentru mai multe receptoare, fie prin măsurare sau prin calcul, trebuie să se verifice că în cazul a două defecte simultane cu impedanţă neglijabilă între conductoarele de fază diferite şi / sau conductorul de protecţie sau părţi conductoare conectate la acesta, cel puţin unul din circuitele defecte trebuie să fie deconectat.

Timpul de întrerupere trebuie să fie în conformitate cu cel pentru metoda de protecţie prin deconectare automată pentru reţelele TN.

8.1.1.3.5. Rezistenţele / impedanţele izolaţiilor pardoselilor şi a pereţilor

Rezistenţa izolaţiei pardoselii se va măsura în toate cazurile în care se impune ca pardoseala să fie izolantă.

Trebuie efectuate cel puţin trei măsurări în acelaşi amplasament; una din aceste măsurări se efectuează la aproximativ 1 m de orice conductor extern accesibil din amplasament.

Celelalte două măsurări trebuie efectuate la distanţe mai mari.

Măsurarea rezistenţei / impedanţei izolaţiei (a pardoselii sau a pereţilor) se face cu tensiunea sistemului faţă de pământ şi la frecvenţă nominală.

Pentru detalii privind metodele de măsurare a rezistenţei / impedanţei izolaţiei (a pardoselii sau a pereţilor) în raport cu pământul sau în raport cu conductorul de protecţie se pot utiliza recomandările din SR HD 60364-6 – (Anexa 8.1.) sau altele similare.

8.1.1.3.6. – Protecţia prin întreruperea automată a alimentării

8.1.1.3.6.1. – Generalităţi

Ţinându-se seama de tipul de reţea TN, TT, IT, verificarea eficienţei măsurilor de protecţie la defect (protecţia împotriva atingerilor indirecte) prin deconectare automată a alimentării se face verificându-se:

a) pentru reţelele TN:

1) impedanţa buclei de defect, prin măsurare;
2) caracteristicile şi / sau eficienţa dispozitivelor de protecţie asociate, prin examinare vizuală şi încercare.

Această verificare trebuie realizată:

- pentru dispozitivele de protecţie la supracurenţi prin examinare vizuală (de exemplu reglajul pentru declanşare de scurtă durată sau instantanee pentru întreruptoare, curentul nominal şi tipul pentru siguranţele fuzibile);
- pentru DDR prin examinare vizuală şi încercare.

Timpii de deconectare trebuie să fie cei prevăzuţi în standarde.

Timpii de deconectare trebuie verificaţi în caz de:

- reutilizare a echipamentelor DDR;
- extinderi sau modificări ale unei instalaţii existente unde DDR existente sunt utilizate de asemenea ca dispozitive de deconectare pentru aceste extinderi sau modificări.

b) pentru reţelele TT:

1) rezistenţa R_A a prizei de pământ (electrodului de pământ) pentru elemente conductoare ale instalaţiei prin măsurare;
2) caracteristicile şi / sau eficienţa dispozitivelor de protecţie asociate prin examinare

vizuală şi încercare.

Această verificare trebuie realizată:

- pentru dispozitive de protecţie la supracurenţi: prin examinare vizuală (de exemplu reglajul pentru declanşare de scurtă durată sau instantanee pentru întreruptoare, curentul nominal şi tipul pentru siguranţele fuzibile);
- pentru DDR: prin examinare vizuală şi încercare.

Timpii de deconectare trebuie să fie cei prevăzuţi în standarde.

Timpii de deconectare trebuie verificaţi în caz de:

- reutilizare a echipamentelor DDR;
- extinderi sau modificări ale unei instalaţii existente unde DDR existente sunt utilizate de asemenea ca dispozitive de deconectare pentru aceste extinderi sau modificări.

c) pentru reţelele IT:

Verificarea prin calcul sau măsurare a curentului Id în cazul primului defect al conductorului de linie sau a conductorului neutru.

Atunci când se produce un al doilea defect într-un alt circuit şi condiţiile sunt similare cu cele din reţeaua TT, verificarea se efectuează ca şi pentru o reţea TT (vezi punctul **b)** de mai sus).

Atunci când se produce un al doilea defect într-un alt circuit şi condiţiile sunt similare cu cele din reţeaua TN, verificarea se efectuează ca şi pentru o reţea TN (vezi punctul **a)** de mai sus).

8.1.1.3.6.2. – Măsurarea rezistenţei electrice a prizei de pământ

Măsurarea rezistenţei electrice a prizei de pământ în toate cazurile se efectuează cu metode şi aparate specializate.

Măsurarea rezistenţei electrice a prizei de pământ se poate face după recomandările din SR HD 60364-6 – (Anexa 8.2) sau o altă metodă similară.

8.1.1.3.6.3. – Măsurarea impedanţei buclei de defect

Înainte de a realiza măsurarea impedanţei buclei de defect este necesară o încercare de continuitate electrică ce trebuie efectuată conform punctului 8.1.1.3.2.

Măsurarea impedanţei buclei de defect ţine seama de particularităţile reţelei (TN sau IT).

Măsurarea impedanţei buclei de defect se poate face conform cu recomandările din SR HD 60364-6 - (Anexa 8.3) sau cu o metodă similară.

8.1.1.3.7. Protecţia suplimentară

Verificarea eficienţei măsurilor aplicate pentru protecţia suplimentară se realizează prin examinare vizuală şi încercare.

Dacă sunt necesare DDR pentru protecţie suplimentară, eficienţa deconectării automate a alimentării prin DDR trebuie să fie verificată utilizând echipamente de încercare corespunzătoare care să confirme că prescripţiile din proiect au fost îndeplinite.

8.1.1.3.8. Încercarea de polaritate

Se va verifica existenţa dispozitivelor monopolare de întrerupere pe conductorul (conductoarele) de fază.

8.1.1.3.9. –Verificarea secvenţei succesiunii fazelor

În cazul circuitelor polifazate trebuie să se verifice dacă secvenţa succesiunii fazelor este respectată.

8.1.1.3.10. Încercări funcţionale

Ansamblurile, cum sunt ansamblurile de comutaţie şi de comandă, de acţionări, organe de comandă şi de interblocare, trebuie să facă obiectul unei încercări a funcţionării lor pentru a se vedea dacă sunt corect montate, reglate şi instalate în conformitate cu prescripţiile documentaţiei tehnice.

Dispozitivele de protecţie trebuie să fie supuse la o încercare de verificare a funcţionării lor, pentru a verifica dacă sunt corect instalate şi reglate.

8.1.1.3.11 Verificarea la căderea de tensiune

Verificarea la căderea de tensiune poate fi făcută prin:

- măsurare sau;
- prin calcul.

8.1.1.4. Raportul pentru verificarea iniţială

8.1.1.4.1. - Raportul pentru verificarea iniţială se face după finalizarea verificării unei instalaţii noi sau extinderi, sau a unei modificări la o instalaţie existentă.
Raportul trebuie să conţină detalii ale părţii instalaţiei care face obiectul raportului împreună cu consemnarea inspecţiei şi rezultatul încercărilor.
Defectele constatate în raport trebuie remediate înaintea punerii în funcţiune şi consemnate în documentele de recepţie ale instalaţiei.

8.1.1.4.2. Raportul pentru verificarea iniţială poate conţine recomandări pentru reparaţii şi îmbunătăţiri.

8.1.1.4.3. Raportul iniţial trebuie să cuprindă:

- consemnări ale inspecţiilor;
- consemnări ale circuitelor încercate şi rezultatele încercărilor.

În consemnările detaliilor circuitelor şi ale rezultatelor încercărilor trebuie să se identifice fiecare circuit, inclusiv dispozitivul (dispozitivele) de protecţie asociate şi trebuie să se consemneze rezultatele încercărilor şi măsurătorilor corespunzătoare.

8.1.1.4.4. Raportul pentru verificarea iniţială trebuie redactat conform cu reglementările specifice referitoare la verificarea calităţii lucrărilor de construcţii şi semnat sau autentificat de o persoană sau de persoane competente pentru verificare.

8.2. Verificări periodice

8.2.1. Generalităţi

8.2.1.1. Verificarea periodică are rolul de a determina dacă tot echipamentul din componenţa instalaţiei electrice este în stare de utilizare.

8.2.1.2. Verificările periodice, care includ o examinare detaliată a instalaţiei, trebuie efectuate fără demontare sau cu demontare parţială, pentru a arăta că timpii de deconectare a echipamentelor de protecţie sunt respectaţi şi confirmaţi prin măsurări şi asigură cumulativ:

a) securitatea persoanelor şi animalelor împotriva efectelor şocurilor electrice şi a arsurilor;
b) protecţia împotriva deteriorării bunurilor prin focul şi căldura dezvoltată de un defect al instalaţiei;
c) confirmarea că această instalaţie nu este avariată sau deteriorată aşa încât să afecteze siguranţa în funcţionare;
d) identificarea defectelor instalaţiei şi abaterea de la prescripţii care pot conduce la un pericol.

8.2.1.3. Trebuie luate măsuri pentru a se asigura că verificarea nu constituie un pericol pentru persoane sau animale şi nu produce deteriorări de bunuri şi echipamente, chiar dacă circuitul este în stare de defect.
Instrumentele de măsurare şi echipamentul de supraveghere şi metodele trebuie alese conform recomandărilor din SR EN 61557.

8.2.1.4. Aria de verificare şi rezultatul unei verificări periodice a instalaţiei, sau a oricărei părţi a instalaţiei trebuie să fie înregistrate.

8.2.1.5. Orice avarie, deteriorare, defecte sau condiţii periculoase trebuie înregistrate.

8.2.1.6. Verificarea trebuie efectuată de o persoană calificată competentă în verificări.

8.2.2. Frecvenţa verificărilor periodice

8.2.2.1. Frecvenţa verificărilor periodice ale unei instalaţii trebuie să fie determinată de tipul instalaţiei şi de echipamentele folosite, de frecvenţa şi calitatea mentenanţei şi de influenţele externe la care acestea sunt supuse.
În condiţii normale de funcţionare verificările pentru securitatea şi sănătatea în muncă sunt indicate în tabelele 8.3 şi 8.4.
Frecvenţa verificărilor funcţionale pentru echipamentele electrice se face conform instrucţiunilor furnizorilor. În lipsa acestora se pot utiliza recomandările din PE 116.

8.2.2.2. În cazul unei instalaţii aflate într-un sistem de management efectiv, pentru mentenanţă preventivă în utilizare curentă, verificarea periodică poate fi înlocuită cu un regim adecvat de monitorizare şi mentenanţă continuă a instalaţiei şi a tuturor echipamentelor sale de persoane competente.
Pentru monitorizarea şi mentenanţa continuă trebuie să fie păstrate înregistrări.

8.2.3. Rapoarte pentru verificări periodice

8.2.3.1. Verificările periodice ale unei instalaţii se finalizează cu un raport periodic
Raportul trebuie să conţină detalii ale acelor părţi ale instalaţiei şi limitele verificării, acoperite de documentaţii, împreună cu o consemnare care include orice defecţiune şi rezultatele încercărilor.
Raportul trebuie să consemneze rezultatele încercărilor.

8.2.3.2. Rapoartele trebuie redactate şi semnate sau autentificate de o persoană sau de persoane competente.

8.3. Întreţinerea şi verificări pentru iluminatul de siguranţă

8.3.1. Utilizatorul sau proprietarul instalaţiei iluminatului de siguranţă trebuie să denumească o persoană competentă pentru a supraveghea, întreţine şi verifica iluminatul de siguranţă.

8.3.2. Încercările instalaţiei de iluminat de siguranţă trebuie să fie efectuate fără a afecta funcţionarea instalaţiei.

8.3.3. Zilnic vor fi controlaţi vizual indicatorii alimentării de la sursa centrală pentru verificarea funcţionării lor corecte.

8.3.4. Lunar se va verifica fiecare corp de iluminat şi fiecare semnalizare de ieşire iluminată din interior de la bateria de acumulatoare prin simularea unui defect în alimentarea iluminatului normal pentru un interval de timp suficient, pentru a se asigura că fiecare corp de iluminat este funcţional.
Atunci când alimentarea iluminatului de siguranţă se face de la o sursă centrală (baterie, generator) aceasta din urmă va fi monitorizată.

8.3.5. Anual fiecare corp de iluminat şi fiecare semnalizare iluminată din interior trebuie să fie încercate la toate intervalele de timp stabilite în conformitate cu informaţiile producătorului.

Alimentarea iluminatului normal şi toţi indicatorii luminoşi vor fi controlaţi pentru a verifica funcţionarea lor corectă.

8.3.6. Toate încercările şi rezultatele trebuie să fie consemnate în Registrul de control pentru instalaţiile de dectare, semnalizare, alertare, limitare şi stingere a incendiilor.

8.3.7. Pentru verificarea sistemelor de iluminat de siguranţă din amplasamente pentru utilizări medicale se vor respecta prevederile speciale din SR CEI 60364-7-710.

8.4. Verificarea echipamentelor electrice de joasă tensiune

La punerea în funcţiune a echipamentelor electrice de joasă tensiune în concordanţă cu precizările din HG nr. 457/2003 se va verifica dacă ele au asigurate protecţia împotriva riscurilor ce pot rezulta ca urmare a montării şi utilizărilor lor şi protecţia împotriva riscului cauzat de influenţe externe asupra lor.

8.4.1. Pentru protecţia împotriva riscurilor ce pot rezulta ca urmare a montării şi utilizării echipamentului electric de joasă tensiune se va verifica dacă:

a) persoanele şi animalele domestice sunt protejate faţă de pericolul rănirii fizice sau de altă natură care pot fi cauzate de atingerile directe sau indirecte;

b) nu se produc încălziri, radiaţii sau arcuri electrice periculoase;

c) persoanele, animalele domestice şi bunurile mobile şi imobile sunt protejate împotriva pericolelor de natură neelectrică ce pot fi cauzate de echipamentul electric de joasă tensiune;

d) rezistenţa electrică de izolaţie respectă valorile din tabelul 8.1.

8.4.2. Pentru protecţia împotriva riscului cauzat de influenţe externe asupra echipamentului electric de joasă tensiune se va verifica dacă:

a) echipamentul electric satisface cerinţele de natură mecanică astfel încât persoanele, animalele domestice şi proprietatea să nu fie puse în pericol;

b) echipamentul electric este rezistent la influenţe de natură nemecanică în condiţii de mediu astfel încât persoanele, animalele domestice şi proprietatea să nu fie puse în pericol;

c) echipamentul electric nu periclitează persoanele, animalele domestice şi proprietatea în condiţii de suprasarcini.

8.5. Verificarea şi întreţinerea instalaţiei de protecţie împotriva trăsnetului (IPT)

8.5.1. Scopul verificărilor

Scopul verificărilor este de a constata că IPT este conform cu acest normativ sub toate aspectele şi că este în stare funcţională. Verificarea IPT trebuie realizată de o persoană competentă în protecţia împotriva trăsnetului. Acesta trebuie să primească proiectul SPT şi rapoartele anterioare de întreţinere şi verificări ale IPT. Proiectul IPT trebuie să conţină descrierea SPT-ului, criteriile de proiectare şi desenele tehnice.

8.5.1.1. Verificarea unui IPT se va face:

a) în timpul instalării IPT, în special în timpul instalării elementelor care sunt înglobate în structură şi care vor deveni inaccesibile, ce se vor menţiona în procesele verbale pentru lucrări ascunse;
b) după finalizarea instalării IPT;
c) după un program conform tabelului 8.2.

Tabelul 8.2.
Perioada maximă între inspecţiile unui IPT

Nivel de protecţie	Inspecţie vizuală (an)	Inspecţia completă (an)	Inspecţii complete a sistemelor critice (an)
I şi II	1	2	1
III şi IV	2	4	1

8.5.1.2. Ori de câte ori se fac modificări sau reparaţii la structura protejată sau în urma oricărei descărcări de trăsnet pe IPT trebuie făcută o inspecţie. Sistemele de protecţie împotriva trăsnetului utilizate pentru structuri cu risc de explozie trebuie verificate vizual la fiecare 6 luni.

8.5.2. Ordinea verificărilor

8.5.2.1. Procedura de verificare

Verificarea cuprinde controlul documentaţiei tehnice, verificările vizuale, încercarea şi înregistrarea rezultatelor într-un raport de verificare.

8.5.2.2. Verificarea documentaţiei tehnice

Persoana competentă va verifica documentaţia tehnică pentru a constata dacă este completă şi conformă cu acest normativ.

8.5.2.3. Verificări vizuale

Verificările vizuale trebuie efectuate cu scopul de a se constata că:

- IPT este în stare bună şi executată conform documentaţiei verificate;
- nu sunt conexiuni desfăcute şi nici întreruperi accidentale ale conductoarelor IPT şi ale îmbinărilor;
- nici o parte a instalaţiei nu este slăbită de coroziune, în special la nivelul solului;
- toate conexiunile vizibile de legare la pământ sunt intacte (operaţionale din punct de vedere funcţional);
- toate conductoarele şi componentele vizibile ale instalaţiei sunt fixate pe suprafeţele de montaj şi componentele care asigură protecţia mecanică sunt intacte (operaţionale din punct de vedere funcţional) şi la locul lor;
- nu există nici o extindere sau modificare a structurii protejate care să impună protecţie suplimentară;
- nu există indicaţii de avariere a IPT, a SPD sau siguranţe fuzibile defecte pentru protecţia SPD;
- legătura de echipotenţializare este corectă pentru orice serviciu nou sau extinderi efectuate în interiorul structurii după ultima inspecţie şi că încercările de continuitate s-au făcut după aceste suplimentări;
- conductoarele şi conexiunile de echipotenţializare din interiorul conexiunii există şi sunt intacte (operaţionale din punct de vedere funcţional);
- distanţele de separare sunt menţinute;
- conductoarele de echipotenţializare, îmbinările, ecranele dispozitivelor, traseele de cabluri şi SPD au fost verificate şi încercate;
- piesele de separare asigură continuitatea electrică.

8.5.2.4. Încercări ale instalaţiei de protecţie împotriva trăsnetului (IPT)

Încercarea unei IPT cuprinde următoarele:

- încercări de continuitate a conductoarelor;
- măsurarea rezistenţei de dispersie a prizei de pământ.

Rezultatele verificărilor vizuale ale tuturor conductoarelor, a legăturilor de echipotenţializare şi a îmbinărilor precum şi rezultatele măsurărilor continuităţii electrice şi a rezistenţei de dispersie a prizei de pământ se vor înscrie în documentaţiile verificărilor.

8.5.2.5. Documentaţia verificării

Persoana competentă trebuie să întocmească un raport care trebuie păstrat împreună cu proiectul SPT şi cu rapoartele anterioare.

Raportul de verificare trebuie să conţină:

- condiţiile generale ale conductoarelor de captare şi ale componentelor de captare;
- nivelul general de coroziune al conductoarelor şi starea protecţiei împotriva coroziunii;
- securitatea elementelor de fixare a conductoarelor şi a componentelor IPT;
- rezultatele măsurării rezistenţei de dispersie a prizei de pământ;
- abaterile constatate ale IPT faţă de prevederile normativului;
- documentaţia tehnică pentru modificările şi extinderile IPT şi orice schimbări ale structurii;
- rezultatele încercărilor efectuate;

8.5.3. Întreţinerea

IPT trebuie întreţinut cu regularitate pentru a asigura că nu este deteriorat şi continuă să îndeplinească funcţiile pentru care a fost proiectat şi executat iniţial.

Ciclurile necesare de întreţinere şi inspecţie vor fi conform tabelului 8.2. şi art. 8.5.1.2

Toate procedurile de întreţinere trebuie să aibă înregistrări complete care să conţină acţiunile întreprinse. Acestea vor fi păstrate cu proiectul IPT şi cu rapoartele de verificare a IPT.

8.5.4. Verificarea protecţiei împotriva şocurilor eletrice.

Procedurile de verificare sun indicate în tabelele 8.3 şi 8.4.

Tabelul 8.3

VERIFICAREA PROTECŢIEI ÎMPOTRIVA ŞOCURILOR ELECTRICE

(Atingerea directă a părţilor aflate normal sub tensiune)

Nr. crt.	Denumirea verificării	Metoda de verificare	Condiţia de acceptare a verificării	Periodicitatea maximă de verificare	Se consemnează în buletinul de verificare
0	1	2	3	4	5
1	Verificarea protecţiei împotriva atingerii directe a părţilor aflate normal sub tensiune, asigurate de carcase, în funcţie de gradul normal de protecţie	Vizual	Constatarea stării corespunzătoare a carcasei	Anual	Da
2	Verificarea integrităţii izolaţiei aparente	Vizual	Constatarea integrităţii izolaţiei	Anual	Da
3	Verificarea integrităţii îngrădirilor	Vizual	Constatarea integrităţii îngrădirilor	Anual	Da
4	Verificarea distanţei dintre piesele aflate normal sub tensiune şi îngrădire (distanţe de protecţie)	Măsurări cu metrul	Constatarea distanţelor prevăzute în proiecte sau cărţile tehnice	1)	Da
5	Verificarea distanţei de inaccesibilitate faţă de părţile aflate normal sub tensiune	Măsurări cu metrul	Constatarea distanţelor prevăzute în proiecte sau cărţile tehnice	1)	Da

1) Verificarea se face la punerea în funcţiune

Tabelul nr. 8.4

VERIFICAREA PROTECŢIEI ÎMPOTRIVA ŞOCURILOR ELECTRICE

(Atingerile indirecte a părţilor care în mod normal nu sunt sub tensiune)

Nr. crt.	Denumirea verificării	Metoda de verificare	Condiţia de acceptare a verificării	Periodicitatea maximă de verificare	Se consemnează în buletinul de verificare
0	1	2	3	4	5
1. Verificarea instalaţiilor de protecţie prin legare la conductorul de neutru şi / sau legare la pământ - Echipamente electrice clasa I de protecţie -					
1	Verificarea separării conductorului neutru (N) de conductorul de protecţie (PE)	Vizual la bara de nul a ultimului tablou de distribuţie spre receptor	Existenţa separării	Anual	Da
2	Verificarea că nu există elemente de întrerupere pe conductoarele PE şi PEN	Vizual	Nu există un element de întrerupere	1)	Da
3	Verificarea continuităţii legăturii echipamentelor la conductorul de protecţie (PE)	- Vizual la cutia de borne sau la contactul de protecţie al prizei - Verificarea continuităţii cu ohmmetrul între bara PE a ultimului tablou de distribuţie şi capătul conductorului de protecţie legat la masă	Existenţa continuităţii	Anual	Da
4	Verificarea legării la pământ a barelor PE	- Vizual: existenţa legării electrice a barei PE la instalaţia de legare la pământ - Prin măsurare: a rezistenţei de dispersie la pământ a barei PE, determinată cu aparatele de măsurare a prizei de pământ	Constatarea valorii rezistenţei de dispersie la pământ conform proiectului	Anual	Da

0	1	2	3	4	5
5	Verificarea existenţei siguranţelor fuzibile şi verificarea funcţionării elementelor de protecţie la scurtcircuit (siguranţe fuzibile, întreruptoare automate)	- Vizual – verificând corespondenţa valorilor nominale a patronului siguranţei cu valoarea din proiect - Prin măsurări – în cazul întreruptoarelor automate sau a siguranţelor automate Se determină curentul de defect şi se verifică funcţionarea acestora utilizând o trusă de curent	Constatarea valorii fuzibilului conform proiectului şi/sau a funcţionării la valoarea de curent reglată a elementelor de protecţie automată	Anual	Da
6	Verificarea funcţionării protecţiei la deconectarea (semnalizarea) sectorului defect (pus la masă/pământ), inclusiv protecţia automată la curenţi de defect (diferenţiali)	Simularea unei puneri la pământ printr-un dispozitiv propriu al protecţiei sau un dispozitiv specializat.	Declanşarea întrerupătorului	Anual	Da
7	Verificarea marcajului conductoarelor de protecţie	Vizual	Existenţa marcajului conform proiectului	1)	Da
8	Existenţa legăturilor de protecţie de la tablourile de distribuţie la utilaje sau la prize	Verificări cu ohmmetrul	Existenţa continuităţii	Anual	Da
9	Verificarea existenţei măsurilor suplimentare de protecţie	Vizual	Existenţa măsurilor suplimentare prevăzute în proiect	Anual	Da
10	Verificarea strângerii şuruburilor de îmbinare de pe circuitele conductoarelor de protecţie şi asigurarea acestora împotriva deşurubării	Cu cheia sau şurubelniţa	Constatarea că legăturile nu se desfac	La doi ani	Da
11	Verificarea că la un şurub este conectat un singur conductor de protecţie	Vizual	Constatarea că la fiecare şurub este un singur conductor	Anual	Da

0	1	2	3	4	5
12	Verificarea rezistenţei de dispersie la pământ a maselor echipamentelor electrice	Măsurarea cu aparate de măsurare a prizelor de pământ sau prin metoda volt-ampermetru conform Anexei 8.2.	Constatarea valorilor înscrise în proiect	- La doi ani - Anual în medii periculoase şi foarte periculoase	Da
13	Verificarea continuităţii legăturilor de echipotenţializare	Măsurări cu ohmmetru	Existenţa continuităţii	La doi ani	Da
14	Verificarea continuităţii legăturilor de protecţie de la masele echipamentelor până la priza de pământ	Măsurări - metodă de injectare de curenţi mici sau mari	Constatarea continuităţii	5 ani	Da
15	Verificarea corodării electrozilor prizelor artificiale de pământ	Vizual prin dezgroparea a 10% din priza de pământ	În cazul în care se constată reducerea grosimii sau a diametrului cu mai mult de o treime din valoarea iniţială se înlocuiesc electrozii prizelor de pământ	5 ani Nu se verifică periodic prizele de pământ naturale constituite din armăturile fundaţiilor clădirilor	Da
2. Verificarea protecţiei prin izolare suplimentară - Echipamente electrice clasa II de protecţie -					
16	Verificarea încadrării echipamentului în clasa II de protecţie	Examinarea certificatului	Existenţa în certificat a confirmării clasei	1)	Da
17	Rezistenţa electrică de izolaţie	Măsurare cu megohmmetrul de 500 V	Rezistenţa electrică de izolaţie trebuie să fie mai mare de 1 MΩ	Anual	Da
18	Verificarea stării de protecţie împotriva atingerilor directe prin carcase şi/sau a izolaţiei conductoarelor electrice de legătură	Vizual	Lipsa unor deteriorări a izolaţiei carcasei sau a conductoarelor electrice de legătură	Anual	Da

0	1	2	3	4	5
3. Verificarea protecţiei prin alimentarea la tensiune foarte joasă - Echipamente electrice clasa III de protecţie -					
19	Verificarea încadrării echipamentului în clasa III de protecţie	Examinarea certificatului	Existenţa în certificat a confirmării clasei	1)	Da
20	Verificarea rezistenţei electrice de izolaţie între înfăşurările transformatorului coborâtor	Măsurare cu megohmmetrul de 500 V	Rezistenţa electrică de izolaţie trebuie să fie mai mare de 1,0 MΩ 2)	Anual	Da
21	Verificarea rezistenţei electrice de izolaţie între circuitele de tensiune foarte joasă şi celelalte circuite alăturate cu tensiuni mai mari	Măsurare cu megohmmetrul de 250 V	Rezistenţa electrică de izolaţie trebuie să fie mai mare de 0,5 MΩ 2)		
22	Imposibilitatea introducerii fişelor (ştecherelor) în prize de alimentare cu tensiune mai mare (dacă nu este inscripţionată tensiunea de lucru)	Vizual	Nu trebuie să fie compatibile	Anual	Da
23	Verificarea certificării transformatorului coborâtor sau grupului moto-generator	Examinarea certificatului	Existenţa în certificat a confirmării caracteristicilor	1)	Da
24	Verificarea stării de protecţie împotriva atingerilor directe asigurate de carcasa transformatorului şi/sau izolaţia conductoarelor electrice	Vizual	Lipsa unor deteriorări a izolaţiei electrice a carcasei sau a conductoarelor electrice de legătură	Anual	Da
4. Verificarea protecţiei prin separare - Echipamente electrice clasa ZERO de protecţie -					
25	Verificarea certificării transformatorului de separare	Examinarea certificatului	Existenţa în certificat a confirmării caracteristicilor	1)	-
26	Verificarea rezistenţei electrice de izolaţie între înfăşurările transformatorului de separare	Măsurare cu megohmmetrul de 500 V	Rezistenţa electrică de izolaţie trebuie să fie mai mare de 1,0 MΩ 2)	Anual	Da

0	1	2	3	4	5
27	Verificarea dacă circuitul separat, alimentat din secundarul transformatorului de separare nu este legat la pământ	Măsurare cu megohmmetrul de 500 V	Rezistenţa electrică de izolaţie trebuie să fie mai mare de 1,0 MΩ 2)	Anual	Da
28	Verificarea rezistenţei electrice de izolaţie a echipamentului separat electric faţă de carcasa proprie (echipamentul alimentat din secundarul transformatorului de separare)	Măsurare cu megohmmetrul de 500 V	Rezistenţa electrică de izolaţie trebuie să fie mai mare de 1,0 MΩ 2)	Anual	Da
5. *Verificarea protecţiei la echipamentele electrice clasă ZERO montate la distanţe inaccesibile*					
29	Verificarea inaccesibilităţii echipamentului de clasă 0	Vizual	Distanţa pe înălţime să nu fie sub 2,5 m - Îngrădirea de protecţie pentru echipamentele amplasatele amplasate la o înălţime mai mică de 2,5 m	Anual	Da
6. *Verificarea protecţiei împotriva atingerilor indirecte a părţilor care în mod normal nu sunt sub tensiune* ***- Separarea de protecţie -***					
30	Verificarea existenţei transformatorului de separare (de siguranţă)	Examinarea certificatului de conformitate al furnizorului	Constatarea conformităţii certificatului	1)	Da
31	Verificarea valorii tensiunii foarte joase	Măsurări cu voltmetrul	Constatarea valorilor din proiect sau din cartea tehnică	1)	Da
32	Verificarea rezistenţei de izolaţie între înfăşurările transformatorului de separare	Măsurare cu megohmmetrul de 2500 V	Constatarea valorilor mai mari de 7 MΩ	Anual	Da

1) Verificarea se face la punerea în funcţiune
2) Valorile se iau în considerare în lipsa indicaţiilor producătorului

CAPITOLUL 9.
PREVEDERI GENERALE PENTRU EXPLOATAREA INSTALAŢIILOR ELECTRICE

9.1. Principii fundamentale

9.1.1. Securitatea în exploatare

Exploatarea instalaţiilor electrice sau orice lucrare la o instalaţie electrică trebuie să aibă la bază documentaţia de evaluare a riscurilor conform Legii nr. 319/2006.

Documentaţia de evaluare a riscurilor electrice trebuie să specifice cum trebuie realizată exploatarea, indicându-se măsurile de securitate şi de prevenire pentru asigurarea securităţii.

La exploatarea instalaţiilor electrice, suplimentar faţă de Legea nr. 319/2006, se va ţine seama şi de: HG nr. 1146/2006, HG nr. 1091/2006, HG nr. 300/2006, HG nr. 457/2003 şi de recomandările din SR EN 50110-1:2005.

9.1.2. Personalul

Pentru lucrările de exploatare sunt nominalizate persoane responsabile de securitatea persoanelor care execută lucrări în instalaţii electrice.

Persoana responsabilă de lucrări trebuie să instruiască toate persoanele participante la lucrări asupra tuturor pericolelor în mod normal previzibile care nu le sunt în mod normal sesizabile.

Persoana responsabilă de lucrări înainte şi în timpul executării oricărei lucrări trebuie să se asigure că sunt respectate toate prescripţiile, regulile şi instrucţiunile corespunzătoare din legislaţia în vigoare privind:

- cunoştinţele despre energia eletrică;
- experienţa în executarea lucrărilor;
- cunoaşterea instalaţiei asupra căreia se efectuează lucrarea;
- capacitatea de apreciere a riscurilor care pot surveni în timpul lucrării şi a măsurilor de prevedere care trebuie luate;
- aptitudinea de a recunoaşte în orice moment dacă lucrarea poate fi continuată în securitate.

Orice persoană implicată în lucrări la o instalaţie electrică sau în vecinătatea ei trebuie instruită asupra prescripţiilor de securitate a regulilor de securitate şi a instrucţiunilor proprii.

Complexitatea lucrărilor de instalaţii electrice trebuie evaluată înainte de începerea lor, în scopul alegerii nivelului de competenţă corespunzător – persoană calificată, instruită, sau obişnuită pentru realizarea lucrărilor.

9.1.3. Organizarea

Pentru fiecare instalaţie electrică trebuie numită o persoană responsabilă cu exploatarea.

Modul de reglementare şi de control acces în locurile unde există risc electric pentru persoane obişnuite intră în sarcina persoanei responsabile cu exploatarea.

Orice lucrare trebuie realizată sub răspunderea persoanei responsabile de lucrări.

Responsabilitatea lucrărilor şi responsabilitatea exploatării pot fi deţinute de aceeaşi persoană.

9.1.4. Comunicarea

Comunicarea reprezintă orice mijloc prin care este transmisă sau schimbată informaţia între persoane. De exemplu verbal (inclusiv telefon, staţie emisie-recepţie personală şi direct de la persoană la persoană) prin scris (inclusiv fax) şi vizual (inclusiv ecran de vizualizare, panouri de afişare, lumini etc.).

Responsabilul cu exploatarea, trebuie să fie informat asupra lucrării care trebuie efectuată, înainte de începerea oricărei lucrări.

Informaţiile necesare pentru securitatea în exploatarea instalaţiei electrice, precum configuraţia reţelei, starea aparatajului (închis, deschis, legat la pământ etc.), poziţia dispozitivelor de securitate trebuie transmise printr-o notificare.

Toate notificările trebuie să includă numele persoanei care furnizează informaţia.

9.1.5. Zonă de lucru

Zona de lucru trebuie definită şi marcată clar.

Trebuie prevăzut un spaţiu de lucru adecvat, mijloace de acces şi iluminatul pentru orice parte a instalaţiei unde sau în jurul căreia urmează să se realizeze lucrări.

În apropierea aparatajului electric, pe căile de acces, pe traseele de evacuare de securitate nu se vor amplasa obiecte care pot împiedica accesul şi/sau materiale inflamabile.

Materialele inflamabile trebuie amplasate la distanţă de toate sursele ce produc arc electric sau degajă căldură.

9.1.6. Unelte, echipamente şi dispozitive

Uneltele, dispozitivele şi echipamentele trebuie să fie conform standardelor europene, naţionale sau internaţionale corespunzătoare, atunci când acestea există.

Uneltele, echipamentele şi dispozitivele trebuie utilizate conform instrucţiunilor şi/sau îndrumărilor furnizate de fabricant sau furnizor.

Aceste instrucţiuni şi/sau îndrumări trebuie să fie în limba română.

9.1.7. Planuri şi înregistrări

Planurile şi înregistrările trebuie să fie disponibile şi să conţină reviziile actualizate.

9.1.8. Semnalizări

În timpul lucrării sau procedurii de exploatare, atunci când este necesar, trebuie instalată o semnalizare adecvată pentru a atrage atenţia asupra riscului electric.

Această semnalizare trebuie să fie conform Hotărârii Guvernului nr. 971 / 2006.

9.2. Proceduri de exploatare curentă

9.2.1. Generalităţi

Pentru activităţile specifice de manevrări şi verificări de funcţionare trebuie utilizate unelte şi echipamente corespunzătoare astfel încât să fie evitată expunerea persoanelor la pericolul electric.

Aceste activităţi trebuie supuse acordului responsabilului cu exploatarea.

Responsabilul cu exploatarea trebuie informat când sunt terminate procedurile de exploatare curentă.

9.2.2. Manevrări

9.2.2.1. Manevrările sunt:

a) manevrări care privesc modificarea stării electrice a unei instalaţii pentru utilizarea unui echipament, închiderea, deschiderea unui circuit, pornirea sau oprirea echipamentelor concepute pentru a fi utilizate fără risc.

b) separarea instalaţiilor în vederea lucrărilor şi reconectarea acestora.

Manevrările pot fi efectuate local sau telecomandate.

9.2.2.2. Separările înainte sau reconectările după lucru trebuie efectuate de persoane calificate.

9.2.2.3. Mijloacele de întrerupere de urgenţă a alimentării electrice a unui echipament, din motive de securitate trebuie prevăzută conform subcapitolului 5.3.4..

9.2.2.4. Manevrele de urgenţă asupra instalaţiilor de distribuţie electrică se vor realiza numai de persoane calificate.

9.2.3. Verificări de funcţionare
9.2.3.1. Măsurare

9.2.3.1.1. Măsurarea trebuie realizată numai de persoane calificate sau de persoane aflate sub controlul şi supravegherea unei persoane calificate.

9.2.3.1.2. Instrumentele de măsurare pentru efectuarea măsurărilor la o instalaţie electrică trebuie să fie atestate metrologic.

9.2.3.1.3. Persoanele care efectuează măsurările, atunci când există un risc de atingere cu piese neizolate aflate sub tensiune trebuie să utilizeze echipamentul de protecţie individuală şi să ia toate măsurile de prevedere împotriva şocurilor electrice, a efectelor curenţilor de scurtcircuit şi a arcului electric.

9.2.3.1.4. În funcţie de tipul măsurării, trebuie aplicate regulile lucrului fără tensiune, ale lucrului sub tensiune, sau ale lucrului în vecinătatea pieselor aflate sub tensiune conform punctului 9.3.

9.2.3.2. Încercări
9.2.3.2.1. Încercările cuprind toate activităţile concepute pentru verificarea funcţionării sau a stării electrice, mecanice sau termice ale unei instalaţii electrice. Încercările cuprind, de exemplu, activităţile destinate încercării eficienţei protecţiilor electrice şi ale circuitelor de securitate. Încercările trebuie realizate numai de persoane calificate sau de persoane obişnuite care sunt sub controlul sau supravegherea unei persoane calificate.

9.2.3.2.2. Încercările la o instalaţie fără tensiune, trebuie realizate conform regulilor de lucru fără tensiune (articolului 9.3.2.). Atunci când este necesară deschiderea sau înlăturarea dispozitivelor de legare la pământ şi de scurtcircuit trebuie luate măsuri de prevedere pentru a împiedica realimentarea instalaţiei de la orice sursă posibilă şi pentru a preveni riscul de şoc electric pentru personal.

9.2.3.2.3. Când încercările sunt efectuate utilizând alimentarea normală se aplică prescripţiile corespunzătoare de la articolele 9.3.1., 9.3.3., 9.3.4.

9.2.3.2.4. Când încercările sunt efectuate utilizând o sursă de alimentare exterioară, trebuie luate următoarele măsuri:

a) instalaţia să fie separată de orice sursă de alimentare normală;

b) instalaţia să nu poată fi realimentată de la orice sursă de alimentare decât sursa externă de alimentare;

c) măsuri de securitate împotriva riscurilor pe durata încercărilor pentru întreg personalul prezent;

d) dispozitivele de separare să prezinte o izolaţie rezistentă la aplicarea simultană a tensiunii de încercare pe de o parte, şi a tensiunii de lucru pe de altă parte.

9.2.3.2.5. În laboratoarele de înaltă tensiune, când se execută încercări speciale electrice (de exemplu rezistenţa de izolaţie a echipamentelor de protecţie), acolo unde există piese neizolate sub tensiune, încercările trebuie realizate de persoane calificate şi pregătite special conform reglementărilor în vigoare.

9.2.3.3. Verificări
9.2.3.3.1. Obiectul verificărilor este asigurarea că o instalaţie electrică este conform regulilor de securitate şi prescripţiilor tehnice specificate în normele care se aplică.
Verificarea se face asupra stării normale a instalaţiei. Instalaţiile electrice noi ca şi modificările şi extensiile instalaţiilor trebuie verificate înainte de punerea lor în funcţiune.
Instalaţiile electrice trebuie verificate la intervale de timp conform capitolului 8.

Scopul verificărilor periodice este de a detecta defectele care pot surveni după punerea în funcţiune şi pot împiedica funcţionarea sau pot produce riscuri.

9.2.3.3.2. Defectele care prezintă un pericol imediat trebuie corectate sau părţile cu defect trebuie deconectate şi protejate împotriva realimentării până la înlocuirea acestora.

9.2.3.3.3. Verificările trebuie efectuate de persoane calificate care au o experienţă în verificarea instalaţiilor similare. Verificările trebuie efectuate cu un echipament omologat pentru tipul de verificare.

9.2.3.3.4. Rezultatele verificărilor trebuie înregistrate.

9.3. Proceduri de lucru

9.3.1. Generalităţi

Înainte de începerea lucrului, responsabilul de lucrări trebuie să informeze prin notificări responsabilul de exploatare despre natura, locul şi consecinţele lucrării pentru instalaţia electrică.
Notificarea este de preferat să fie transmisă în scris în special pentru lucrările complexe.
Responsabilul de exploatare în persoană trebuie să dea autorizaţia de începere a lucrării.
Responsabilul de exploatare şi responsabilul de lucrări trebuie să transmită instrucţiunile specifice şi detaliate personalului care efectuează lucrarea înainte de începerea lucrului cât şi la sfârşitul lucrului.
Procedura trebuie îndeplinită la fel atât în caz de întrerupere a lucrării cât şi la sfârşitul lucrării.
Procedurile de lucru cuprind trei proceduri diferite:

a) lucru fără tensiune;
b) lucru sub tensiune;
c) lucru în vecinătatea pieselor sub tensiune.

Toate aceste proceduri se bazează pe utilizarea măsurilor de protecţie împotriva şocurilor electrice şi/sau a efectelor curenţilor de scurtcircuit şi a arcului electric.
Dacă procedura de lucru fără tensiune sau procedura de lucru în vecinătatea pieselor sub tensiune nu poate fi respectată în întregime atunci trebuie luată în considerare procedura de lucru sub tensiune.

9.3.1.1. Conductoarele sau părţile aflate în vecinătatea conductoarelor aflate sub tensiune pot fi influenţate electric.
În acest caz trebuie luate măsuri suplimentare prin legarea la pământ sau prin legătură de echipotenţializare în zona de lucru.

9.3.1.2. Trebuie aplicate restricţii la începerea sau continuarea lucrului în cazul condiţiilor de mediu necorespunzătoare, de exemplu furtună, ploaie puternică, ceaţă, vânt puternic etc.
În cazul furtunilor cu fulgere sau trăsnete sau în cazul când în zona de lucru vizibilitatea este redusă nu trebuie efectuată nici o lucrare sau trebuie întreruptă orice activitate în desfăşurare, lăsând zona în siguranţă.

9.3.2. Lucru fără tensiune

În zona de lucru o instalaţie electrică fără tensiune este într-o zonă precis delimitată.
Zona se află în securitate dacă avem îndeplinite următoarele condiţii:

a) separarea electrică;
b) asigurarea împotriva realimentării;
c) verificarea dacă instalaţia este fără tensiune;
d) legarea la pământ şi în scurtcircuit;
e) protecţia împotriva pieselor sub tensiune din vecinătate.

Autorizaţia de începere a lucrului trebuie dată de responsabilul de exploatare sau de responsabilul de lucrări. Orice persoană care participă la aceste lucrări trebuie să fie calificată sau trebuie supravegheată de o persoană calificată.

9.3.2.1. Separarea electrică (deconectare completă)
Partea instalaţiei la care trebuie efectuată lucrarea trebuie separată de toate sursele de alimentare. Separarea trebuie realizată vizibil, prin distanţă în aer sau prin izolaţie echivalentă sigură.

9.3.2.2. Securizarea împotriva realimentării
Toate dispozitivele de întrerupere care au fost utilizate pentru separarea instalaţiei electrice pe zona de lucru trebuie securizate împotriva oricărei posibilităţi de realimentare, de preferinţă prin blocarea mecanismului de manevrare.
În absenţa posibilităţilor de blocare mecanică trebuie luate măsuri echivalente de interdicţie, conform practicii obişnuite pentru prevenirea realimentării.
Trebuie afişate avertismente pentru interzicerea oricărei intervenţii.
Atunci când se utilizează dispozitive de telecomandă pentru securizarea împotriva realimentării, trebuie făcută imposibilă acţionarea locală a acestor dispozitive.

9.3.2.3. Verificarea că instalaţia electrică nu este sub tensiune
Absenţa tensiunii trebuie verificată pe toate fazele instalaţiei electrice pe zona de lucru.
Lipsa tensiunii la părţile instalaţiei care nu au fost separate trebuie verificată conform procedurilor.

9.3.2.4. Legarea la pământ şi în scurtcircuit
9.3.2.4.1 Pe zona de lucru toate părţile pe care trebuie realizată lucrarea trebuie legate la pământ şi în scurtcircuit.
Echipamentele sau dispozitivele de legare la pământ şi în scurtcircuit trebuie legate în primul rând la punctul de legare la pământ şi apoi în scurtcircuit.
Echipamentele sau dispozitivele de legare la pământ şi în scurtcircuit trebuie să fie vizibile şi de câte ori este posibil să se afle la începutul zonei de lucru. În caz contrar legările la pământ trebuie amplasate pe cât posibil în zona de lucru.
Dacă există risc de diferenţe de potenţial în instalaţie trebuie luate măsuri corespunzătoare în zona de lucru cum sunt echipotenţializarea şi/sau legarea la pământ.
În toate cazurile cablurile şi conductoarele de legare la pământ şi în scurtcircuit şi de echipotenţializare trebuie să fie omologate şi să aibă o dimensiune adecvată pentru curentul de scurtcircuit al instalaţiei în care sunt instalate.

9.3.2.4.2. Pentru instalaţiile de tensiune joasă şi foarte joasă, legarea la pământ şi în scurtcircuit poate să nu fie necesară, cu excepţia cazului când există riscul repunerii sub tensiune a instalaţiilor, de exemplu:

- linii aeriene care se încrucişează cu alte linii sau sunt influenţate electric;
- prin grup de intervenţie (siguranţă).

9.3.2.5. Protecţia împotriva pieselor sub tensiune din vecinătate
Atunci când părţile unei instalaţii electrice din vecinătatea unei zone de lucru nu pot fi scoase de sub tensiune, sunt necesare măsuri de prevedere speciale, suplimentare care trebuie aplicate înainte de începerea lucrului aşa cum se precizează la 9.3.4.

9.3.2.6. Autorizarea de începere a lucrului
Autorizarea din partea responsabilului de exploatare este o condiţie necesară.
Autorizarea de începere a lucrărilor trebuie dată lucrătorilor numai de responsabilul de lucrări şi numai când au fost luate măsurile precizate la 9.3.2.1. până la 9.3.2.5..

9.3.2.7. Repunerea sub tensiune după lucru
După terminarea lucrării şi realizarea verificărilor persoanele care nu mai sunt necesare trebuie informate că lucrarea s-a sfârşit şi nici o activitate nu mai este permisă şi că trebuie să părăsească zona de lucru.

Uneltele, echipamentele şi dispozitivele utilizate în timpul lucrării trebuie îndepărtate.
După aceste acţiuni premergătoare trebuie aplicată procedura de repunere sub tensiune.
Toate echipamentele şi/sau dispozitivele de legare la pământ şi de securitate pe zona de lucru trebuie îndepărtate.
Începând de la zona de lucru şi mergând spre exterior echipamentele şi/sau dispozitivele de legare la pământ care au fost utilizate în instalaţia electrică trebuie îndepărtate progresiv şi toate sistemele de blocare sau alte dispozitive care au fost utilizate pentru a împiedica realimentarea trebuie de asemenea îndepărtate.
Semnalizarea utilizată pentru lucrări trebuie îndepărtată.
Atunci când una din măsurile luate pentru punerea instalaţiei în securitate în vederea lucrului a fost anulată, această parte a instalaţiei trebuie considerată ca fiind sub tensiune.
Când responsabilul lucrării constată că instalaţia electrică este pregătită pentru a fi realimentată, el trebuie să adreseze responsabilului de exploatare o notificare precizând că lucrarea este terminată şi că instalaţia este pregătită pentru a fi pusă sub tensiune.

9.3.3. **Lucru sub tensiune**
9.3.3.1. Generalităţi

9.3.3.1.1. Pe perioada executării procedurilor de lucru sub tensiune, lucrătorii intră în atingere cu piese neizolate sub tensiune sau pătrund în zona de lucru sub tensiune, fie cu o parte a corpului lor fie cu unelte, echipamente sau dispozitive pe care le manevrează.
Procedurile de lucru sub tensiune trebuie aplicate numai după ce au fost înlăturate riscurile de incendiu şi de explozie.

9.3.3.1.2. Trebuie luate măsuri de prevedere pentru a se asigura un amplasament stabil care îi permite muncitorului să aibă ambele mâini libere.

9.3.3.1.3. Personalul trebuie să poarte echipamente individuale de protecţie omologate. El nu trebuie să poarte nici un obiect metalic (exemplu o bijuterie personală).

9.3.3.1.4. Personalul care lucrează trebuie calificat şi în mod special pregătit suplimentar în funcţie de tipul de lucru.
Lucrul sub tensiune necesită utilizarea procedurilor specifice (vezi 9.3.3.). Trebuie să respecte instrucţiunile pentru întreţinerea uneltelor, echipamentelor.

9.3.3.2. Menţinerea aptitudinii personalului.
Aptitudinea de realizare a lucrărilor sub tensiune în securitate trebuie menţinute prin practică sau printr-un nou curs de pregătire.
Se recomandă revizuirea valabilităţii autorizaţiei de lucru sub tensiune de câte ori este necesar, conform nivelului de aptitudine a personalului în cauză.

9.3.3.3. Metode de lucru
În prezent există două metode de lucru recunoscute care depind de poziţia lucrătorului în raport cu piesele sub tensiune şi de mijloacele utilizate pentru protecţia împotriva şocurilor electrice şi a scurtcircuitelor.

9.3.3.3.1. Lucru la distanţă
Metoda de lucru sub tensiune în care lucrătorul rămâne la o distanţă specificată faţă de piesele sub tensiune şi lucrează cu ajutorul prăjinilor electroizolate.

9.3.3.3.2 Lucru sub tensiune
Metodă de lucru sub tensiune în care lucrătorul a căror mâini sunt protejate din punct de vedere electric cu mănuşi electroizolate şi eventual cu manşoane electroizolante, lucrează în atingere mecanică directă cu piesele sub tensiune.
Utilizarea mănuşilor electroizolante nu exclude utilizarea echipamentului de protecţie individuală şi a uneltelor electroizolante.

9.3.3.4. Condiţii de lucru
În funcţie de condiţiile de lucru se definesc reguli care trebuie respectate conform 9.3.3.
Ele stabilesc proceduri care trebuie aplicate pentru lucru ţinând seama de pregătire cât şi de uneltele, dispozitivele şi echipamentele care se utilizează.

9.3.3.5. Unelte, echipamente şi dispozitive
Pentru uneltele, dispozitivele şi echipamentele folosite trebuie specificate caracteristicile lor, modul de utilizare, depozitare, întreţinere, transport şi verificare. Ele trebuie clar identificate.
Specificaţiile trebuie făcute într-o fişă tehnică.

9.3.3.6. Condiţii de mediu
Pentru lucru în exterior trebuie luate în considerare diverse condiţii atmosferice cum sunt: precipitaţiile, ceaţă densă, furtună, vânt puternic, temperatură foarte scăzută, etc.
Lucru sub tensiune trebuie interzis sau întrerupt în caz de ploaie puternică, slabă vizibilitate sau când lucrătorii nu pot manevra cu uşurinţă uneltele.
Pentru lucrul în interiorul amplasamentelor nu este necesar să fie luate în considerare condiţiile atmosferice dacă nu există riscul supratensiunilor care pot proveni de la instalaţiile exterioare conectate şi dacă în zona de lucru vizibilitatea este corespunzătoare.

9.3.3.7. Organizarea lucrării
9.3.3.7.1. Pregătirea lucrării
Pregătirea trebuie făcută în scris în avans dacă lucrarea este complexă.

9.3.3.7.2. Rolul persoanei responsabile de lucrări
Persoana responsabilă de lucrări trebuie să informeze responsabilul de exploatare asupra felului lucrării şi a locului în instalaţie în care urmează să se desfăşoare lucrarea.
Înainte de începerea lucrării trebuie explicat lucrătorilor în ce constă lucrarea, care sunt aspectele de securitate, care este rolul fiecăruia dintre ei şi care sunt uneltele şi echipamentele care trebuie utilizate.
Gradul de supraveghere trebuie să corespundă complexităţii lucrărilor şi să fie adecvat nivelului de tensiune.
Persoana responsabilă de lucrări trebuie să ţină seama de condiţiile de mediu din zona de lucru.
Autorizaţia de începere a lucrării trebuie dată lucrătorilor numai de către responsabilul de lucrare.
La sfârşitul lucrării persoana responsabilă de lucrare trebuie să informeze persoana responsabilă cu instalaţia electrică asupra lucrărilor efectuate.
Dacă lucrul a fost întrerupt, trebuie luate măsuri de securitate corespunzătoare şi persoana cu responsabilitatea instalaţiei electrice trebuie informată.

9.3.3.8. Prescripţii specifice pentru instalaţii de tensiune foarte joasă
Pentru instalaţiile TFJS lucrul la părţile sub tensiune este autorizat fără măsuri de prevedere împotriva atingerilor directe dar trebuie luate măsuri de prevenire împotriva scurtcircuitelor.

9.3.3.9. Prescripţii specifice instalaţiilor de joasă tensiune
Pentru instalaţii de tensiune joasă (până la 1000 V tensiune alternativă şi 1500 V tensiune continuă) protejate împotriva supracurenţilor şi a scurtcircuitelor, singurele prescripţii sunt de a se utiliza prelate

electroizolante împotriva părţilor active adiacente, unelte electroizolante sau electroizolate şi un echipament individual de protecţie adecvat.
În situaţia în care curentul de scurtcircuit poate atinge o valoare periculoasă se aplică prescripţiile generale (de la 9.4.3.1. până la 9.4.3.6.).
Supravegherea nu este obligatorie. Atunci când lucrarea este realizată de o singură persoană lucrătorul trebuie să fie capabil să ţină seama de toate riscurile care pot apărea şi să le depăşească.

9.3.3.10. Lucrări specifice sub tensiune
Lucrările cum sunt: curăţarea, pulverizarea şi îndepărtarea depunerilor de gheaţă de pe izolatoare trebuie să se efectueze conform procedurilor specifice de lucru.
Personalul angajat pentru efectuarea acestor lucrări trebuie să fie calificat.

9.3.4. **Lucrul în vecinătatea pieselor sub tensiune**
Lucrul în vecinătatea pieselor sub tensiune trebuie executat conform procedurilor tehnice de lucru stabilite de persoana responsabilă cu instalaţia electrică.

9.3.4.1. Generalităţi
9.3.4.1.1. Lucrările în vecinătatea pieselor sub tensiune cu tensiuni nominale mai mari de 50 V în tensiune alternativă sau 120 V tensiune continuă nu trebuie realizate decât atunci când măsurile de securitate garantează că piesele sub tensiune nu pot fi atinse sau că zona de lucru sub tensiune nu poate fi atinsă.

9.3.4.1.2. Pentru a controla pericolele electrice în apropierea pieselor sub tensiune se poate asigura o protecţie prin ecrane, bariere, carcase sau prelate electroizolante.
Dacă aceste metode nu pot fi puse în aplicare, poate fi asigurată o protecţie prin menţinerea unei distanţe de securitate.
Distanţa în aer care defineşte limita exterioară a zonei de vecinătate pentru tensiunea nominală a reţelei mai mică de 1 kV este de 300 mm.

9.3.4.1.3. Trebuie să existe asigurarea că lucrătorul este într-o poziţie stabilă care îi permite să aibă ambele mâini libere.

9.3.4.1.4. Înainte de începerea lucrării persoana cu responsabilitatea lucrărilor trebuie să furnizeze instrucţiuni personalului, asupra menţinerii distanţelor de securitate, asupra măsurilor de securitate care au fost luate şi asupra necesităţii unui comportament responsabil faţă de măsurile de securitate.
Limita zonei de lucru trebuie precizată şi definită clar.

9.3.4.1.5. Zona de lucru trebuie să fie marcată prin bariere, corzi, steguleţe, lămpi şi semnalizări corespunzătoare.
Tablourile sub tensiune din încăperea alăturată trebuie de asemenea indicate prin mijloace suplimentare, foarte vizibile, de exemplu semne de avertizare clare, fixe în faţa uşilor.

9.3.4.1.6. În zona de lucru, lucrătorul trebuie să se asigure care sunt mişcările pe care poate să le facă cu o parte a corpului său, cu uneltele pe care le manevrează astfel încât să nu atingă zona de lucru sub tensiune.
Trebuie acordată o atenţie specială la manevrarea unor unelte de lucru de lungimi mari (unelte, extremităţi de cabluri, tuburi, scări etc.).

9.3.4.2. Protecţia prin ecrane, bariere, carcase sau prelate electroizolante.
9.3.4.2.1. Aceste dispozitive de protecţie trebuie alese şi instalate pentru a asigura protecţia împotriva solicitărilor electrice şi mecanice previzibile.

9.3.4.2.2. Atunci când dispozitivele de protecţie sunt instalate în interiorul zonei de lucru sub tensiune trebuie să se aplice procedurile de lucru în afara tensiunii sau procedurile de lucru sub tensiune.

9.3.4.2.3. Atunci când dispozitivele de protecţie sunt instalate în exteriorul zonei de lucru sub tensiune ele trebuie montate fie aplicând procedurile de lucru sub tensiune, fie utilizând dispozitive care împiedică personalul care le instalează să pătrundă în zona de lucru sub tensiune.
Dacă este necesar trebuie utilizate procedurile de lucru sub tensiune.

9.3.4.2.4. În situaţia în care procedurile precedente de lucru sunt îndeplinite, lucru în zona din vecinătate poate fi realizat prin utilizarea procedurilor normale de către persoane calificate.

9.3.4.3. Protecţie prin distanţă de securitate şi supraveghere
Atunci când se utilizează protecţia prin distanţă de securitate şi supraveghere această metodă de lucru trebuie să cuprindă cel puţin:
- menţinerea distanţei de securitate;
- desemnarea personalului responsabil pentru efectuarea lucrării;
- procedurile pentru evitarea pătrunderii în zona de lucru sub tensiune pe perioada lucrărilor.

9.4. Proceduri de întreţinere
9.4.1. Generalităţi

9.4.1.1. Scopul întreţinerii este de a conserva instalaţia electrică în condiţiile cerute.
Întreţinerea poate consta în:
- „întreţinere preventivă" care se realizează sistematic în intenţia de a prevenii defectările şi de a conserva echipamentul în condiţie bună;

sau
- „întreţinere corectivă" care este realizată pentru repararea sau înlocuirea unei părţi defecte.

9.4.1.2. Există două tipuri de lucrări de întreţinere:
- lucrări în cursul cărora riscul de şoc electric, de scurtcircuit sau de arc electric este prezent şi în consecinţă trebuie aplicate procedurile de lucru corespunzătoare;
- lucrări pentru care proiectarea echipamentului permite ca o anumită întreţinere (de exemplu înlocuirea fuzibilului siguranţelor sau a lămpilor pentru iluminat) să se realizeze fără a fi necesar să se aplice în totalitate procedurile de lucru.

9.4.2. Personalul
9.4.2.1. Toate procedurile de întreţinere care trebuie aplicate trebuie aprobate mai înainte de responsabilul de exploatare.

9.5.2.2. Atunci când sunt efectuate lucrări de întreţinere la o instalaţie electrică trebuie precizat:
- partea din instalaţie asupra căreia se face intervenţia;
- responsabilul de întreţinere.

9.4.2.3. Personalul care trebuie să realizeze lucrarea trebuie să fie calificat pentru activitatea de efectuat şi să fie competent pentru sarcina de îndeplinit.
El trebuie să fie echipat şi să utilizeze dispozitive de măsurare şi de încercare şi să utilizeze echipamente individuale de protecţie corespunzătoare.

9.4.2.4. Trebuie luate toate măsurile de securitate pentru protecţia persoanelor, animalelor şi a bunurilor.

9.4.3. Lucrări de reparaţie

Lucrările de reparaţii pot cuprinde următoarele etape:

- localizarea defectului;
- eliminarea defectului şi/sau înlocuirea defectelor;
- reinstalarea părţii reparate în instalaţie.

9.4.3.1. Încercările funcţionale, verificările corespunzătoare şi reglajele necesare trebuie realizate pentru a exista asigurarea că toate părţile reparate ale instalaţiei sunt corespunzătoare pentru a fi puse sub tensiune.

9.4.4. **Lucrări de înlocuire**

9.4.4.1. Lucrările de înlocuire a fuzibilelor siguranţelor.

Ca regulă generală, înlocuirea fuzibilelor siguranţelor trebuie realizată fără tensiune, dar se poate face şi sub tensiune dacă există o procedură în acest sens.

9.4.4.2. Înlocuirea lămpilor şi a accesoriilor

Când este necesară înlocuirea lămpilor şi a accesoriilor demontabile acestea trebuie realizate fără tensiune.

Înlocuirea poate fi realizată sub tensiune de către o persoană obişnuită dacă echipamentul prezintă o protecţie completă împotriva atingerii directe.

9.4.5. Întrerupere temporară

În caz de întrerupere temporară a lucrării de întreţinere, persoana responsabilă de lucrare trebuie să ia toate măsurile necesare pentru a împiedica accesul la piesele sub tensiune neizolate şi orice manevră neautorizată la instalaţia electrică.

Dacă este necesar trebuie informată persoana responsabilă de exploatarea instalaţiei electrice.

9.4.6. Terminarea lucrărilor de întreţinere

La terminarea lucrărilor de întreţinere responsabilul cu lucrările de întreţinere trebuie să predea instalaţia persoanei responsabile de exploatarea instalaţiei electrice.

Starea instalaţiei electrice la repunerea în funcţiune trebuie notificată responsabilului de exploatare.

CAPITOLUL 10.
BIBLIOGRAFIE

10.1. Standarde referinţă

Pentru actualizarea listei standardelor de referinţă se va consulta periodic Buletinul ASRO şi Catalogul standardelor române.

1.	**SR HD 21 (standard pe părţi)**	Conductoare şi cabluri izolate cu policlorură de vinil de tensiune nominală până la 450/750 V,inclusiv
2.	**SR HD 22 (standard pe părţi)**	Conductoare şi cabluri izolate cu materiale reticulate de tensiune nominală până la 450/750 V inclusiv
3.	**SR EN 81-72:2004**	Reguli de securitate pentru execuţia şi montarea ascensoarelor. Aplicaţii particulare pentru ascensoare de persoane si materiale. Partea 72: Ascensoare de pompieri
4.	**SR 234:2008**	Branşamente electrice. Prescripţii generale de proiectare şi executare
5.	**SR HD 193 S2:2002**	Domenii de tensiuni pentru instalaţiile electrice în construcţii
6.	**SR HD 308 S2:2002**	Identificarea conductoarelor cablurilor şi cordoanelor flexibile
7.	**SR HD 361 S3:2002+A1:2007**	Sisteme de identificare a cablurilor
8.	**SR HD 384.3 S2:2004**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 3: Determinarea caracteristicilor generale
9.	**SR HD 384.4.42 S1:2004 + A1:2004+A2:2004**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 4: Măsuri de protecţie pentru asigurarea securităţii. Capitolul 42: Protecţia împotriva efectelor termice
10.	**SR HD 384.4.43 S2:2004**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 4: Protecţie pentru asigurarea securităţii. Capitolul 43: Protecţie împotriva supracurenţilor
11.	**SR HD 384.4.473 S1:2004**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 4: Măsuri de protecţie pentru asigurarea securităţii. Capitolul 47: Utilizarea măsurilor de protecţie pentru asigurarea securităţii. Secţiunea 473: Măsuri de protecţie împotriva supracurenţilor
12.	**SR HD 384.4.482 S1:2003**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 4: Protecţia pentru asigurarea securităţii. Capitolul 48: Alegerea măsurilor de protecţie în funcţie de influenţele externe. Secţiune 482: Protecţia împotriva incendiului în amplasamente cu riscuri
13.	**SR HD 384.5.52 S1:2004 + A1:2004**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 5: Alegerea şi montarea echipamentelor electrice. Capitolul 52: Sisteme de pozare
14.	**SR HD 384.5.523 S2:2003**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 5: Alegerea şi instalarea echipamentelor electrice. Secţiunea 523: Curenţi admisibili în sisteme de pozare
15.	**SR HD 384.5.537 S2:2003**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 5: Alegerea şi instalarea echipamentelor electrice. Capitolul 53: Aparataj. Secţiunea 537: Dispozitive de secţionare şi comandă
16.	**SR HD 384.5.56 S1:2003**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 5: Alegerea şi instalarea echipamentelor electrice. Capitolul 56: Alimentare pentru servicii de securitate
17.	**SR HD 384.5.551 S1:2003**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 5: Alegerea şi instalarea echipamentelor electrice. Capitolul 55: Alte echipamente. Secţiunea 551: Grupuri generatoare de joasă tensiune
18.	**SR HD 384.7.702 S2:2004**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 7: Reglementări pentru instalaţii şi amplasamente speciale. Secţiunea 702: Piscine şi alte bazine
19.	**SR HD 384.7.708 S2:2005**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 7: Prescripţii pentru instalaţii şi amplasamente speciale. Secţiunea 708: Instalaţii electrice pentru campinguri
20.	**SR HD 384.7.711 S1:2004**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 7-711: Reguli pentru instalaţii şi amplasamente speciale. Expoziţii, spectacole şi standuri
21.	**SR HD 384.7.753 S1:2003**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 7: Prescripţii pentru instalaţii şi amplasamente speciale. Secţiunea 753: Sisteme de încălzire în pardoseală sau tavan
22.	**SR HD 384.7.754 S1:2006**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 7: Prescripţii pentru instalaţii şi amplasamente speciale. Secţiunea 754: Instalaţii electrice pentru rulote sau autorulote
23.	**SR HD 516 S2:2002 +A1:2004+A2:2009**	Ghid de utilizare a cablurilor de joasă tensiune armonizate

24.	**SR HD 603 S1:2001 +A1:2002+A2:2004+A3:2007**	Cabluri de distribuţie de tensiune nominală 0,6/1 kV
25.	**SR EN 1648-1:2005**	Vehicule de locuit pentru timpul liber. Instalaţii electrice de foarte joasă tensiune de 12 V în curent continuu. Partea 1: Rulote
26.	**SR EN 1648-2:2005**	Vehicule de locuit pentru timpul liber. Instalaţii electrice de foarte joasă tensiune de 12 V în curent continuu. Partea 2: Autorulote
27.	**SR EN 1838:2003**	Aplicaţii ale iluminatului. Iluminatul de siguranţă
28.	**STAS 2612-87**	Protecţia împotriva electrocutărilor. Limite admise
29.	**SR ISO 3864-1:2009**	Simboluri grafice. Culori şi semne de securitate. Partea 1: Principii de proiectare pentru semne de securitate in locurile de munca si in zonele publice
30.	**STAS 6865-89**	Conductoare cu izolaţie de PVC pentru instalaţii electrice fixe
31.	**STAS 7944-79**	Bare conductoare de curent. Curenţi maximi admisibili de durată. Prescripţii
32.	**STAS 9436 (standard pe părţi)**	Cabluri şi conducte electrice. Clasificarea şi simbolizarea.
33.	**ISO 8528 (standard pe parti)**	Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets
34.	**SR ISO 8528-1:2010**	Grupuri electrogene de curent alternativ antrenate de motoare cu ardere internă cu mişcare alternativă. Partea 1: Aplicaţii, caracteristici şi performanţe
35.	**SR ISO 8528-10:2003**	Grupuri electrogene de curent alternativ antrenate de motoare cu ardere internă cu mişcare alternativă. Partea 10: Măsurarea zgomotului aerian prin metoda suprafeţei înfăşurătoare
36.	**SR EN 12101-10:2006+AC :2007**	Sisteme pentru controlul fumului şi al gazelor fierbinţi. Partea 10:Echipamente de alimentare cu energie
37.	**SR 12294:1993**	Iluminatul artificial. Iluminatul de siguranţă în industrie
38.	**SR EN 12601:2002**	Grupuri electrogene acţionate de motoare cu ardere internă cu mişcare alternativă. Securitate
39.	**SR EN 12845+A2:2009**	Instalaţii fixe de luptă împotriva incendiului. Sisteme automate de stingere tip sprinkler. Dimensionare, instalare şi întreţinere
40.	**SR EN 50085 (standard pe părţi)**	Sisteme de jgheaburi şi de tuburi profilate pentru instalaţii electrice
41.	**SR EN 50086 (standard pe părţi)**	Sisteme de tuburi de protecţie pentru instalaţii electrice
42.	**SR EN 50107 (standard pe parti)**	Instalaţii de reclame si tuburi luminoase cu descărcare, funcţionând la o tensiune nominala de ieşire , in gol, fără sarcină, cuprinsa intre1kV şi 10 kV.
43.	**SR EN 50110-1:2005**	Exploatarea instalaţiilor electrice
44.	**SR EN 50160:2007**	Caracteristici ale tensiunii în reţele electrice
45.	**SR EN 50164 (standard pe părţi)**	Componente de protecţie împotriva trăsnetului (CPT).
46.	**SR EN 50200:2007**	Metodă de încercare pentru rezistenţa la foc a cablurilor de mici dimensiuni fără protecţie utilizate în circuite de urgenţă
47.	**SR EN 50266 (standard pe părţi)**	Metode comune de încercare a cablurilor supuse la foc. Încercare de rezistenţă la propagarea verticală a flăcării pe conductoare sau cabluri în mănunchi în poziţie verticală
48.	**SR EN 50267 (standard pe părţi)**	Metode de încercare uzuale pentru cabluri în condiţii de foc. Încercări asupra gazelor emise în timpul combustiei materialelor din cabluri
49.	**SR EN 50272-2:2003**	Prescripţii de securitate pentru acumulatoare şi instalaţii pentru baterii. Partea 2: Baterii staţionare
50.	**SR EN 50274:2003**	Ansambluri de aparataj de joasă tensiune. Protecţia împotriva şocurilor electrice. Protecţia împotriva contactului direct involuntar cu părţi active periculoase
51.	**SR EN 50362:2004**	Metodă de încercare a rezistenţei la foc a cablurilor de comandă şi de energie cu dimensiuni mari, neprotejate pentru utilizare în circuitele de alarmă
52.	**SR HD 472 S1:2002 + A1:2002**	Tensiuni nominale ale reţelelor electrice de distribuţie publică de joasă tensiune
53.	**SR CEI 60050-195:2006 + A1:2006**	Vocabular Electrotehnic Internaţional. Partea 195: Legare la pământ şi protecţie împotriva şocurilor electrice
54.	**SR CEI 60050-826:2006**	Vocabular Electrotehnic Internaţional. Partea 826: Instalaţii electrice
55.	**SR EN 60065:2003 + A1:2006+ A11:2009**	Aparate electronice audio, video şi similare. Cerinţe de securitate
56.	**SR EN 60079 (standard pe părţi)**	Aparatură electrică pentru atmosfere explozive gazoase
57.	**SR EN 60204-1:2007+A1:2009**	Securitatea maşinilor. Echipamentul electric al maşinilor. Partea 1 : Cerinţe generale

58.	**SR EN 60228:2005**	Conductoare pentru cabluri izolate
59.	**SR EN 60269 (standard pe părţi)**	Siguranţe fuzibile de joasă tensiune
60.	**SR CEI 60287-1-1 + A1:2001**	Cabluri electrice. Calculul intensităţii admisibile a curentului. Partea 1: Ecuaţiile intensităţii admisibile a curentului (factor de încărcare 100%) şi calculul pierderilor. Secţiunea 1: Generalităţi
61.	**SR EN 60309-1:2001 + A1:2007**	Prize de curent pentru uz industrial. Partea 1: Reguli generale
62.	**SR EN 60309-2:2002 +A1:2004**	Prize de curent pentru uz industrial. Partea 2: Prescripţii de interschimbabilitate dimensională pentru aparate cu ştifturi şi teci
63.	**CEI 60331-11:1999**	Tests for electric cables under fire conditions - Circuit integrity - Part 11: Apparatus - Fire alone at a flame temperature of at least 750 °C
64.	**CEI 60331-21:1999**	Tests for electric cables under fire conditions - Circuit integrity - Part 21: Procedures and requirements - Cables of rated voltage up to and including 0,6/1,0 kV
65.	**SR EN 60332 (standard pe părţi)**	Încercări ale cablurilor electrice şi cu fibre optice supuse la foc.
66.	**SR EN 60335-2-41:2004+A1:2004 + A2.2010**	Aparate electrice de uz casnic şi scopuri similare. Securitatea. Partea 2-41: Prescripţii particulare pentru pompe.
67.	**SR EN 60335-2-71:2004 +A1:2007**	Aparate electrice pentru uz casnic şi scopuri similare. Securitate. Partea 2-71: Prescripţii particulare pentru aparate electrice de încălzit destinate reproducerii şi creşterii animalelor
68.	**SR EN 60335-2-53:2004+A1:2007**	Aparate electrice pentru uz casnic şi scopuri similare. Securitate. Partea 2-53: Prescripţii particulare pentru aparate de încălzit sauna
69.	**SR EN 60335-2 96:2004+ A1:2004+A2:2009**	Aparate electrice de uz casnic şi scopuri similare. Securitatea. Partea 2-96: Prescripţii particulare pentru elemente de încălzit flexibiletip folie pentru încălzirea camerelor.
70.	**SR EN 60335-2-105:2005 + A1:2008**	Aparate electrice pentru uz casnic şi scopuri similare. Securitate. Partea 2-105: Prescripţii particulare pentru cabine de duş multifuncţionale
71.	**SR HD 60364-1:2009**	Instalaţii electrice de joasă tensiune. Partea 1: Principii fundamentale, determinarea caracteristicilor generale, definiţii
72.	**SR HD 60364-4-41:2007**	Instalaţii electrice de joasă tensiune. Partea 4: Măsuri de protecţie pentru asigurarea securităţii. Capitolul 41: Protecţia împotriva şocurilor electrice
73.	**SR CEI 60364-4-44:2005**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 4-44: Protecţie pentru asigurarea securităţii. Protecţie împotriva perturbaţiilor de tensiune şi perturbaţiilor electromagnetice
74.	**SR HD 60364-4-443:2007**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 4-44: Protecţie pentru asigurarea securităţii. Protecţie împotriva perturbaţiilor de tensiune şi a perturbaţiilor electromagnetice. Articolul 443: Protecţie împotriva supratensiunilor de origine atmosferică sau de comutaţie
75.	**SR HD 60364-5-51:2010**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 5-51: Alegerea şi montarea echipamentelor electrice. Reguli generale
76.	**SR CEI 60364-5-53:2005**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 5-53: Alegerea şi instalarea echipamentelor electrice. Secţionare, întrerupere şi comandă
77.	**SR HD 60364-5-534:2009**	Instalaţii electrice de joasă tensiune. Partea 5-53: Alegerea şi instalarea echipamentelor electrice. Secţionare, întrerupere şi comandă. Articolul 534: Dispozitive de protecţie împotriva supratensiunilor
78.	**SR HD 60364-5-54:2007**	Instalaţii electrice de joasă tensiune. Partea 5-54: Alegerea şi montarea echipamentelor electrice. Sisteme de legare la pământ, conductoare de protecţie şi conductoare de echipotenţializare
79.	**SR HD 60364-5-56:2010**	Instalaţii electrice de joasă tensiune. Partea 5-56: Alegerea şi instalarea echipamentelor electrice. Servicii de securitate
80.	**SR HD 60364-5-551:2010**	Instalaţii electrice de joasă tensiune. Partea 5-55: Alegerea şi instalarea echipamentelor electrice. Alte echipamente. Articolul 551:Grupuri generatoare de joasă tensiune
81.	**SR HD 60364-5-559:2006**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 5-55: Alegerea şi instalarea echipamentelor electrice. Alte echipamente. Articolul 559: Corpuri şi instalaţii de iluminat
82.	**SR HD 60364-6:2007**	Instalaţii electrice de joasă tensiune. Partea 6: Verificare
83.	**SR HD 60364-7-701:2007**	Instalaţii electrice de joasă tensiune. Partea 7-701: Prescripţii pentru instalaţii sau amplasamente speciale. Încăperi cu cadă de baie sau duş
84.	**SR HD 60364-7-703:2005**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 7-703: Prescripţii pentru instalaţii sau amplasamente speciale. Încăperi şi cabine prevăzute cu

		încălzitoare pentru saune
85.	**SR HD 60364-7-704:2007**	Instalaţii electrice de joasă tensiune. Partea 7-704: Prescripţii pentru instalaţii sau amplasamente speciale. Instalaţii pentru şantiere de construcţii şi de demolare
86.	**SR HD 60364-7-705:2007**	Instalaţii electrice de joasă tensiune. Partea 7-705: Prescripţii pentru instalaţii sau amplasamente speciale. Construcţii din agricultură şi horticultură
87.	**SR HD 60364-7-706:2007**	Instalaţii electrice de joasă tensiune. Partea 7-706: Prescripţii pentru instalaţii sau amplasamente speciale. Incinte electroconductoare înguste
88.	**SR HD 60364-7-708:2010**	Instalaţii electrice de joasă tensiune. Partea 7-708: Prescripţii pentru instalaţii şi amplasamente speciale. Campinguri, parcuri de rulote şi amplasamente similare
89.	**SR HD 60364-7-709:2010**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 7: Prescripţii pentru instalaţii şi amplasamente speciale. Secţiunea 709: Porturi de ambarcaţii şi amplasamente similare
90.	**SR CEI 60364-7-710:2005**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 7: Prescripţii pentru instalaţii sau amplasamente speciale. Secţiunea 710: Amplasamente pentru utilizări medicale
91.	**SR HD 60364-7-712:2005**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 7-712: Prescripţii pentru instalaţii şi amplasamente speciale. Sisteme de alimentare cu energie solară fotovoltaică (PV)
92.	**SR CEI 60364-7-713:2005**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 7: Prescripţii pentru instalaţii şi amplasamente speciale. Secţiunea 713: Mobilier
93.	**SR HD 60364-7-717:2010**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 7-717: Prescripţii pentru instalaţii speciale sau amplasamente speciale. Unităţi mobile sau transportabile
94.	**SR HD 60364-7-721:2010**	Instalaţii electrice de joasă tensiune. Partea 7-721: Prescripţii pentru instalaţii şi amplasamente speciale. Instalaţii electrice pentru rulote şi autorulote
95.	**SR HD 60364-7-740:2007**	Instalaţii electrice în construcţii. Partea 7-740: Prescripţii pentru instalaţii sau amplasamente speciale. Instalaţii electrice temporare pentru structuri, dispozitive pentru agrement şi barăci din bâlciuri, parcuri de distracţii şi circuri
96.	**CEI 60417-DB (bază de date)**	Graphical symbols for use on equipment
97.	**SR EN 60423:2008**	Sisteme de tuburi de protecţie pentru sisteme de cablare. Diametre exterioare ale tuburilor de protecţie pentru instalaţii electrice şi filete pentru tuburi de protecţie şi accesorii
98.	**SR EN 60439 (standard pe părţi)** **SR EN 61439 (standard pe părţi)**	Ansambluri de aparataj de joasă tensiune Ansambluri de aparataj de joasă tensiune
99.	**SR CEI 60502-1:2006**	Cabluri de energie cu izolaţie extrudată şi accesoriile lor pentru tensiuni nominale de la 1 kV (Um = 1,2 kV) până la 30 kV (Um = 36 kV). Partea 1: Cabluri pentru tensiuni nominale de 1 kV (Um = 1,2 kV) şi 3 kV (Um = 3,6 kV)
100.	**SR EN 60529:1995 + A1:2003**	Grade de protecţie asigurate prin carcase (Cod IP)
101.	**SR EN 60598 (standard pe părţi)**	Corpuri de iluminat
102.	**SR EN 60601-1-1:2003**	Aparate electromedicale. Partea 1-1: Cerinţe generale de securitate. Standard colateral: Cerinţe de securitate pentru sisteme electromedicale
103.	**SR CEI 60755+A1+A2:1995**	Reguli generale pentru dispozitivele de protecţie la curent diferenţial rezidual
104.	**SR EN 60670-1:2005**	Cutii şi carcase pentru aparate electrice pentru instalaţii electrice de uz casnic şi similar. Partea 1: Reguli generale
105.	**SR EN 60670-21:2008**	Cutii şi carcase pentru aparate electrice pentru instalaţii electrice fixe de uz casnic şi similar. Partea 21: Prescripţii particulare pentru cutii şi carcase cu dispozitive de agăţare
106.	**SR EN 60670-22:2007**	Cutii şi carcase pentru aparate electrice pentru instalaţii electrice fixe de uz casnic şi similar. Partea 22: Prescripţii particulare pentru cutii şi carcase de conexiune
107.	**SR EN 60695 (standard pe părţi)**	Încercări privind riscurile de foc
108.	**SR EN 60702-1:2003**	Cabluri cu izolaţie minerală şi terminalelor lor de tensiune nominală până la 750 V. Partea 1: Cabluri
109.	**SR EN 60702-2:2003**	Cabluri cu izolaţie minerală şi terminalele lor de tensiune nominală până la 750 V. Partea 2: Terminale

110.	**CEI 60724:2008**	Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages of 1 kV (U_m = 1,2 kV) and 3 kV (U_m = 3,6 kV)
111.	**SR EN 60745 (standard pe părţi)**	Unelte electrice cu motor portabile. Securitate
112.	**SR CEI 60800:2010**	Cabluri de încălzire cu tensiunea nominală de 300/500 V pentru confort termic şi protecţie împotriva formării gheţii
113.	**SR EN 60896 (standard pe parţi)**	Baterii staţionare cu plumb-acid
114.	**SR EN 60898-1:2004 +A1:2004+ A11:2006 +A12:2009**	Aparate electrice mici. Întreruptoare automate pentru protecţia la supracurenţi pentru instalaţii casnice şi similare. Partea 1: Întreruptoare automate pentru funcţionare în curent alternativ
115.	**SR EN 60898-2:2007**	Aparate electrice mici. Întreruptoare automate pentru protecţia la supracurenţi pentru instalaţii casnice şi similare. Partea 2: Întreruptoare automate pentru funcţionare în curent alternativ şi în curent continuu
116.	**SR EN 60904-3:2008**	Dispozitive fotovoltaice. Partea 3: Principii de măsurare pentru dispozitivele fotovoltaice (PV) pentru aplicaţii terestre incluzând distribuţia radiaţiei solare standard
117.	**SR EN 60947 (standard pe părţi)**	Aparataj de joasă tensiune
118.	**SR EN 60950 (standard pe părţi)**	Echipamente pentru tehnologia informaţiei. Securitate
119.	**SR EN 61000 (standard pe părţi)**	Compatibilitate electromagnetică (CEM)
120.	**SR EN 61008-1:2004+ A11:2008 +A12:2009**	Întreruptoare automate de curent diferenţial rezidual fără protecţie incorporată la supracurenţi pentru uz casnic şi similar. Partea 1:Reguli generale .
121.	**SR EN 61009-1:2004 +A12:2009+A13:2009**	Întreruptoare automate de curent diferenţial rezidual cu protecţie incorporată la supracurenţi pentru uz casnic şi similar. Partea 1:Reguli generale
122.	**SR EN 61029 (standard pe părţi)**	Securitatea uneltelor electrice cu motor transportabile
123.	**SR EN 61034 (standard pe părţi)**	Măsurarea densităţii fumului degajat de cabluri care ard în condiţii definite
124.	**SR EN 61082-1:2007**	Elaborarea documentelor utilizate în electrotehnică. Partea 1: Reguli generale
125.	**CEI 61084 (standard pe părţi)**	Cable trunking and ducting systems for electrical installations
126.	**SR EN 61140:2002 +A1:2007**	Protecţie împotriva şocurilor electrice. Aspecte comune în instalaţii şi echipamente electrice
127.	**SR CEI 61200-53:2005**	Ghid pentru instalaţii electrice. Partea 53: Alegerea şi instalarea echipamentelor electrice. Aparataj
128.	**SR CEI 61200-704:2005**	Ghid pentru instalaţii electrice. Partea 704: Instalaţii pentru şantier
129.	**SR EN 61241-10:2005**	Aparate electrice destinate utilizării în prezenţa prafului combustibil. Partea 10: Clasificarea ariilor unde este sau poate fi prezent praf combustibil
130.	**SR EN 61334 (standard pe părţi)**	Automatizarea distribuţiei prin utilizarea de sisteme de curenţi purtători pe linii de distribuţie a energiei electrice
131.	**SR EN 61346-1:1998**	Sisteme industriale, instalaţii şi echipamente şi produse industriale. Principii de structurare şi identificări de referinţă. Partea 1: Reguli de bază
132.	**SR EN 61346-2:2004**	Sisteme industriale, instalaţii şi echipamente şi produse industriale. Principii de structurare şi identificări de referinţă. Partea 2: Clasificarea obiectelor şi coduri pentru clase
133.	**SR EN 61347-2-2:2003 +A1:2006+ A2:2007**	Aparataj pentru lămpi. Partea 2-2: Prescripţii particulare pentru convertizoare electronice coborâtoare alimentate în curent continuu sau curent alternativ pentru lămpi cu incandescenţă
134.	**SR EN 61386 (standard pe părţi)**	Sisteme de tuburi de protecţie pentru instalaţii electrice
135.	**SR EN 61537:2007**	Direcţionarea cablajului. Sisteme traseu de cabluri şi sisteme scară de cabluri
136.	**SR EN 61557 (standard pe părţi)**	Securitate electrică în reţele de distribuţie de joasă tensiune de 1, 0 kV c.a. şi 1,5 kV c.c. Dispozitive de control, de măsurare sau de supraveghere a măsurilor de protecţie
137.	**SR EN 61558-1:2006 + A1:2009**	Securitatea transformatoarelor, blocurilor de alimentare, bobinelor de reactanţă şi produselor similare. Partea 1: Prescripţii generale şi încercări
138.	**SR EN 6558-2-4:2002**	Securitatea transformatoarelor, blocurilor de alimentare şi analogice. Partea 2-4: Prescripţii particulare pentru transformatoare de separare a circuitelor de uz general
139.	**SR EN 61558-2-5:2002 +A11:2005**	Securitatea transformatoarelor, blocurilor de alimentare şi dispozitivelor analoage. Partea 2-5: Prescripţii particulare pentru transformatoare şi blocuri de alimentare pentru aparate de ras

140.	**SR EN 61558-2-6:2002**	Securitatea transformatoarelor, blocurilor de alimentare şi analogice. Partea 2-6: Prescripţii particulare pentru transformatoare de securitate de uz general
141.	**SR EN 61558-2-15:2003**	Securitatea transformatoarelor, blocurilor de alimentare şi dispozitivelor analoage. Partea 2-15: Prescripţii particulare pentru transformatoare de separare a circuitelor pentru spaţii cu utilizare medicală
142.	**SR EN 61643-11:2003 +A11:2007**	Descărcătoare de joasă tensiune. Partea 11: Descărcătoare conectate la sistemele de distribuţie de joasă tensiune. Prescripţii şi încercări
143.	**SR EN 62040 (standard pe părţi)**	Surse de alimentare neîntreruptibile (UPS)
144.	**SR CEI/TR 62066:2005**	Supratensiuni şi protecţia împotriva supratensiunilor în reţelele de joasă tensiune alternativă. Informaţii generale de bază
145.	**SR EN 62262:2004**	Grade de protecţie asigurate prin carcasele echipamentelor electrice împotriva impacturilor mecanice din exterior (cod IK)
146.	**SR EN 62305 (standard pe părţi)**	Protecţia împotriva trăsnetului
147.	**SR EN 62395-1:2007**	Sisteme de încălzire rezistivă a traseelor pentru aplicaţii industriale şi comerciale. Partea 1: Cerinţe generale şi de încercare

10.2. Acte normative

1.	**Legea nr. 10/1995**	Legea privind calitatea în construcţii, publicată în Monitorul Oficial al României nr. 12 din 24 ianuarie 1995, cu modificările ulterioare.
2.	**Legea nr. 50/1991**	Legea privind autorizarea executării lucrărilor de construcţii, republicată în Monitorul Oficial al României, nr. 933 din 13 octombrie 2004., cu complectările şi modificările ulterioare
	Hotărârea Guvernului nr. 90/2008	Hotărârea Guvernului pentru aprobarea Regulamentului privind racordarea utilizatorilor la rețelele electrice de interes public, publicată în Monitorul Oficial al României nr. 109 din 12 februarie 2008
3.	**Hotărârea Guvernului nr. 300/2006**	Hotărârea Guvernului privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru șantierele temporale sau mobile, publicată în Monitorul Oficial al României, nr.252 din 21 martie 2006, cu completările și modificările ulterioare.
4.	**Legea nr. 307/2006**	Legea privind apărarea împotriva incendiilor, publicată în Monitorul Oficial al României, nr.633 din 21 iulie 2006, cu modificările ulterioare
5.	**Legea nr. 319/2006**	Lege a securității și sănătății în muncă, publicată în Monitorul Oficial al României, nr. 646 din 26 iulie 2006
6.	**Hotărârea Guvernului nr. 1146/2006**	Hotărârea Guvernului privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru utilizarea în muncă de către lucrători a echipamentelor de muncă, publicată în Monitorul Oficial al României, nr. 815 din 03 octombrie 2006.
7.	**Hotărârea Guvernului nr. 457/2003**	Hotărârea Guvernului privind asigurarea securității utilizatorilor de echipamente electrice de joasă tensiune, republicată, în Monitorul Oficial al României, nr. 402 din 15 iunie 2007, cu modificările și completările ulterioare
9.	**Hotărârea Guvernului nr. 622/2004**	Hotărârea Guvernului privind stabilirea condițiilor de introducere pe piață a produselor pentru construcții, republicată în Monitorul Oficial al României, nr.487 din 20 iulie 2007, cu completările și modificările ulterioare
10.	**Hotărârea Guvernului nr. 971/2006**	Hotărârea Guvernului privind cerințele minime pentru semnalizarea de securitate și/sau de sănătate la locul de muncă, publicată în Monitorul Oficial al României, nr.683 din 09 august 2006.
11.	**Hotărârea Guvernului nr. 1091/2006**	Hotărârea Guvernului privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru locul de muncă, publicată în Monitorul Oficial al României, nr.739 din 30 august 2006.
12.	**Ordinul președintelui autorității naționale de reglementare în domeniul energiei nr. 34/2003**	Ordin privind aprobarea „Normativului de încercări și măsurători pentru sistemele de protecții, comandă-control și automatizări din partea electrică a centralelor și stațiilor, cod NTE 002/03/0", publicat în Monitorul Oficial al României, partea I, nr.15 din 8 ianuarie 2004.
13.	**Ordinul președintelui autorității naționale de reglementare în domeniul energiei nr. nr.7/2006**	Ordin pentru aprobarea Normei tehnice energetice (NTE), „Normativ privind metodologia de calcul al curenților de scurtcircuit în rețelele electrice cu tensiunea sub 1 kV, cod NTE 006/06/00", publicat în Monitorul Oficial al României, partea I, nr.309 din 05 aprilie 2006.

14.	**Ordinul președintelui autorității naționale de reglementare în domeniul energiei nr.38/2008**	Ordin pentru aprobarea „Normativul pentru proiectarea și executarea rețelelor de cabluri electrice, cod NTE 007/08/00, publicat în Monitorul Oficial al României, partea I, nr. 356 din 08 mai 2008.
15.	**Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 217/2005**	Normativ pentru proiectarea, executarea și exploatarea instalațiilor de stingere a incendiilor, indicativ NP 086-05, aprobat prin Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr.217/2005, publicat în Monitorul Oficial al României, partea I, nr.479 din 07 iunie 2005.
16.	**Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 176/2005**	Normativ privind proiectarea, executarea, verificarea și exploatarea instalațiilor electrice în zone cu pericol de explozie, indicativ NP 099-04, aprobat prin Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr.176/2005, cu modificările și completările ulterioare, publicat în Monitorul Oficial al României, partea I, nr. 418 din 18 mai 2005.

ANEXE

Anexa 5.1
5.1-1

LISTA DE ABREVIERI ALE INFLUENŢELOR EXTERNE

A							
Medii	AA	*Temperatură (^{0}C)*	AL	*Faună*	AM	*Tranzitorii unidirecţionale conduse la scara de timp de nanosecunde*
	AA1	-60 +5	AL1	Neglijabilă	AM-22-1	Nivel neglijabil
	AA2	-40 +5	AL2	Risc	AM-22-2	Nivel mediu
	AA3	-25 +5	AM	*Radiaţii electromagnetice ionizante*	AM-22-3	Nivel ridicat
	AA4	-5 +40			AM-22-4	Nivel foarte important
	AA5	+5 +40		*Armonici*		*Tranzitorii unidirecţionale de ordinul milisecundelor*
	AA6	+5 +60				
	AA7	-25 +55				
	AA8	-50 +40	AM-1-1	Nivel specificat	AM-23-1	Nivel specificat
	AB	*Temperatură şi umiditate*	AM-1-2	Nivel mediu	AM-23-2	Nivel mediu
	AC	*Altitudine (m)*	AM-1-3	Nivel ridicat	AM-23-3	Nivel important
	AC1	≤ 2000		*Semnal reţea*		*Tranzitorii oscilatorii conduse*
	AC2	> 2000	AM-2-1	Nivel specificat	AM-24-1	Nivel mediu
	AD	*Apă*	AM-2-2	Nivel mediu	AM-24-2	Nivel important
			AM-2-3	Nivel ridicat		
	AD1	Neglijabilă		*Variaţia amplitudinii tensiunii*		*Fenomene radiate la frecvenţă înaltă*
	AD2	Picături	AM-3-1	Nivel specificat	AM-25-1	Nivel neglijabil
	AD3	Pulverizare	AM-3-2	Nivel mediu	AM-25-2	Nivel mediu
	AD4	Stropire			AM-25-3	Nivel important
	AD5	Jeturi		*Tensiuni dezechilibrate*		*Descărcări electrostatice*
	AD6	Valuri				
	AD7	Imersie	AM-4		AM-31-1	Nivel scăzut
	AD8	Submersie			AM-31-2	Nivel mediu
				Variaţia frecvenţei fundamentale	AM-31-3	Nivel important
	AE	*Corpuri străine*			AM-31-4	Nivel foarte important
			AM-5			
	AE1	Neglijabile				*Ionizare*
	AE2	Mici		*Tensiuni de joasă frecvenţă induse*	AM-41-1	Fără clasificare
	AE3	Foarte mici				
	AE4	Praf puţin	AM-6	Fără clasificare		
	AR5	Praf moderat			AN	*Radiaţii solare*
	AE6	Praf mult		*Curent continuu în reţele alternative*		
					AN1	Scăzute
	AF	*Coroziune*	AM-7	Fără clasificare	AN2	Medii
					AN3	Puternice
	AF1	Neglijabilă		Câmpuri magnetice radiate		
	AF2	Atmosferică			AP	*Efect seismic*
	AF3	Intermitentă	AM-8-1	Nivel mediu		
	AF4	Permanentă	AM-8-2	Nivel ridicat	AP1	Neglijabil
					AP2	Scăzut
	AG	Şocuri		*Câmpuri electrice*	AP3	Mediu
					AP4	Ridicat
	AG1	Uşoare	AM-9-1	Nivel neglijabil	AQ	*Trăsnet*
	AG2	Medii	AM-9-2	Nivel mediu		
	AG3	Mari	AM-9-3	Nivel ridicat	AQ1	Neglijabil
			AM-9-4	Nivel foarte ridicat	AQ2	Indirect
	AH	*Vibraţii*			AQ3	Direct
				Tensiuni sau curenţi induşi oscilatorii		
	AH1	Slabe			AR	*Mişcarea aerului*
	AH2	Medii	AM-21	Fără clasificare		
	AH3	Mari			AR1	Scăzută
					AR2	Medie
	AJ	*Alte solicitări mecanice*			AR3	Puternică
	AK	*Floră*			AS	*Vânt*
	AK1	Neglijabilă			AS1	Scăzut
	AK2	Risc			AS2	Mediu
					AS3	Puternic

5.1-2

B	BA	*Competenţă*	BD	*Condiţii de evacuare în caz de urgenţă*	BE	*Materiale*
Utilizare	BA1	Persoană obişnuită	BD1	Normală	BE1	Risc neglijabil
	BA2	Copii			BE2	Risc de incendiu
	BA3	Persoană handicapată	BD2	Dificilă	BE3	Risc de explozie
	BA4	Persoană instruită			BE4	Risc de contaminare
	BA5	Persoană calificată	BD3	Aglomerată		
	BB	*Rezistenţă electrică a corpului omului*	BD4	Dificilă şi aglomerată		
	BC	*Contactul persoanelor cu potenţialul pământului*				
	BC1	Absent				
	BC2	Scăzut				
	BC3	Frecvent				
	BC4	Continuu				
C	CA	*Materiale de construcţii*	CB	*Structura construcţiei*		
Clădiri	CA1	Incombustibile	CB1	Risc neglijabil		
	CA2	Combustibile	CB2	Propagarea incendiului		
			CB3	Structuri mobile		
			CB4	Flexibile		

Notă: - Risc de incendiu foarte mare corespunde categoriei BE3 (conform reglementărilor specifice referitoare la securitatea la incendiu a construcţiilor)

- Risc de incendiu mare corespunde categoriei BE2 (conform reglementărilor specifice referitoare la securitatea la incendiu a construcţiilor)

- Risc de incendiu mediu corespunde categoriei BE1a (conform reglementărilor specifice referitoare la securitatea la incendiu a construcţiilor)

- Risc de incendiu mic corespunde categoriei BE1b (conform reglementărilor specifice referitoare la securitatea la incendiu a construcţiilor)

Anexa 5.2
5.2-1

CARACTERISTICI ALE INFLUENŢELOR EXTERNE

Cod	Influenţe externe	Caracteristici necesare pentru alegerea şi montarea echipamentelor	Referinţă
A	*Condiţii de mediu*		
AA	*Temperatură ambiantă* Temperatura ambiantă este aceea a aerului ambiant din spaţiul unde trebuie instalat echipamentul. Se presupune că această temperatură ţine seama de efectele tuturor celorlalte echipamente instalate în acelaşi amplasament. Temperatura ambiantă care se ia în considerare pentru echipament este temperatura locului în care echipamentul trebuie instalat, rezultând din influenţele celorlalte echipamente amplasate în acelaşi loc şi în funcţionare, neţinând seama de contribuţia termică a echipamentului considerat. Limitele inferioare şi superioare ale domeniilor de temperatură ambiantă:		
AA1	–60 °C +5 °C	Echipament special proiectat sau acorduri corespunzătoarei [a]	
AA2	–40 °C +5 °C		
AA3	–25 °C +5 °C		
AA4	–5 °C +40 °C	Normal (în anumite cazuri pot fi necesare măsuri de prevedere speciale)	
AA5	+5 °C +40 °C	Normal [b]	
AA6	+5 °C +60 °C	Echipament special proiectat sau acorduri corespunzătoare [a]	
AA7	–25 °C +55 °C	Echipament special proiectat sau acorduri corespunzătoare [a]	
AA8	–50 °C +40 °C		
	Clasele de temperatură ambiantă sunt aplicabile numai atunci când nu sunt influenţe datorate umidităţii Valoarea medie a temperaturii pentru o perioadă de 24 h nu trebuie să depăşească limita superioară diminuată cu 5 ^{0}C Pentru anumite medii poate fi necesară combinarea a două domenii din cele definite mai sus. Instalaţiile supuse la temperaturi diferite de aceste domenii fac obiectul unor reguli particulare		

	Temperatură şi umiditate							
	Temperatura aerului °C **a) scăzută b) ridicată**		**Umiditate relativă** % **c) scăzută d) ridicată**		**Umiditate absolută** g/m^3 **e) scăzută f) ridicată**			
AB1	–60	+5	3	100	0,003	7	Amplasamente interioare şi exterioare cu temperaturi ambiante extrem de scăzute Trebuie stabilite acorduri corespunzătoare [c]	
AB2	–40	+5	10	100	0,1	7	Amplasamente interioare şi exterioare cu temperaturi ambiante scăzute Trebuie stabilite acorduri speciale [c]	

5.2-2

Cod	a) Influenţe externe						Caracteristici necesare pentru alegerea şi montarea echipamentelor	Referinţă
	Temperatura aerului °C a) scăzută b) ridicată		Umiditate relativă % c) scăzută d) ridicată		Umiditate absolută g/m^3 e) scăzută f) ridicată			
AB3	–25	+5	10	100	0,5	7	Amplasamente interioare şi exterioare cu temperaturi ambiante scăzute Trebuie stabilite acorduri corespunzătoare [c]	
AB4	–5	+40	5	95	1	29	Spaţii protejate la intemperii, fără controlul temperaturii şi al umidităţii. Se poate utiliza un încălzitor pentru a ridica temperatura ambiantă .Normal [b]	
AB5	+5	+40	5	85	1	25	Spaţii protejate la intemperii cu temperatură controlată Normal [b]	
AB6	+5	+60	10	100	1	35	Amplasări exterioare cu temperaturi ambiante foarte ridicate. Influenţa temperaturilor ambiante scăzute este împiedicată. Pot exista radiaţii solare Trebuie făcute acorduri corespunzătoare [c]	
AB7	–25	+55	10	100	0,5	29	Spaţii interioare protejate la intemperii, fără controlul temperaturii şi umidităţii; ele pot avea deschideri spre exterior şi pot fi supuse radiaţiilor solare Trebuie stabilite acorduri corespunzătoare [c]	
AB8	–50	+40	15	100	0,04	36	Amplasamente exterioare neprotejate, cu temperaturi scăzute şi ridicate Trebuie stabilite acorduri speciale [c]	
AC	*Altitudine*							
AC1	≤2 000 m		Normale [b]					
AC2	>2 000 m		Pot fi necesare măsuri de prevedere speciale precum aplicarea factorului de reducere a sarcinii de funcţionare NOTĂ - Pentru anumite categorii de echipamente, pot fi necesare măsuri speciale plecând de la 1000 m altitudine					
AD	*Prezenţa apei*							
AD1	Neglijabilă		IPX0 Medii în care pereţii nu prezintă în mod obişnuit urme de umiditate, dar care pot apare pentru perioade scurte, de exemplu sub formă de condens care se usucă repede printr-o bună ventilare					
AD2	Picături de apă în cădere liberă		IPX1 sau IPX2 Medii în care umiditatea condensează ocazional sub formă de picături de apă sau care conţin ocazional vapori de apă					
AD3	Pulverizarea apei		IPX3 Medii în care apa curge pe pereţi sau pe podea					
AD4	Stropiri cu apă		IPX4 Medii expuse la stropiri cu apă, se aplică, de exemplu, pentru anumite lămpi şi dulapuri pentru şantiere de construcţii, instalate în exterior					
AD5	Jeturi de apă		IPX5 Medii care sunt spălate în mod obişnuit cu ajutorul jeturilor (curţi, spaţii pentru spălat maşini)					
AD6	Valuri de apă		IPX6 Medii situate pe malul mării cum ar fi diguri, plaje, cheiuri etc.					
AD7	Imersie		IPX7 Medii cu posibilitate de a fi inundate şi/sau apa se poate ridica la 150 mm peste punctul cel mai de sus al echipamentului, partea cea mai de jos a echipamentului fiind la mai mult de 1 m sub suprafaţa apei					
AD8	Submersiune		IPX8 Bazine de apă (de exemplu piscine) unde echipamentele electrice sunt permanent şi total acoperite de apă la o presiune mai mare de 0,1 bar					

5.2-3

Cod	Influenţe externe	Caracteristici necesare pentru alegerea şi montarea echipamentelor	Referinţă
AE	*Prezenţa corpurilor solide*	IPXX a se vedea 412	
AE1	Neglijabilă	IP0X	
AE2	Obiecte mici (2,5 mm)	IP3X Scule şi obiecte mici sunt exemple de corpuri solide a căror cea mai mică dimensiune este de cel puţin egală cu 2,5 mm	
AE3	Obiecte foarte mici (1 mm)	IP4X Firele sunt exemple de corpuri solide a căror cea mai mică dimensiune este de cel puţin egală cu 1 mm	
AE4	Praf puţin	IP5X dacă pătrunderea prafului nu perturbă funcţionarea echipamentelor. Depuneri de praf cuprinse între 10 şi 35 mg/m^3 pe zi	
AE5	Praf moderat	IP6X dacă praful nu ar trebui să penetreze în echipamente. Depuneri de praf cuprinse între 35 şi 350 mg/m^3 pe zi	
AE6	Praf mult	IP6X. Depuneri de praf cuprinse între 350 şi 1000 mg/m^3 pe zi	
AF	*Prezenţa de substanţe corozive sau poluante*		
AF1	Neglijabilă	Normale [b]	
AF2	Atmosferică	Conform naturii agenţilor (de exemplu, conformitatea la încercarea la ceaţă salină, conform SR EN 60068-2-11) Instalaţii situate în vecinătatea ţărmului mării sau în apropierea obiectivelor industriale care produc poluări importante ale atmosferei, ca de exemplu industrii chimice, fabrici de ciment; aceste poluări provenind în special de la producerea de pulberi abrazive, electroizolante sau conductoare	
AF3	Intermitentă sau accidentală	Protecţia împotriva coroziunii definite de specificaţii referitoare la echipamente Amplasamente în care se manipulează anumite produse chimice în cantităţi mici şi unde aceste produse nu pot veni decât accidental în contact cu echipamentele electrice; astfel de condiţii se regăsesc în laboratoare sau alte locuri unde se folosesc hidrocarburi (sala cazanelor, garaje, etc.)	
AF4	Permanentă	Echipamente special proiectate conform naturii agenţilor Industrie chimică de exemplu	
	Solicitări mecanice		
AG	*Şocuri*		
AG1	Uşoare	Normale, de exemplu echipament pentru utilizare casnică şi similară	IK 02
AG2	Medii	Echipament pentru utilizare industrială acolo unde este cazul, sau protecţie întărită	IK 07
AG3	Mari	Protecţie întărită	IK 10
AH	*Vibraţii*		
AH1	Slabe	Normale [b] Condiţii casnice şi similare sau efectele ale vibraţiilor sunt în general neglijabile	
AH2	Medii	Condiţii industriale normale Echipamente specializate sau instalaţii speciale	
AH3	Mari	Condiţii industriale severe	
AJ	*Alte solicitări mecanice*	*În studiu*	
AK	*Prezenţa florei / sau mucegaiului*		
AK1	Neglijabilă	Normale [b]	
AK2	Risc	Riscul depinde de condiţiilor locale sau de natura florei . Se recomandă să se facă distincţie între riscul datorat dezvoltării dăunătoare a vegetaţiei şi abundenţa sa Protecţie specială, precum: – grad de protecţie crescut (a se vedea AE) – echipamente speciale sau protecţie prin acoperiri ale carcaselor – acorduri pentru evitarea prezenţei florei	

5.2-4

Cod	Influenţe externe	Caracteristici necesare pentru alegerea şi montarea echipamentelor	Referinţă
AL	*Prezenţa faunei*		
AL1	Neglijabilă	Normală [b]	
AL2	Risc	Riscul depinde de natura faunei. Se poate face o deosebire între: - pericole prin prezenţa insectelor în număr periculos sau de natură agresivă - prezenţa animalelor mici sau a păsărilor în număr periculos sau de natură agresivă Protecţia poate cuprinde: – un grad de protecţie corespunzător contra pătrunderii corpurilor solide (a se vedea AE) – o rezistenţă mecanică suficientă (a se vedea AG); – măsuri de prevedere pentru evitarea prezenţei acestei faune (precum curăţarea, utilizarea de pesticide) – echipamente speciale sau acoperiri de protecţie ale carcaselor.	
AM	*Influenţe electromagnetice, electrostatice sau ionizante*		*SR EN 61000-2 standard pe părţi* *SR EN 61000-4 standard pe părţi*
	Fenomene electromagnetice de joasă frecvenţă (conduse sau radiate)		
	Armonici, interarmonici		
AM-1-1	Nivel specificat	Trebuie avut grijă ca nivelurile specificate să nu fie alterate	Mai mici decât în tabelul 1 din SR EN 61000-2-2
AM-1-2	Nivel mediu	Măsuri speciale în proiectarea instalaţiei, precum filtre de oprire	Conform cu tabelul 1 din SR EN 61000-2-2
AM-1-3	Nivel ridicat		Local mai mari decât în tabelul 1 din SR EN 61000-2-2
	Semnale pe reţea		
AM-2-1	Nivel specificat	Posibilitate: circuite de blocaj	Mai mici decât cele prescrise mai jos SR EN 61000-2-1 şi SR EN 61000-2-2
AM-2-2	Nivel mediu	Fără prescripţii suplimentare	
AM-2-3	Nivel ridicat	Măsuri speciale	
	Variaţia amplitudinii tensiunii		
AM-3-1	Nivel specificat	Conformitate cu SR CEI 60364-4-44	
AM-3-2	Nivel mediu		
AM-4	*Tensiune dezechilibrată*		Conform cu SR EN 61000-2-2
AM-5	*Variaţia frecvenţei fundamentale*		±1 Hz conform SR EN 61000-2-2
AM-6	*Tensiuni de joasă frecvenţă induse*		
	Fără clasificare	A se vedea SR CEI 60364-4-44 Ţinere ridicată a sistemelor de semnalizare şi telecomandă a aparatajului	
AM-7	*Curent continuu în reţele alternative*		
	Fără clasificare	Măsuri pentru limitarea prezenţei lor ca nivel şi în timp în echipamente de utilizare sau în vecinătate	
	Câmpuri magnetice radiate		
AM-8-1	Nivel mediu	Normale [b]	Nivel 2 din SR EN 61000-4-8
AM-8-2	Nivel ridicat	Protejat prin măsuri corespunzătoare, de exemplu ecrane sau separare	Nivel 4 din SR EN 61000-4-8

5.2-5

Cod	Influenţe externe	Caracteristici necesare pentru alegerea şi montarea echipamentelor	Referinţă
	Câmpuri electrice		
AM-9-1	Nivel neglijabil	Normale [b]	
AM-9-2	Nivel mediu	A se vedea SR CEI 61000-2-5	SR EN 61000-2-5
AM-9-3	Nivel ridicat	A se vedea SR CEI 61000-2-5	
AM-9-4	Nivel foarte ridicat	A se vedea SR CEI 61000-2-5	
	Fenomene electromagnetice la înaltă frecvenţă conduse, induse sau radiate (continui sau tranzitorii)		
	Tensiuni sau curenţi induşi oscilatorii		
AM-21	Fără clasificare	Normale [b]	SR EN 61000-4-6
	Tranzitorii unidirecţionale conduse la scară de timp de nanosecunde		SR EN 61000-4-4
AM-22-1	Nivel neglijabil	Măsuri de protecţie necesare	Nivel 1
AM-22-2	Nivel mediu	Măsuri de protecţie necesare	Nivel 2
AM-22-3	Nivel important	Echipament normal	Nivel 3
AM-22-4	Nivel foarte important	Echipament cu imunitate înaltă	Nivel 4
	Tranzitorii unidirecţionale de ordinul milisecundelor sau microsecundelor		
AM-23-1	Nivel specificat	Ţinere la supratensiuni tranzitorii a echipamentelor şi măsuri de protecţie împotriva supratensiunilor luând în considerare tensiunea nominală de alimentare şi categoria de ţinere la supratensiuni conform SR CEI 60364-4-44	SR EN 60364-4-44
AM-23-2	Nivel mediu		
AM-23-3	Nivel important		SR EN 60364-4-44
	Tranzitorii oscilatorii conduse		
AM-24-1	Nivel mediu	A se vedea SR CEI 61000-4-12	SR EN 61000-4-12
AM-24-2	Nivel important	A se vedea SR CEI 60255-22-1	SR EN 60255-22-1
	Fenomene radiate la frecvenţă înaltă		SR EN 61000-4-3
AM-25-1	Nivel neglijabil		Nivel 1
AM-25-2	Nivel mediu	Normal [b]	Nivel 2
AM-25-3	Nivel important	Nivel întărit	Nivel 3
	Descărcări electrostatice		SR EN 61000-4-2
AM-31-1	Nivel scăzut	Normale [b]	Nivel 1
AM-31-2	Nivel mediu	Normale [b]	Nivel 2
AM-31-3	Nivel important	Normale [b]	Nivel 3
AM-31-4	Nivel foarte important	Nivel întărit	Nivel 4
	Ionizare		
AM-41-1	Fără clasificare	Protecţie specială precum : – Îndepărtare faţă de sursă – Interpunerea de ecrane, de carcaselor de materiale speciale	
AN	*Radiaţii solare*		
AN1	Scăzute	Normale [b] ; Intensitatea $\leq$ 500 W/m^2	
AN2	Medii	Trebuie stabilite acorduri corespunzătoare 500 W/m^2 $\leq$ Intensitatea $\leq$ 700 W/m^2	
AN3	Puternice	Trebuie stabilite acorduri corespunzătoare[c] 700 W/m^2 $\leq$ Intensitatea $\leq$ 1120 W/m^2 Astfel de acorduri pot fi, de exemplu : – echipamente rezistente la ultraviolete –straturi colorate special –interpunere de ecrane	

5.2-6

Cod	Influenţe externe	Caracteristici necesare pentru alegerea şi montarea echipamentelor	Referinţă
AP	*Efecte seismice*		
AP1	Neglijabile	Normale [b] Acceleraţia ≤ 30 Gal	
AP2	Severitate scăzută	În studiu; 30 Gal < Acceleraţia ≤ 300 Gal	
AP3	Severitate medie	Vibraţiile care pot produce distrugerea clădirilor nu sunt incluse în clasificare 300 Gal ≤ Acceleraţia ≤ 600 Gal	1 Gal=1 cm/s^2
AP4	Severitate ridicată	Frecvenţele nu sunt luate în considerare la clasificare; totuşi, dacă unda seismică intră în rezonanţă cu clădirea, efectele seismice trebuie luate în considerare. În general frecvenţele acceleraţiilor seismice sunt cuprinse între 0 Hz şi 10 Hz; 600 Gal<acceleraţia	
AQ	*Trăsnete*		
AQ1	Neglijabile	Normale; $N_g \leq 2,5$ şi $N_k \leq 25$ zile pe an sau analiză de risc conform SRHD 60364-4-443.	
AQ2	Indirecte	Normale. $N_g > 2,5$ şi $N_k > 25$ zile pe an sau analiză de risc conform SRHD 60364-4-443.	
AQ3	Directe	Dacă protecţia împotriva trăsnetului este necesară , aceasta trebuie realizată conform prescripţiilor din SR EN 62305 Părţi ale instalaţiilor situate în afara clădirilor Cazurile AQ2 şi AQ3 se întâlnesc în regiuni expuse în special la efectele trăsnetelor	
AR	*Mişcările aerului*		
AR1	Scăzute	Normale[b] ; Viteză ≤ 1 m/s	
AR2	Medii	Sunt necesare acorduri speciale[c]; 1 m/s < Viteză ≤ 5 m/s	
AR3	Puternice	Sunt necesare acorduri speciale[c]; 5 m/s < Viteză ≤ 10 m/s	
AS	*Vânt*		
AS1	Scăzut	Normal [b]; Viteză ≤ 20 m/s	
AS2	Mediu	Trebuie făcute acorduri corespunzătoare [c]; 20 m/s < Viteză ≤ 30 m/s	
AS3	Puternic	Trebuie făcute acorduri corespunzătoare [c]; 30 m/s < Viteză ≤ 50 m/s	
B	*Utilizare*		
BA	*Competenţa persoanelor*		
BA1	Obişnuite	Persoană neinstruită; Normal [b]	
BA2	Copii	Copii în încăperi care le sunt destinate (exemplu: creşe, şcoli pimare etc.). echipamente cu grad de protecţie superior sau egal cu IP2X. Inacccesibilitate a echipamentelor a căror temperatură la suprafeţelor exterioare este superioară 60 °C	Inaccesibilitate la echipamente electrice. Limitarea temperaturii suprafeţelor accesibile
BA3	Handicapate	Persoane care nu dispun de toate capacităţile lor psihice sau intectuale (bolnavi, bătrâni). Conform naturii infirmităţii	
BA4	Instruite	Persoane suficient de informate sau supravegheate de persoane calificate pentru asigurarea evitării pericolelor care pot fi datorate electricităţii. (Agenţi de întreţinere sau exploatare, locuri în care se execută operaţiuni electrice)	
BA5	Calificate	Persoane având cunoştinţe tehnice sau experieţă suficientă pentru evitarea pericolelor pe care le poate reprezenta electricitatea (ingineri şi tehnicieni). Locuri închise în care se execută operaţiuni electrice , echipamente neprotejate împotriva contactelor directe, admise numai în amplasamente care nu sunt accesibile decât persoanelor autorizate	
BB	*Rezistenţa electrică a corpului omului*	În studiu	

5.2-7

Cod	Influenţe externe	Caracteristici necesare pentru alegerea şi montarea echipamentelor				Referinţă
BC	*Contactul persoanelor cu potenţialul pământului*					
		Clase de echipamente conform SR EN 61140				
		A=Echipamente admise	I	II	III	
BC1	Absent	Persoane aflate în spaţii neconductoare	A	A	A	SR HD 60364-4-41
BC2	Scăzut	Persoane care nu se află, în condiţii obişnuite, în contact cu elemente conductoare sau care nu stau pe suprafeţe conductoare	A	A	A	SR HD 60364-4-41
BC3	Frecvent	Persoane aflate frecvent în contact cu elemente conductoare sau care stau pe suprafeţe conductoare. Locuri prezentând numeroase sau importante elemente conductoare	A	A	A	SR HD 60364-4-41
BC4	Continuu	Persoane aflate în contact permanent cu părţi metalice şi pentru care posibilităţile de întrerupere a contactelor sunt limitate. Incinte metalice, ca de exemplu boilere, rezervoare; A – admis				SR HD 60364-7-706
BD	*Condiţii de evacuare în caz de urgenţă*					
BD1	(Neaglomerat/ evacuare uşoară)	Densitate scăzută de ocupanţi, condiţii de evacuare uşoară. Clădire de locuit cu înălţime normală;				(1) Materiale cu întârziere la propagarea flăcării (2) Materiale cu întârziere la propagarea flăcării cu emisie redusă de fum şi fără halogeni
BD2	Neaglomerat /evacuare dificilă)	Densitate scăzută de ocupanţi, condiţii de evacuare dificilă. Clădiri înalte clădiri de cult, cultură, sport şi administrative; [a] (1)				
BD3	(Aglomerat /evacuare uşoară)	Densitate mare de ocupanţi, condiţii de evacuare uşoară. Clădiri publice (teatre, cinematografe, magazine mari etc), săli aglomerate, clădiri de învăţământ; (2)				
BD4	(Aglomerat/ /evacuare dificilă)	Densitate mare de ocupanţi, condiţii de evacuare dificile. Clădiri înalte şi foarte înalte [d] destinate publicului (hoteluri etc.), precum şi clădiri de sănătate. (2)				
BE	*Natura materialelor prelucrate sau depozitate*					
BE1	Riscuri neglijabile	Normal				
BE2	Riscuri de incendiu	Producerea, prelucrarea sau depozitarea materialelor inflamabile, inclusiv prezenţa prafului. Hambare, depozite de produse lemnoase, fabrici de hârtie etc.				SRHD 384-4.42 S1
		Echipamente realizate din materiale cu întârziere la propagarea flăcării. Dispuneri astfel încât o creştere importantă a temperaturii sau o scânteie în echipamentul electric nu poate provoca un incendiu în exterior				SRHD 384-4.482 S1
BE3	Riscuri de explozie	Prelucrarea sau depozitarea materialelor explozive sau a materialelor cu punct de inflamabilitate scăzut, inclusiv prezenţa pulberilor explozive. Rafinării, depozite de hidrocarburi. Specificaţii pentru echipamentul electric pentru atmosferă explozivă (SR EN 60079 pe părţi)				
BE4	Riscuri de contaminare	Prezenţa alimentelor, produselor farmaceutice şi similare, fără protecţie. Industria alimentară, bucătării. Sunt necesare anumite măsuri de prevedere pentru că în caz de defct să se evite contaminarea produselor datorită echipamentelor electrice, de exemplu cioburi dela lămpi sparte. Dispunerea corespunzătoare încât: - Protecţia să împiedice căderea de cioburi de lampă sau alte obiecte fragile sau - Ecrane împotriva radiaţiilor nedorite cum sunt radiaţiile infraroşii sau ultraviolete.				
C	*Construcţia clădirilor*					
CA	*Materiale de construcţii*					
CA1	Incombustibile	Normale [b]				
CA2	Combustibile	Clădiri construite în principal din materiale combustibile				SRHD 384-4.42 S1
		Clădiri de lemn				SRHD 384-4.482 S1
CB	*Structura construcţiilor*					
CB1	Riscuri neglijabile	Normale [b]				
CB2	Propagarea incendiului	Clădiri a căror formă şi dimensiuni faciliteaza propagarea incendiilor (de exemplu efecte de coş). Clădiri de înălţime mare, sisteme deventilaţie forţată. Echipamentele sunt construite din materiale cu întâraiere la propagarea unui incendiu de origine neelectrică. Bariere împotriva focului.				SRHD 384-4.42 S1 SRHD 384-4.482 S1
		Nota: Pot fi prevăzute detectoare de incendiu				

5.2-8

Cod	Influenţe externe	Caracteristici necesare pentru alegerea şi montarea echipamentelor	Referinţă
CB3	Structuri mobile	Riscuri datorită deplasării structurii (de exemplu deplasări între părţi diferite ale unei construcţii sau între construcţie şi sol, tasarea terenurilor şi a fundaţiilor construcţiilor). Clădiri de lungime mare sau construcţii pe terenuri instabile. Racorduri de dilatare sau contractare pe sistemele de pozare	Joncţiuni de dilatare sau contractare
CB4	Flexibile sau instabile	Construcţii fragile sau care pot fi supuse mişcărilor (de exemplu oscilaţii). Corturi, structuri gonflabile, plafoane false, pereţi demontabili, instalaţii autoportante. Sisteme de pozare flexibile	Sisteme de pozare flexibile

[a] Pot fi necesare anumite măsuri de prevedere suplimentare (de exemplu lubrefiere specială).

[b] Însemnă că un echipament obişnuit funcţionează corespunzător în condiţii de influenţă externe descrise.

[c] Înseamnă că trebuie stabilite acorduri speciale, de exemplu, între proiectantul instalaţiei şi fabricantul echipamentului, de exemplu, pentru echipamente special proiectate

[d] Definite de reglementările specifice referitoare la securitatea la incendiu a construcţiilor

Anexa 5.3
5.3 - 1

GRADELE DE PROTECŢIE ASIGURATE PRIN CARCASE PENTRU ECHIPAMENTUL ELECTRIC (COD IP)

1. **Gradele de protecţie cod IP** sunt definite de standardul SR EN 60529, care cuprinde următoarele:
   a) definiţiile de protecţie asigurate prin carcasele echipamentelor în ceea ce priveşte:
   - protecţia echipamentelor din interesul carcasei împotriva pătrunderii corpurilor solide străine;
   - protecţia echipamentelor din interiorul carcasei împotriva efectelor dăunătoare datorate pătrunderii apei;
   - protecţia persoanelor împotriva accesului la părţile periculoase din interiorul carcasei;

   b) notarea gradelor de protecţie.

2. Definiţii specifice:

2.1. Grad de protecţie

Nivelul de protecţie asigurat de o carcasă împotriva accesului la părţile periculoase, împotriva pătrunderii corpurilor solide şi/sau împotriva pătrunderii apei şi verificat prin metode de încercare standardizate.

2.2. Cod IP

Sistem de codificare pentru indicarea gradelor de protecţie asigurate de o carcasă împotriva accesului la părţile periculoase, pătrunderea corpurilor solide străine, pătrunderea apei şi pentru furnizarea de informaţii suplimentare referitoare la o asemenea protecţie.

Element	Cifre sau litere	Semnificaţia privind protecţia echipamentului	Semnificaţia privind protecţia persoanelor
Literele codului	IP	-	-
Prima cifră caracteristică		Împotriva pătrunderii corpurilor solide străine	Împotriva accesului la părţile periculoase cu:
	0	(neprotejat)	(neprotejat)
	1	de diametru ≥ 50 mm	dosul mâinii
	2	de diametru ≥ 12,5 mm	degetul
	3	de diametru ≥ 2,5 mm	unealtă
	4	de diametru ≥ 1,0 mm	fir
	5	protejat contra prafului	fir
	6	etanş la praf	fir
A doua cifră caracteristică		Împotriva pătrunderii apei cu efecte dăunătoare	
	0	(neprotejat)	
	1	Picături de apă verticală	
	2	Picături de apă (15°C înclinare)	
	3	Apă pulverizată	
	4	Apă împroşcată	
	5	Stropire cu furtun	
	6	Stropire puternică cu furtun	
	7	Imersie temporară	
	8	Imersie prelungită	

5.3 - 2

Literă adiţională (opţional)			Împotriva accesului la părţile periculoase cu:
	A		dosul mîinii
	B		deget
	C		unealtă
	D		fir
Literă suplimentară (opţional)		Informaţii supliemntare specifice pentru:	
	H	Echipament de înaltă tensiune	
	M	Mişcare în timpul încercării la apă	
	S	Staţionare în timpul încercării în apă	
	W	Intemperii	

5. Exemple de utilizare

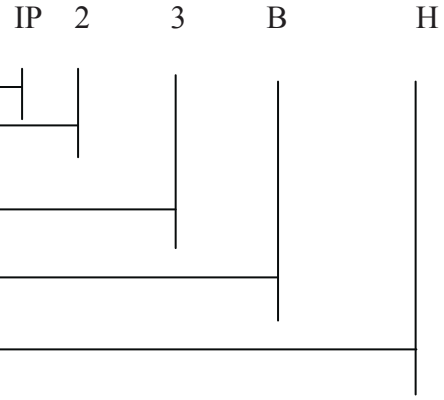
IP 54 – litere, fără opţiune

IP 5X - omiterea celei de-a doua cifră caracteristică

IP XXD - omiterea celor două cifre caracteristice, utilizarea unei litere adiţionale

IP 23 W - utilizarea unei litere suplimentare

3. Dispunerea codului IP



- Literele codului
- Prima cifră caracteristică
(cifra de la 0 la 6 sau litera X)]
- A doua cifră caracteristică
(cifre de la 0 la 8 sau litera X)
- Litere adiţionale (opţional)
(literele A, B, C, D)
- Litere suplimentare (opţional)
(literele H, M, S, W)
- Dacă nu este cerută specificarea unei cifre caracteristice, aceasta trebuie înlocuită prin litera X (sau XX dacă ambele cifre sunt omise)
- Literele adiţionale şi/sau literele suplimentare pot fi omise fără a fi înlocuite
- Dacă sunt utilizate mai multe litere suplimentare, se aplică ordinea alfabetică

Anexa 5.4

GRADELE DE PROTECŢIE ASIGURATE PRIN CARCASELE ECHIPAMENTELOR ELECTRICE ÎMPOTRIVA IMPACTURILOR MECANICE DIN EXTERIOR (COD IK)

1. **Gradele de protecţie** cod IK sunt diferite de standardul SR EN 62262, care cuprinde următoarele:
   a) definiţiile gradelor de protecţie asigurate prin carcase ale echipamentului, electric în ceea ce priveşte protecţia echipamentului din interiorul carcasei împotriva efectelor dăunătoare ale loviturilor mecanice.
   b) notarea gradelor de protecţie

2. **Definiţii specifice**

2.1. Carcasă

Element care asigură protecţia echipamentului împotriva anumitor influenţe exterioare şi protecţia împotriva contactelor directe, în toate direcţiile

2.2. Grad de protecţie împotriva impacturilor mecanice. Evaluarea (nivelul) protecţiei unui echipament asigurat de o carcasă împotriva impacturilor mecanice dăunătoare şi verificată prin metode de încercare standardizate.

2.3. Cod IK

Sistem de codificare pentru a indica gradul de protecţie asigurat de o carcasă împotriva impacturilor mecanice exterioare.

3. **Grupa de cifre caracteristice codului IK** şi semnificaţia lor

Fiecare grupă de cifre caracteristice reprezintă o valoare a energiei de impact, aşa cum este indicat în tabel:

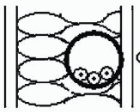
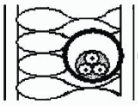
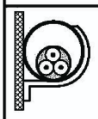
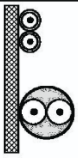
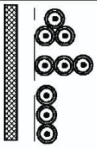
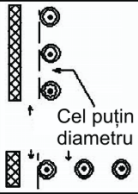
Cod IK	IK00	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
Energie de impact, J	Nota 1	0,14	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20

Notă

1. IK00 – Neprotejat conform standard
2. A fost aleasă o grupă de cifre caracteristice formată din două cifre cu scopul de a evita orice confuzie cu unele standarde naţionale care utilizează o singură cifră pentru a indica o valoate a energiei de impact.

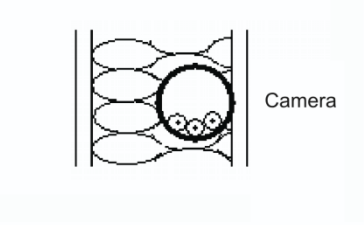
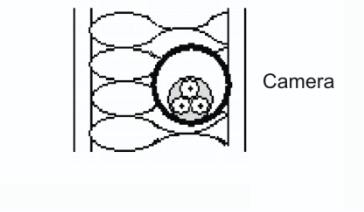
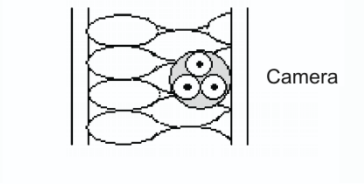
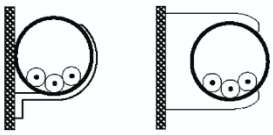
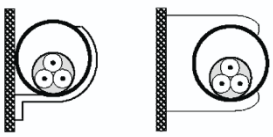
Anexa 5.5

MODURI DE POZARE DE REFERINŢĂ

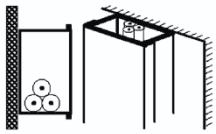
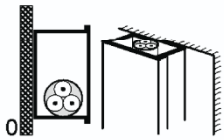
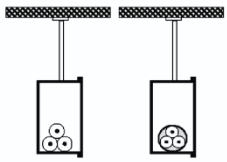
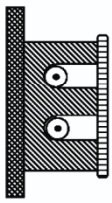
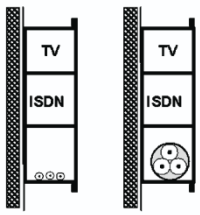
Moduri de pozare de referință		Tabel şi coloane						
		Curent admisibil pentru circuite simple					Factor de temperatură ambiantă K1 (f_1)	Factor de reducere de grup K2 (f_2)
		Izolație PVC		Izolație XLPE		Izolație minerală		
		Număr de conductoare						
		2	3	2	3	1, 2 şi 3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
 Conductoare izolate în tub în perete izolat termic	A1	5.10 Col. 2 Cu+Al	5.10 Col. 3 Cu+Al	5.13 Col. 2 Cu+Al	5.13 Col. 3 Cu+Al	–	5.18	5.19
 Cablu multi conductor în tub în perete izolat termic	A2	5.10 Col. 4 Cu+Al	5.10 Col. 5 Cu+Al	5.13 Col. 4 Cu+Al	5.13 Col. 5 Cu+Al	–	5.18	5.19
 Conductoare izolate în tub pe perete sau în perete	B1	5.10 Col. 6 Cu+Al	5.10 Col. 7 Cu+Al	5.13 Col. 6 Cu+Al	5.13 Col. 7 Cu+Al	–	5.18	5.19
 Cablu multi conductor în tub pe perete sau în perete	B2	5.10 Col. 8 Cu+Al	5.10 Col. 9 Cu+Al	5.13 Col. 8 Cu+Al	5.13 Col. 9 Cu+Al	–	5.18	5.19
 Cablu cu un conductor sau multiconductor pe un perete sau în perete	C	5.10 Col. 10 Cu+Al	5.10 Col. 11 Cu+Al	5.13 Col. 10 Cu+Al	5.13 Col. 11 Cu+Al	Manta 70 °C 5.16	5.18	5.19
Cablu cu un conductor sau multiconductor ingropat in pamant sau in tub ingropat	D	5.22	5.22	–	5.22	–	5.23 (f_1)	5.24÷5.28 (f_2)
 Cablu multiconductor în aer liber Distanța la perete mai mare de 0,3 ori diametrul cablului	E	Cupru 5.11 Aluminiu 5.12		Cupru 5.14 Aluminiu 5.15		Manta 70 °C 5.17	5.18	5.19 5.20
 Cabluri cu un conductor în aer liber apropiate Distanța la perete mai mare decât diametrul cablului.	F	Cupru 5.11 Aluminiu 5.12		Cupru 5.14 Aluminiu 5.15		Manta 70 °C 5.17	5.18	5.19 5.21
 Cabluri cu un conductor în aer liber apropiate distanțate	G	Cupru 5.11 Aluminiu 5.12		Cupru 5.14 Aluminiu 5.15		Manta 70 °C 5.17	5.18	–

Anexa 5.6
5.6 – 1

MODURI DE POZARE PENTRU DETERMINAREA CURENŢILOR ADMISIBILI

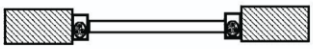
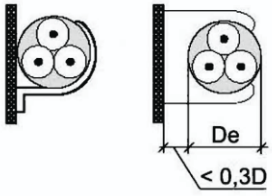
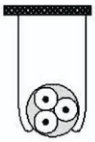
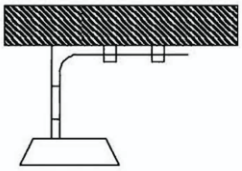
Punct nr.	Mod de pozare	Descriere	Referința modului de pozare de utilizat pentru curenți admisibili (a se vedea Anexa 5.5)
1	2	3	4
1		Conductoare izolate sau cabluri cu un conductor în tuburi în pereți izolați termic	A1
2		Cablu multiconductor în tuburi în perete izolat termic	A2
3		Cablu multiconductor direct în perete izolant	A1
4		Conductoare izolate sau cabluri multiconductoare în tuburi pe perete la o distanta mai mica 0,3 ori diametrul tubului	B1
5		Cablu multiconductor în tuburi pe un perete la o distanta mai mica de 0,3 ori diametrul tubului	B2

5.6 - 2

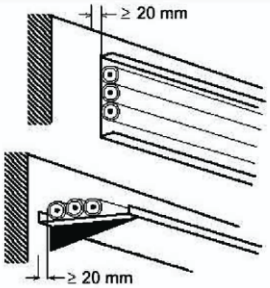
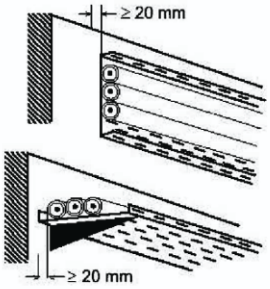
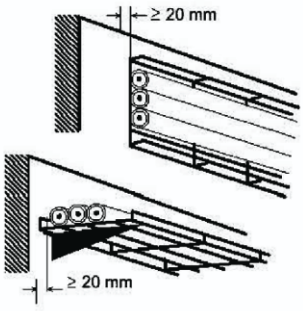
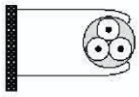
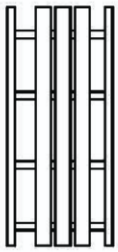
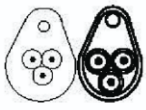
Punct nr.	Mod de pozare	Descriere	Referința modului de pozare de utilizat pentru curenți admisibili (a se vedea Anexa 5.5)
1	2	3	4
6 7	 6 7	Conductoare izolate sau cabluri monoconductoare în jgheaburi fixate pe un perete: – cu traseu orizontal[1)] – cu traseu vertical [1)]	B1
8 9	 8 9	Cablu multiconductor în jgheaburi fixate pe un perete: – cu traseu orizontal [1)] – cu traseu vertical [1)]	B2
10 11	 10 11	Conductoare izolate în jgheaburi suspendate [1)] Cablu multiconductor jgheaburi suspendate [1)]	B1 B2
12		Conductoare izolate sau cabluri cu un conductor în mulaje	A1
13 14	 13 14	Conductoare izolate sau cabluri cu un conductor în plinte Cablu multiconductor în jgheaburi	B1 B2

1) Valorile date pentru B1 şi B2 din anexele 5.10 până la 5.13 sunt valabile pentru un singur circuit. În cazuri cu mai multe circuite se aplică factorii de corecție din anexa 5.19, chiar daca sunt prevăzuți pereți subțiri despărțitori sau separări.

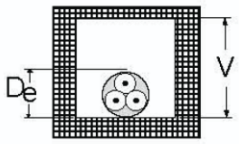
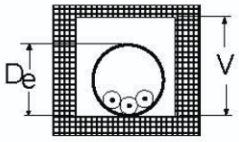
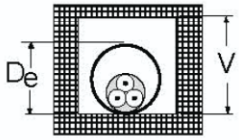
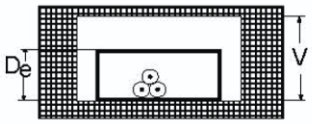
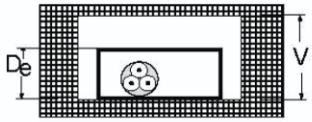
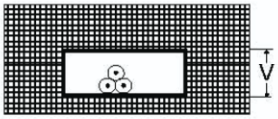
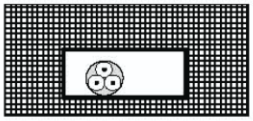
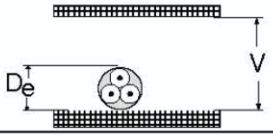
5.6 - 3

Punct nr.	Mod de pozare	Descriere	Referința modului de pozare de utilizat pentru curenți admisibili (a se vedea Anexa 5.5)
1	2	3	4
15		Conductoare izolate în tuburi sau cabluri cu un conductor sau multiconductoare în tocul uşilor	A1
16		Conductoare izolate în tuburi sau cabluri cu un conductor sau multiconductoare în tocul ferestrelor	A1
20		Cabluri cu un conductor sau multiconductoare: – fixate pe perete, distanțate la mai puțin 0,3 ori diametrul cablului	C
21		– fixate direct pe plafon	C Cu punctul 3 din Anexa 5.19
22		– la distanță de plafon	E
23			C Cu punctul 3 din Anexa 5.19

5.6 - 4

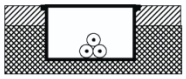
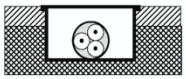
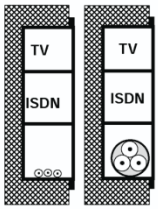
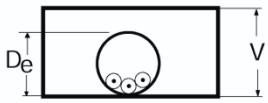
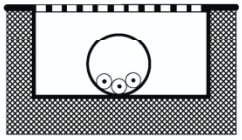
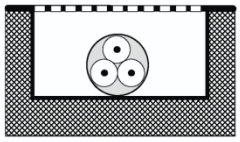
Punct nr.	Mod de pozare	Descriere	Referinţa modului de pozare de utilizat pentru curenţi admisibili (a se vedea Anexa 5.5)
1	2	3	4
30		- Cabluri cu un conductor sau multiconductoare pe paturi de cabluri neperforate	Cu punctul 2 din Anexa 5.19
31		- Cabluri cu un conductor sau multiconductoare pe paturi de cabluri perforate	E sau F cu punctul 4 din Anexa 5.19
32		- Cabluri cu un conductor sau multiconductoare pe paturi de cabluri pe console sau grilaje	E sau F
33		- Cabluri cu un conductor sau multiconductoare distantate fata de perete cu mai mult de 0,3 ori diametrul cablului	E sau F Cu punctul 4 sau 5 din Anexa 5.19 sau mod G
34		– pe suporturi tip scară	E sau F
35		Cablu cu un conductor sau multiconductor suspendate pe un cablu purtător sau autoportant	E sau F
36		Conductoare neizolate sau izolate pe izolatoare	G

5.6 - 5

Punct nr.	Mod de pozare	Descriere	Referința modului de pozare de utilizat pentru curenți admisibili (a se vedea Anexa 5.5)
1	2	3	4
40		Cabluri cu un conductor sau multiconductoare în goluri din construcție 1),2)	$1,5\ D_e \le V < 5\ D_e$ B2 $5\ D_e \le V < 20\ D_e$ B1
41		Conductoare izolate în tuburi în goluri din construcție 1),3)	$1,5\ D_e \le V < 20\ D_e$ B2 $V \ge 20\ D_e$ B1
42		Cabluri cu un conductor sau multiconductoare în tuburi în goluri din construcție	$1,5\ D_e \le V < 20\ D_e$ B2 $V \ge 20\ D_e$ B1
43		Conductoare izolate în tuburi profilate în goluri din construcție 1),3)	$1,5\ D_e \le V < 20\ D_e$ B2 $V \ge 20\ D_e$ B1
44		Cabluri cu un conductor sau multiconductoare în tuburi profilate în goluri din construcție	$1,5\ D_e \le V < 5\ D_e$ B2 $5\ D_e \le V < 50\ D_e$ B1
45		Conductoare izolate în tuburi profilate în zidărie	$1,5\ D_e \le V < 5\ D_e$ B2 $5\ D_e \le V < 50\ D_e$ B1
46		Cabluri cu un conductor sau multiconductoare în tuburi profilate în zidărie	$1,5\ D_e \le V < 20\ D_e$ B2 $V \ge 20\ D_e$ B1
47		Cabluri cu un conductor sau multiconductoare: – în goluri din plafon – în plafoane suspendate[1),2)]	$1,5\ D_e \le V < 5\ D_e$ B2 $5\ D_e \le V < 50\ D_e$ B1

1) V este cea mai mică dimensiune a unui tub din zidărie sau a unui gol, sau dimensiunea verticală a unui bloc cu alveole, a unui gol în plafon sau planşeu.
2) D_e este diametru exterior al unui cablu multiconductor:
– 2,2 ori diametrul unui cablu când 3 cabluri cu un conductor sunt dispuse în treflă,sau
– 3 ori diametrul unui cablu când 3 cabluri cu un conductor sunt dispuse alăturat.
3) $D_e$este diametrul exterior al unui tub sau înălțimea unui tub profilat..

5.6 - 6

Punct nr.	Mod de pozare	Descriere	Referința modului de pozare de utilizat pentru curenți admisibili (a se vedea Anexa 5.5)
1	2	3	4
50		Conductoare izolate sau cablu cu un conductor în canale de cabluri încastrate în planşee	B1
51		Cablu multiconductor în canale de cabluri în planşee	B2
52 53	 52 53	Conductoare izolate sau cabluri cu un conductor în tuburi profilate Cablu multiconductor în tuburi profilate	B1 B2
54		Conductoare izolate sau cabluri cu un conductor în tuburi, în canale neventilate, în traseu orizontal sau vertical[2)]	1,5 $D_e \leq V < 20\ D_e$ B2 $V \geq 20\ D_e$ B1
55		Conductoare izolate în tuburi în canale deschise sau ventilate [1), 3)]	B1
56		Cabluri cu un conductor sau multiconductoare în canale deschise sau ventilate [3)]	B1

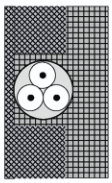
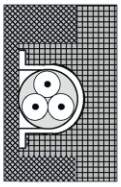
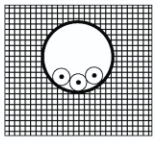
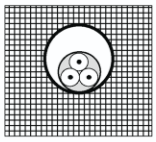
1) Pentru cablurile multiconductoare instalate conform modului de pozare 55, se utilizează metoda de referință B2.

2) D_e este diametrul exterior al tubului .

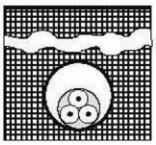
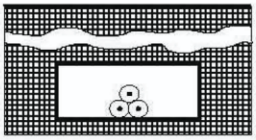
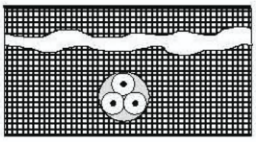
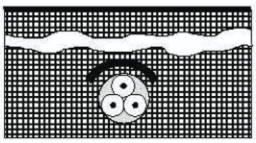
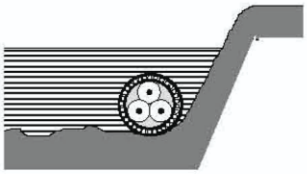
V este înălțimea interioară a canalului .

3) Se recomandă să se limiteze utilizarea acestor amplasamente în zone unde accesul este permis numai persoanelor autorizate şi unde este posibil să se evite o reducere a curenților admisibili şi riscurile de incendiu datorită acumulărilor de moloz.

5.6 - 7

Punct nr.	Mod de pozare	Descriere	Referința modului de pozare de utilizat pentru curenți admisibili (a se vedea Anexa 5.5)
1	2	3	4
57		Cabluri cu un conductor sau multiconductoare încastrate direct în perete în zidărie, fără protecție mecanică suplimentară	C
58		Cu protecție mecanică suplimentară	C
59		Conductoare izolate sau cabluri cu un conductor în tuburi în perete zidit	B1
60		Cabluri multiconductoare în tuburi în perete zidit	B2

5.6 - 8

Punct nr.	Mod de pozare	Descriere	Referința modului de pozare de utilizat pentru curenți admisibili (a se vedea Anexele 5.22÷5.28)
1	2	3	4
70		Cabluri multiconductoare în tuburi sau în tuburi profilate îngropate	D
71		Cabluri cu un conductor în tuburi sau în tuburi profilate îngropate	D
72		Cabluri cu un conductor sau multiconductoare îngropate – fără protecție mecanică suplimentară	D
73		– cu protecție mecanică suplimentară	D
80		Cabluri cu un conductor sau multiconductoare imersate în apă	NTE 007/08/00 VII.5.1

Anexa 5.7
5.7 - 1

SISTEME DE TUBURI DE PROTECŢIE PENTRU INSTALAŢII ELECTRICE
Conform recomandării SR EN 61386

1. **Prescripţii generale**

1.1. Sistemele de tuburi de protecţie, care includ tuburi de protecţie şi fitinguri se utilizează pentru protecţia şi pozarea conductoarelor şi/sau cablurilor izolate din instalaţiile electrice.

1.2. Sistemele de tuburi de protecţie fabricate conform cu recomandările din standardele SR EN 61386-1, SR EN 61386-22 şi SR EN 61386-23, asigură protecţia fiabilă pentru utilizatorii şi spaţiile învecinate

1.3. Atunci când montarea acestora, ca parte a unui sistem de tuburi de protecţie, se face conform cu instrucţiunile producătorului, ele trebuie să asigure o protecţie mecanică şi dacă este cazul, electrică pentru conductoarele izolate sau pentru cablurile pe care le conţin.

1.4. Protecţia realizată de legătura dintre un tub de protecţie şi un fiting nu poate fi inferioară protecţiei declarate a întregului sistem de tuburi de protecţie.

1.5. Tuburile de protecţie şi fitingurile trebuie să reziste la solicitările ce pot apare în timpul transportului, depozitării, montajului şi utilizării conform practicilor recomandate.

2. **Definiţii specifice**

2.1. **Sistem de tuburi de protecţie:** sistem de pozare închis compus din tuburi de protecţie şi fitinguri pentru protecţia şi amplasarea conductoarelor şi/sau cablurilor izolate în instalaţiile electrice sau de telecomunicaţii care permite tragerea cablurilor la unul din capete şi/sau înlocuirea lor, dar nu prin introducerea laterală.

2.2. **Tub de protecţie:** element al unui sistem de pozare închis având, în general, o secţiune transversală circulară întrebuinţată la montarea şi/sau înlocuirea conductoarelor şi/sau a cablurilor izolate prin tragere la unul din capete, în instalaţiile electrice sau de telecomunicaţie.

2.3. **Element component al conductelor/fiting:** piesă de legătură sau de capăt cu ajutorul căreia se poate face o prelungire sau o schimbare de direcţie într-un sistem de tuburi de protecţie

2.4. **Tub de protecţie şi/sau fiting metalic:** tub de protecţie sau fiting fabricat numai din metal

2.5. **Tub de protecţie şi/sau fiting nemetalic:** tub de protecţie sau fiting fabricat numai din materiale nemetalice neavând nici o componentă metalică.

2.6. **Tub de protecţie şi/sau fiting compozit:** tub de protecţie sau fiting fabricat atât din materiale metalice cât şi din materiale nemetalice.

2.7. **Tub de protecţie şi/sau fiting care nu propagă flacăra:** tub de protecţie sau fiting care supus acţiunii unei flăcări de iniţiere se poate aprinde însă flacăra proprie nu se poate propaga şi se stinge într-un interval de timp limitat după dispariţia flăcării de iniţiere.

2.8. **Tub de protecţie neted:** tub de protecţie al cărui profil este rectiliniu în secţiune longitudinală

2.9. **Tub de protecţie ondulat:** tub de protecţie al cărui profil este ondulat în secţiune longitudinală

Sunt permise atât tuburile de protecţie ondulate inelare cât şi cele elicoidale, fiind posibilă o combinaţie de tuburi de protecţie netede şi ondulate.

2.10. **Tub de protecţie rigid:** tub de protecţie care nu poate fi îndoit decât cu ajutorul unor mijloace mecanice, cu sau fără tratamete speciale.

2.11. **Tub de protecţie pliabil:** tub de protecţie care poate fi îndoit cu mâna, cu o forţă moderată, şi care nu este fabricat pentru a fi îndoit în mod frecvent.

2.12. **Tub de protecţie flexibil:** tub de protecţie care poate fi îndoit cu mâna, cu o forţă redusă, şi care este fabricat pentru a fi îndoit în mod frecvent.

2.13. **Tub de protecţie (transversal) elastic:** tub de protecţie pliabil, care sub acţiunea pentru o scurtă perioadă de timp a unei forţe aplicată transversal pe tub, se deformează şi revine aproximativ la forma iniţială după dispariţia forţei aplicate.

2.14. **Tub de protecţie filetat şi fiting filetat:** tub de proteţie şi fiting care au filet pentru conectare; sau care pot fi filetate.

2.15. **Tub de protecţie nefiletat şi fiting nefiletat:** tub de protecţie şi fiting care pot fi conectate numai prin alte mijloace decât prin înfiletare

2.16. **Accesoriu terminal al tuburilor de protecţie:** accesoriu al tubului de protecţie care termină un sistem de tuburi de protecţie

2.17. **Influenţe externe:** factori care pot afecta un sistem de tuburi de protecţie

Prezenţa apei, a uleiului sau a materialelor de construcţie, temperaturi scăzute şi temperaturi ridicate, substanţe corozive sau poluante sunt astfel de factori.

2.18. **Galvanizare prin metoda cufundării la cald:** acoperire cu un înveliş protector de zinc sau oţel zincat realizată prin metoda introducerii unor produse de fier sau de oţel într-o baie cu zinc topit.

În anumite cazuri, învelişul protector poate fi constituit din mai multe straturi de aliaj de zinc.

2.19. **Şerardizare:** procedeu de difuziune prin care produsele sunt încălzite în strâns contact cu praf de zinc şi cu un produs inert.

Procesul are loc într-un container închis care se roteşte la o temperatură de aproximativ 385°C. Rezistenţa la coroziune este proporţională cu grosimea învelişului care poate fi controlat.

3. **Clasificarea**

3.1. Clasificarea tuburilor de protecţie pentru instalaţii electrice se face conform recomandărilor din standardul SR EN 61386 în funcţie de:

a) caracteristicile mecanice
b) rezistenţa la temperatură
c) caracteristici electrice
d) rezistenţa la influenţe externe
e) rezistenţa la coroziune
f) rezistenţa la propagarea flăcării

3.2. **Cod de clasificare pentru sisteme de tuburi de protecţie conform SR EN 61386-1: 2004**

Prima cifră – Rezistenţă la compresiune (6.1.1.)		
Compresiune foarte scăzută	(125 N)	1
Compresiune scăzută	(320 N)	2
Compresiune medie	(750 N)	3
Compresiune ridicată	(1250 N)	4
Compresiune foarte ridicată	(4000 N)	5

5.7 - 3

A doua cifră – Rezistenţa la impact (6.1.2.)		
Rezistenţă la impact foarte scăzută	(0,5 J)	1
Rezistenţă la impact scăzută	(1 J)	2
Rezistenţă la impact medie	(2 J)	3
Rezistenţă la impact ridicată	(6 J)	4
Rezistenţă la impact foarte ridicată	(20,4 J)	5

A treia cifră de temperaturi scăzute (6.2.1.)	
+ 5°C	1
- 5° C	2
- 15° C	3
- 25°C	4
- 45°C	5

A patra cifră – Domeniu de temperaturi ridicate (6.2.2.)	
+ 60°C	1
+ 90°C	2
+105°C	3
+120°C	4
+150°C	5
+250°C	6
+400°C	7

A cincea cifră – Rezistenţă la încovoiere (6.1.3.)	
Rigid	1
Pliabil	2
Pliabil/Elastic	3
Flexibil	4

A şasea cifră – Proprietăţi electrice (6.3)	
Nedeclarate	0
Cu caracteristici de conitnuitate electrică	1
Cu caracteristici de izolaţie electrică	2
Cu caracteristici atât de continuitate cât şi de izolaţie electrică	3

5.7 - 4

A şaptea cifră – Rezistenţă la pătrunderea corpurilor solide (6.4.1)	
Protejat împotriva corpurilor solide cu diametrul mai mare sau egal cu 2,5 mm	3
Protejat împotriva corpurilor solide cu diametru mai mare sau egal cu 1,0 mm	4
Protejat împotriva prafului	5
Etanş la praf	6

A opta cifră – Rezistenţă la pătrunderea apei (6.4.2)	
Nedeclarat	0
Protejat împotriva căderilor verticale ale stropilor de apă	1
Protejat împotriva căderilor verticale ale stropilor de apă atunci când sistemul de tuburi de protecţie este înclinat la maxim 15°	2
Protejat împotriva apei pulverizate	3
Protejat împotriva apei împroşcate	4
Protejat împotriva jeturilor de apă	5
Prrotejat împotriva jeturilor puternice de apă	6
Protejat împotriva efectelor unei imersări temporare în apă	7

A noua cifră – Protecţie împotriva coroziunii la tuburile metalice (6.4.3)	
Protecţie scăzută interioară şi exterioară	1
Protecţie medie interioară şi exterioară Email cu uscare în cuptor Electrozincare Vopsire cu uscare în aer liber	2
Protecţie compozită medie/ridicată Interior clasa 2/ exterior clasa 4 Email cu uscare în cuptor Şerardizare	3
Protecţie ridicată interioară şi exterioară Zincare prin cufundare Şerardizare Oţel inoxidabil	4

A zecea cifră – Rezistenţă la tracţiune (6.1.4.)	
Nedeclarată	0
Foarte scăzută	1
Scăzuă	2
Medie	3
Ridicată	4
Foarte ridicată	5

A unsprezecea cifră – Rezistenţă la propagarea flăcării (6.5)	
Care nu propagă flacără	1
Care propagă flacăra	2

A douăsprezecea cifră – Rezistenţă la sarcina suspendată (6.1.5)	
Nedeclarată	0
Foarte scăzută	1
Scăzută	2
Medie	3
Ridicată	4
Foarte ridicată	5

A treisprezecea cifră – Efectele focului

În studiu

1. La tuburile de protecţie rigide nu se aplică, 6.1.1.1 (pozitia 1 din 6.1.1), 6.1.2.1., 6.1.3.2., 6.1.3.3., 6.1.3.4., 6.1.4.1., 6.1.5.1. din SR EN 61386 – 21
2. La tuburile de protecţie pliabile, nu se aplică 6.1.1.1., 6.1.2.1., 6.1.3.1., 6.1.3.4., 6.1.4.1. şi 6.1.5.1. din SR EN 61386-22
3. La tuburile de protecţie flexibile, nu se aplică, 6.1.3.1., 6.1.3.2., şi 6.1.3.3. din SR EN 61386-23.

4. **Marcarea**

4.1. Tuburile de protecţie şi fitingurile trebuie să fie marcate conform recomandărilor din SR EN 61386 şi anume:

a) tubul de protecţie trebuie să fie marcat pe produs cu o marcă de fabrică sau cu numele producătorului, astfel încât să poată fi identificat în documentaţia producătorului.
b) tubul de protecţie poate fi de asemenea, marcat cu codul de clasificare ce trebuie să fie în conformitate cu anexa 1 şi trebuie să conţină cel puţin primele patru cifre .

c) fitingul trebuie marcat conform aliniatului a), marcarea va fi, pe cât posibil, pe produs iar dacă acest lucru nu este posibil marcarea se face pe o etichetă care se ataşează produsului sau pe cutia care conţine fitingul.
d) materialele care propagă flacăra trebuie să fie de culoare portocalie. Culoarea nu trebuie să fie obţinută prin vopsire sau prin adăugarea unui strat superficial.

Materialele care nu propagă flacăra pot avea orice culoare mai puţin galben, portocaliu sau roşu, cu excepţia cazului în care pe produs există o marcare clară care să demonstreze că acesta nu propagă flacăra

e) marcarea trebuie să fie durabilă şi lizibilă. Marcarea poate fi realizată prin mulare, presare, gravare, imprimare, prin etichete adezive sau abţibilduri.
f) tuburile de protecţie rigide trebuie marcate pe toată lungimea, la intervale egale, de preferinţă 1m, dar nu mai mari de 3 m şi fiecare lungime trebuie marcată cel puţin o dată.
g) tuburile de protecţie flexibile sau pliabile trebuie marcate conform aliniat f), sau atunci când nu este posibil tehnic, o etichetă cu marcarea trebuie să se ataşeze la fiecare extremitate a produsului, sau pe ambalaj

5. **Dimensiuni**

5.1. Diametrele exterioare ale tuburilor de protecţie pentru instalaţii electrice care se montează în instalaţii aparaent sau îngropat în zidărie şi filetele pentru tuburi şi accesorii sunt recomandate în standardul SR EN 60423.

Diametrele exterioare sunt standardizate la următoarele dimensiuni (în mm): 6; 8; 10; 12; 16; 20; 32; 40; 50; 63 şi 75.

5.2. Diametrele interioare nu sunt standardizate deoarece depind de caracteristicile tuburilor de protecţie, ele urmând să fie indicate de producător.

6. **Construcţia**

6.1. În conformitate cu standardul SR EN 61386, în interiorul sistemului de tuburi de protecţie nu trebuie să existe muchii ascuţite, bavuri sau defecte ale suprafeţei care să conducă la deteriorarea conductoarelor izolate sau cablurilor sau la rănirea instalatorului sau utilizatorului.

6.2. Producătorul trebuie să furnizeze instrucţiunile necesare pentru montarea în siguranţă a unui sistem de tuburi de protecţie.

6.3. Standardele recomandate pentru construcţia tuburilor de protecţie pentru instalaţii electrice sunt următorele:

- SR EN 61386 – 1	Sisteme de tuburi de protecţie Partea 1: Reguli generale
- SR EN 61386 – 21	Idem Partea 21: Prescripţii particulare pentru sisteme de tuburi de protecţie rigide
- SR EN 61386 – 22	Idem Partea 22: Prescripţii particulare pentru sisteme de tuburi de protecţie pliabile
- SR EN 61386 – 23	Idem Partea 23: Prescripţii particulare pentru sisteme de tuburi de protecţie flexibile
- SR EN 60423	Tuburi de protecţie pentru conductoare Diametru exterior al tuburilor pentru instalaţii electrice şi filete pentru tuburi

5.7 - 7

6.4. Tuburile de protecţie se fabrică din materiale plastice şi sintetice, PVC (clorură de polivinil), PE/PP (polietilenă, polipropilenă), PC (policarbonat), PA (poliamidă) etc.
6.5. Tuburile de protecţie se fabrică din oţel (galvanizat la cald, lăcuit, inox, aluminiu şi oţel flexibil cu strat intermediar izolator şi manta din plastic.

7. **Prescripţii particulare pentru sisteme de tuburi de protecţie îngropate în pământ**
7.1. Prescripţiile particulare pentru sistemele e tuburi de protecţie îngropate în pământ sunt reglementate de SR EN 50086-2-4 şi SR EN 50086-2-4/A1.
7.2. Definiţii specifice
Se adaugă următoarele definiţii la punctul 2 din anexă
7.2.1. Sistem de tuburi tip 250: Un sistem de tuburi prevăzut pentru a fi instalat cu precauţii suplimentare.
7.2.2. Sistem de tuburi tip 450 şi 750: Un sistem de tuburi prevăzut pentru a fi îngropat direct în pământ, fără precauţii suplimentare.
7.3. Cod de clasificare conform caracteristicilor mecanice
6.1.1. Rezistenţa la compresiune
6.1.1.1. Tip 250
6.1.1.2. Tip 450
6.1.1.3. Tip 750
6.1.2. Rezistenţa la impact
6.1.2.1. Scăzută (L)
6.1.2.2. Normală (N)
6.1.3. Rezistenţa la incovoiere
6.1.3.1. Rigid
6.1.3.2. Pliabil
6.2. Conform temperaturi
Nu se aplică
6.3. Conform caracteristicilor electrice
În studiu
6.4. Conform rezistenţei la influenţe externe
6.4.1. fără protecţie
6.4.2. cu protecţie
6.5. Alte efecte la comportare la foc
Nu se aplică
7.4. Marcarea tuburilor de protecţie îngropate în pământ
7.4.1. Codul de clasificare “250, 450”, “750” conform 6.1.1.
7.4.2. Codul de clasificare L sau N conform 6.1.2., care trebuie să fie marcat înaintea codului de la pct. 4.1.
7.4.3. Marcarea se face la intervale regulate de 1m, dar nu mai mare de 3m.
7.5. Producătorul trebuie să indice în documentaţie orice informaţie necesară unei instalări şi utilizări specifice şi sigure.
7.6. Diametre recomandate De (exterior)/ Di (interior) mm (Di = De: 1,33) 25/18, 32/24, 40/30, 50/37, 63/47, 75/56, 90/67, 110/82, 125/94, 140/106, 160/120, 180/135, 200/150, 225/170, 250/188.

8. Codul de clasificare pentru proprietăţile declarate ale tuburilor de protecţie, conform SR EN 61386

	Poziţia din codul de clasificare												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Rezistenţa la compresiune	Rezistenţa la impact	Domeniu de temperaturi scazute	Domeniu de temperaturi ridicate	Rezistenţa la încovoiere	Proprietăţi electrice	Rezistenţa la pătrunderea corpurilor solide	Rezistenţa la pătrunderea apei	Protecţia împotriva coroziunii	Rezistenţa la tracţiune	Rezistenţa la propagarea flăcării	Rezistenţa la sarcină suspendată	Efectul focului (în studiu)
0	-	-	-	-	Conform punctului 3.2								
1	1 125N	1 0,5J	1 +5°C	1 +60°C									
2	2 320N	2 1J	2 -5°C	2 +90°C									
3	3 750N	3 2J	3 -15°C	3 +105°C									
4	4 1250N	4 6J	4 -25°C	4 +120°C									
5	5 4000N	5 20,4J	5 -45°C	5 +150°C									
6	-	-	-	6 +250°C									
7	-	-	-	7 +400°C									

2 2 2 1 Exemplu de marcare minimă

1. Marcarea cu codul de clasificare are 12 cifre (vezi 3.2 din anexă);
2. Marcarea minimă este cu primele 4 cifre (ca în exemplu dat);
3. Proiectantul trebuie să indice codul complet al tubului de protecţie ţinând seama de influenţele externe.

Anexa 5.8 – 1
5.8 – 1

PATURI DE CABLURI:

SISTEME DE JGHEABURI (SJ) ŞI DE TUBURI PROFILATE (STP) PENTRU INSTALAŢIILE ELECTRICE, (conform recomandărilor din SR EN 50085)

1. Prescripţii generale

1.1. Sistemele de jgheaburi (SJ) şi de tuburi profilate (STP) se utilizează pentru protecţia şi pozarea conductoarelor izolate, cablurilor, cordoanelor flexibile, aparate şi dacă este cazul, separării lor, în instalaţii electrice şi/sau de comunicaţii cu tensiuni până la 1000 V tensiune alternativă şi/sau 1500 V tensiune continuă.

1.2. Sistemele SJ şi STP fabricate conform cu recomandările din standardul SR EN 50085, asigură protecţia fiabilă pentru utilizatori şi spaţiile învecinate.

Standardul SR EN 50085 nu se aplică sistemelor de tuburi, paturi de cabluri de tablă, paturi de cabluri tip scară, canale prefabricate sau alte echipamente care fac obiectul altor standarde.

1.3. Un echipament electric care face parte integrantă dintr-un sistem sau este încorporat într-o componentă a sistemului, trebuie să satisfacă standardul adecvat al echipamentului, dacă există un astfel de standard.

2. Definiţii specifice

2.1. **Sistem de jgheaburi (SJ)**: Ansamblu format din jgheaburi şi eventual alte elemente componente ale sistemului care formează o carcasă pentru pozarea conductoarelor izolate, a cablurilor şi a cordoanelor flexibile şi în care se pot monta şi diferite echipamente electrice.

2.2. **Sistem de tuburi profilate (STP)**: Ansamblu format din tuburi profilate şi eventual alte componente care formează o carcasă pentru pozarea conductoarelor izolate, a cablurilor şi a cordoanelor flexibile şi în care se pot monta şi diferite echipamente electrice

2.3. **Componente ale sistemului**: Parte a sistemului care cuprinde:

a) jgheab sau tub profilat;
b) fiting;
c) dispozitiv de prindere;
d) dispozitiv pentru montarea aparatajului;
e) accesorii

Un sistem nu trebuie să conţină neapărat toate componentele de la a) la e). Pot fi folosite diferite combinaţii ale elementelor de sistem

2.4. **Jgheab**: Element principal al unui sistem de jgheaburi format dintr-un soclu şi unul sau mai multe capace amoviabile sau care pot fi deschise.

2.5. **Tub profilat**: Element principal al unui sistem de tuburi profilate caracterizat de o secţiune transversală închisă necirculară

2.6. **Fiting**: Element component al unui sistem de jgheaburi sau tuburi profilate cu ajutorul căruia se poate face o prelungire, o schimbare de direcţie sau poate fi capăt terminal al sistemului

2.7. **Dispozitiv de prindere**: Element component al unui sistem de jgheaburi sau tuburi profilate cu ajutorul căruia alte elemente ale sistemului pot fi fixate de perete, tavan, sol sau de o altă structură

2.8. **Dispozitiv de montare a aparatjului**: Element component al sistemului care permite instalarea de aparataj electrică (comutatoare, socluri de prize de curent, întreruptoare, socluri de prize telefonice etc.) care poate fi parte integrantă a aparatului electric.
2.9. **Accesoriu al sistemului**: Element component al sistemului pentru funcţii suplimentare cum ar fi separarea cablurilor, reţinerea cablurilor, ieşirea cablurilor etc.
2.10. **Componentă metalică a sistemului**: Element component al sistemului constituit în întregime din metal
2.11. **Componentă nemetalică a sistemului**: Element component al sistemului constituit în acelaşi timp din material nemetalic.
2.12. **Componentă compozită a sistemului**: Element component al sistemului constituit în acelaşi timp din materiale metalice şi nemetalice
2.13. **Componentă nepropagatoare de flacără a sistemului**: Componentă care se poate aprinde ca urmare a aplicării unei flăcări dar care nu propagă flacăra şi care se stinge singură într-un interval de timp limitat după îndepărtarea flăcării sursă
2.14. **Influenţă externă**: Factor care poate afecta sistemul

Pot fi date următoarele exemple de asemenea factori: prezenţa apei, uleiului, materialelor de construcţii, temperaturi joase sau ridicate, substanţe corozive sau poluate

3. Clasificare

3.1. Conform materialului

3.1.1. SJ/STP metalic
3.1.2. SJ/STP nemetalic
3.1.3. SJ/STP compozit

3.2. Conform rezistenţei la impact în timpul instalării şi utilizării

3.2.1. SJ/STP pentru impact 0,5 J
3.2.2. SJ/STP pentru impact scăzut 1 J
3.2.3. SJ/STP pentru impact mediu 2 J
3.2.4. SJ/STP pentru impact ridicat 5 J
3.2.5. SJ/STP pentru impact foarte ridicat 20 J

3.3. Conform temperaturilor indicate în tabelele 1, 2 şi 3

Tabelul 1

Clasificare (prima cifră)	Temperatura minimă de depozitare şi transport ± 2°C
1 XX	-45
2 XX	-25
3 XX	-15
4 XX	-5

Anexa 5.8 - 3

Tabelul 2

Clasificare (a doua cifră)	Temperatura minimă de instalare şi depozitare ± 2°C
X1 X	-25
X2 X	-5
X3 X	+5
X4 X	+15

Tabelul 3

Clasificare (a treia cifră)	Temperatura maximă de utilizare ± 2°C
X X1	+60
X X2	+90
X X3	+105
X X4	+120

Temperaturile de utilizare de mai sus sunt temperaturi de funcţionare şi nu temperaturi ale mediului ambiant.

3.4 Conform rezistenţei la propagarea flăcării

3.4.1. SJ/STP care nu propagă flacăra

3.4.2 SJ/STP care propagă flacăra

3.5 Conform continuităţii electrice

3.5.1 SJ/STP cu continuitate electrică

3.5.2 SJ/STP fără continuitate electrică

3.6 Conform proprietăţilor electroizolante

3.6.1 SJ/STP cu proprietăţi electroizolante

3.6.2 SJ/STP fără proprietăţi electroizolante

Caracteristicile electroizolante oferă o izolaţie suplimentară atunci când produsul este utilizat cu conductoare izolate şi dacă este cazul, celelalte părţi active având o izolaţie principală.

3.7 Conform gradelor de protecţie asigurate de carcase, conform SR EN 60529.

3.7.1 Protecţia împotriva pătrunderii corpurilor solide

3.7.2 Protecţia împotriva pătrunderii apei

3.7.3 Protecţia accesibilităţii părţilor periculoase

3.8 Conform protecţiei împotriva substanţelor corozive sau poluante

3.8.1 SJ/STP cu protecţie redusă atât în interior cât şi la exterior
3.8.2 SJ/STP cu protecţie medie în exterior şi protecţia redusă în interior
3.8.3 SJ/STP cu protecţie medie atât la interior cât şi exterior
3.8.4 SJ/STP cu protecţie ridicată la exterior şi protecţie redusă în interior
3.8.5 SJ/STP cu protecţie ridicată în exterior şi protecţie medie în interior
3.8.6 SJ/STP cu protecţie ridicată atât la interior cât şi în exterior

3.9 Conform modului de deschidere al capacului de acces al sistemului

3.9.1 SJ/STP cu capac de acces care poate fi deschis fără scule
3.9.2 SJ/STP cu capac de acces care poate fi deschis cu scule

3.10 Conform separării de protecţie electrică

3.10.1 SJ/STP fără pereţi de protecţie internă
3.10.2 SJ/STP cu pereţi de protecţie internă

4. Marcarea (SJ, STP)

4.1. Fiecare componentă a sistemului trebuie să fie marcată cu:

- numele, marca comercială sau marca de identificare a producătorului sau a vânzătorului autorizat
- marca de identificare a produsului care poate fi de exemplu, numărul de catalog, simbolul sau ceva asemănător.

Când componente ale sistemului, altele decât jgheburi, tuburi profilate şi dispozitive de montare a aparatajului, sunt livrate ambalate, marcajul de identificare a produsului poate fi pus numai pe cel mai mic ambalaj, numele sau marca comercială sau marca de identificare a producătorului sau a vânzătorului autorizat fiind pusă pe produs.

Bornele de legare la pământ (la sistemele metalice) trebuie marcate cu simbolul

Acest simbol nu trebuie aplicat pe şuruburi sau pe orice parte uşor amoviabilă. ⏚

Marcarea caracteristicii de propagare a flăcării pe produs nu este reglementată în standarde.

4.2. Marcajul nu trebuie să se şteargă şi să fie uşor lizibil.

Marcajul poate fi realizat prin mulare, presare, gravare, imprimare, prin etichete sau abţibilduri.

5. Documentaţia

5.1. Producătorul trebuie să prevadă în documentaţie toate informaţiile necesare unei instalări şi funcţionări corecte şi în siguranţă.

Documentaţia trebuie să cuprindă:

componentele sistemului;

- funcţia îndeplinită de componentele sistemului şi asamblarea acestora;
- clasificarea sistemului conform cap. 3;
- impedanţa lineară, în Ω/m, a jgheaburilor sau a tuburilor profilate metalice, ale unui sistem declarat conform 3.5.1;
- tensiunea nominală a SJ/STP;
- secţiunea transversală a SJ/STP;
- instrucţiunile necesare pentru obţinerea clasificării declarate a sistemului şi funcţiile acestuia.

Aceste instrucţiuni trebuie să includă modul de instalare recomandat pentru SJ/STP, care să asigure că gradul de protecţie IP declarat va fi realizat după instalare.

5.2. Sistemele de jgheaburi şi sisteme de tuburi profilate prevăzute a fi montate pe pereţi şi tavane, instrucţiunile producătorului trebuie să prevadă modul de realizare a protecţiei; pentru a împiedica lichidele să intre în contact cu conductoarele izolate şi cu părţile active pe durata tratamentului umed al podelei.

6. Construcţia

6.1. Fabricantul trebuie să prevadă în documentaţia sa toate informaţiile necesare unei instalări şi funcţionări corecte şi sigure. Documentaţia trebuie să cuprindă:

- componentele sistemului;
- funcţia îndeplinită de componentele sistemului şi asamblarea acestora;
- clasificarea sistemului conform cap. 3;
- secţiunea transversală utilă pentru cabluri a SJ/STP, în mm^2

6.2. Nici o suprafaţă sau muchie nu trebuie să deterioreze conductoarele izolate, cablurile sau cordoanele flexibile.

6.3. Rezistenţa la propagarea flăcării. SJ/STP care nu propagă flacără trebuie să nu se aprindă sau, dacă se aprind, să nu ardă după îndepărtarea flăcării sursă, conform metodei de încercări din SR EN 60695-2-4/1

6.4. Grade de protecţie asigurată de carcasă. SJ/STP, asamblate şi montate conform prescripţiilor, trebuie să asigure o protecţie adecvată împotriva influenţelor externe, conform clasificării declarate de producător şi având minimum IP20.

Anexa 5.9 – 1
5.9 - 1

PATURI DE CABLURI:

SISTEME DE SUPORTURI TIP SCARĂ
(conform recomandărilor SR EN 61537)

1. Componentele sistemului sunt următoarele:

a) profil pentru trasee de cabluri sau profil pentru scară de cabluri
b) accesorii pentru trasee de cabluri sau accesorii pentru scară de cabluri
c) dispozitiv suport
d) dispozitiv de montaj
e) accesorii ale sistemului

2. Definiţii specifice

2.1. **Sistem de suporturi de cabluri tip scară**
Ansamblu de suporturi pentru cablu constând din profile pentru trasee de cabluri sau din profilele pentru scară de cabluri şi alte componente ale sistemului.

2.2. **Profil pentru trasee de cabluri**
Componenta sistemului utilizat pentru suportul cablului constând dintr-o bază sau elemente laterale integrate sau dintr-o bază de elemente laterale fixe.

2.3. **Profil pentru scară de cabluri**
Componenta sistemului din elemente laterale de suport, fixate unele de altele prin intermediul treptelor de scară.

2.4. **Dispozitiv suport**
Dispozitiv destinat să asigure suportul mecanic şi care poate limita micşorarea unei căi de cablu.

2.5. **Dispozitiv de montare**
Componenta sistemului utilizat pentru ataşarea sau fixarea altor dispozitive la calea de cablu.

2.6. **Accesoriu**
Componenta sistemului utilizat pentru asamblarea, schimbarea direcţiei, schimbarea dimensiunii sau terminarea unor profile pentru trasee de cabluri sau pentru scări de cabluri.

2.7. **Accesoriu al sistemului**
Componenta sistemului utilizat pentru o funcţie suplimentară cum este separarea cablurilor, menţinerea cablurilor şi capace etc.

5.9 - 2

2.8. **Componenta sistemului care nu propagă flacăra**
Componenta sistemului care poate lua foc ca urmare a aplicării unei flăcări, de-a lungul căruia flacăra nu se propagă şi care se autostinge într-un interval de timp limitat de la înlăturarea flăcării.
Verificarea conformităţii se face conform SR EN 61537 pct. 13.1.3.

3. Clasificarea
Clasificarea se face conform recomandărilor din standardul SR EN 61537 în funcţie de:
3.1. Material
3.2. Rezistenţa la propagarea flăcării
- 3.2.1. Care propagă
- 3.2.2. Care nu propagă

3.3. Caracteristicile de continuitate electrică
- 3.3.1. Fără continuitate
- 3.3.2. Cu continuitate

3.4. Conductivitatea electrică
- 3.4.1. Conductiv electric
- 3.4.2. Neconductiv electric

3.5. Acoperirea materialului
- 3.5.1. Componentă neacoperită a sistemului (oţel inox, aluminiu, PVC sau fibră din sticlă)
- 3.5.2. Componentă cu acoperiri metalice (zinc galvanizat şi aluminiu electrolitic)
- 3.5.3. Componentă cu acoperiri organice (pudră expozi şi PVC)
- 3.5.4. Acoperiri metalice şi organice

3.6. Temperatură
- 3.6.1. Temperatura minimă: +20°C; +5°C; -5°C; -15°C; -20°C; -40°C; -50°C
- 3.6.2. Temperatura maximă: +20°C; +40°C; +60°C; +90°C; +105°C; +120°C; +150°C

3.7. Perforarea suprafeţei de bază a unui profil pentru trasee de cabluri

clasa	
A	până la 2%
B	2% ...15%
C	15%...30%
D	>30%

3.8. Deschiderea suprafeţei de bază a unui profil pentru scară de cabluri

Clasificare	Deschiderea sup. de bază
X	Până la 80%
Y	80% ...90%
Z	Peste 90%

3.9. Rezistenţa la impact

2j; 5j; 10j, 20j, 50j

4. Marcarea

4.1. Fiecare componentă trebuie marcată cu marca de fabrică, sau cu marca de identificare a producătorului sau a reprezentantului autorizat.

4.2. Producătorii sau reprezentanţii autorizaţi trebuie să furnizeze în documentaţia sa toate informaţiile necesare pentru o instalare şi o utilizare corectă şi sigură, conform SR EN 61537 şi anume:

a) instrucţiuni pentru asamblare şi instalare a componentelor sistemului şi măsurile de precauţie prescrise pentru a se evita o săgeată transversală excesivă, care poate cauza deteriorarea cablurilor;

b) proprietăţile de dilatare termică şi măsurile de precauţie care trebuie luate, dacă este necesar;

c) clasificarea conform art.3;

d) umiditatea relativă, dacă aceasta afectează clasificarea;

e) informaţii despre modul de realizare a legăturii de echipotenţializare, în particular, atunci când este necesară o conexiune electrică specifică a dispozitivului;

f) măsuri de precauţie pentru transport şi depozitare la temperaturi în afara limitelor de temperatură declarate, dacă este cazul;

g) dimensiunile produsului;

h) valoarea cuplurilor de strângere în Nm pentru conexiunile cu şuruburi şi pentru dispozitivele interne de fixare;

i) restricţii pentru extremităţile deschiderii;

j) poziţia şi tipul cuplelor de-a lungul deschiderii, dacă este cazul;

k) SLS în N/m, pentru accesorii, atunci când nu sunt suportate direct şi distanţa de la suporturile alăturate până la accesorii SLS – Sarcină de lucru de securitate. Sarcina maximă care poate fi aplicată, fără pericol, în utilizarea normală;

l) metode de fixare pentru instalarea traseului de cabluri sau a scării de cabluri pe suporturi, dacă au fost specificate pentru încercare;

m) SLS în N/m, pentru profile de trasee de cabluri sau profile de scară de cabluri, inclusiv asamblările, unde sunt aplicabile una sau mai multe dintre metodele de instalare următoare:

- montate în plan orizontal mergând orizontal pe mai multe deschideri;
- montate în plafon orizontal mergând pe o singură deschidere;

- montate în plan vertical şi care se întind orizontal;
- montate în plan vertical şi care se întind vertical.

n) SLS în N/m, pentru braţe în consolă şi dacă sunt utilizate numai pentru trasee de cabluri;

o) SLS pentru suporturi suspendate, ca moment de torsiune, în Nm şi/sau ca forţă N;

p) specificaţii pentru materiale corespunzătoare şi condiţiile de mediu înconjurător, mediul înconjurător chimic sau agenţii agresivi acceptabili pe care produsul îl poate accepta.

Informaţiile despre SLS pot fi prezentate sub forma unei diagrame, tabele sau similar.

5. Dimensiuni

Producătorul sau reprezentantul autorizat trebuie să furnizeze următoarele informaţii:

- secţiunea acoperitoare a profilului sau a scării de cabluri pentru traseele de cabluri;
- lărgimea bazei profilului pentru trasee de cabluri sau pentru scară de cabluri, disponibilă pentru aşezarea cablurilor;
- înălţimea profilului pentru trasee de cabluri sau pentru scară de cabluri, disponibilă pentru aşezarea cablurilor când este prevăzut un capac;
- raza interioară minimă a accesoriilor disponibilă pentru aşezarea cablurilor;
- dimensiunea perforaţiilor şi dispunerea lor în profile pentru trasee de cabluri;
- dimensiunile treptelor de scară, pasul lor şi dimensiunile perforaţiilor, dacă există.

Componentele sistemului, cum sunt accesoriile, utilizate ca parte a sistemului, pot schimba suprafaţa efectivă disponibilă pentru aşezarea cablurilor.

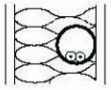
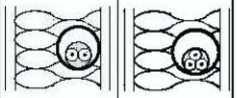
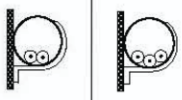
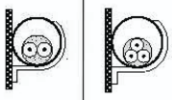
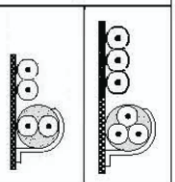
Anexa 5.10

Curenţi admisibili, în amperi, pentru modurile de pozare de referinţă din Anexa 5.5

CONDUCTOARE ŞI CABLURI IZOLATE CU PVC, DOUĂ ŞI TREI CONDUCTOARE ÎNCĂRCATE, CUPRU SAU ALUMINIU

Temperatura conductorului: 70 °C

Temperatura ambiantă de referinţă: 30 °C

Secţiune nominală a conductoarelor mm²	Mod de pozare din anexa 5.5									
	A1		A2		B1		B2		C	
										
Nr. conductoare încarcate	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CUPRU										
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259
150	240	216	219	196	300	262	258	225	344	299
185	273	245	248	223	341	296	294	255	392	341
240	321	286	291	261	400	346	344	297	461	403
300	367	328	334	298	458	394	394	339	530	464
ALUMINIU										
4	20	18,5	19,5	17,5	25	22	24	21	28	25
6	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32
10	36	32	33	31	44	39	41	36	49	44
16	48	43	44	41	60	53	54	48	66	59
25	63	57	58	53	79	70	71	62	83	73
35	77	70	71	65	97	86	86	77	103	90
50	93	84	86	78	118	104	104	92	125	110
70	118	107	108	98	150	133	131	116	160	140
95	142	129	130	118	181	161	157	139	195	170
120	164	149	150	135	210	186	181	160	226	197
150	189	170	172	155	234	204	201	176	261	227
185	215	194	195	176	266	230	230	199	298	259
240	252	227	229	207	312	269	269	232	352	305
300	289	261	263	237	358	306	308	265	406	351

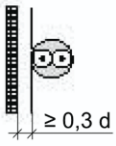
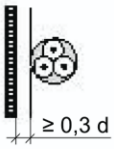
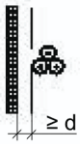
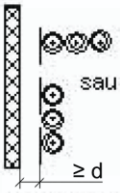
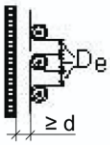
Anexa 5.11

Curenţi admisibili, în amperi, pentru modurile de pozare de referinţă E, F şi G din Anexa 5.5

CABLURI CU IZOLAŢIE PVC, CU CONDUCTOARE DIN CUPRU

Temperatura conductorului: 70 °C

Temperatura ambiantă de referinţă: 30 °C

Secţiune nominală a conductoarelor mm²	Metode de referinţă din anexa 5.5						
	Cabluri multiconductoare		Cabluri cu un conductor				
	Două conductoare încărcate	Trei conductoare încărcate	Două cabluri apropiate încărcate	Trei cabluri în treflă încărcate	Trei cabluri încărcate, în linie		
					Apropiate	Distanţate	
						Orizontal	Vertical
							
	Metoda E	Metoda E	Metoda F	Metoda F	Metoda F	Metoda G	Metoda G
1	2	3	4	5	6	7	8
1,5	22	18,5	–	–	–	–	–
2,5	30	25	–	–	–	–	–
4	40	34	–	–	–	–	–
6	51	43	–	–	–	–	–
10	70	60	–	–	–	–	–
16	94	80	–	–	–	–	–
25	119	101	131	110	114	146	130
35	148	126	162	137	143	181	162
50	180	153	196	167	174	219	197
70	232	196	251	216	225	281	254
95	282	238	304	264	275	341	311
120	328	276	352	308	321	396	362
150	379	319	406	356	372	456	419
185	434	364	463	409	427	521	480
240	514	430	546	485	507	615	569
300	593	497	629	561	587	709	659
400	–	–	754	656	689	852	795
500	–	–	868	749	789	982	920
630	–	–	1 005	855	905	1 138	1 070

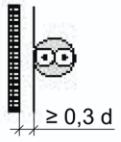
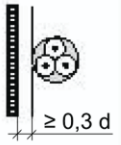
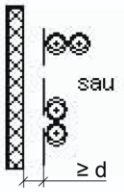
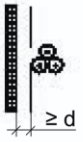
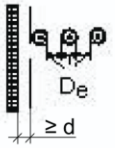
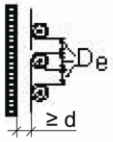
Anexa 5.12

Curenţi admisibili, în amperi, pentru modurile de pozare de referinţă E, F şi G din Anexa 5.5

CABLURI CU IZOLAŢIE PVC, CU CONDUCTOARE DIN ALUMINIU

Temperatura conductorului: 70 °C

Temperatura ambiantă de referinţă: 30 °C

Secţiune nominală a conductoarelor mm²	Metode de referinţă din anexa 5.5						
	Cabluri multiconductoare		Cabluri cu un conductor				
	Două conductoare încărcate	Trei conductoare încărcate	Două cabluri apropiate încărcate	Trei cabluri întreţă încărcate	Trei cabluri încărcate, în linie		
					Apropiate	Distanţate	
						Orizontal	Vertical
							
	Metoda E	Metoda E	Metoda F	Metoda F	Metoda F	Metoda G	Metoda G
1	2	3	4	5	6	7	8
–	–	–	–	–	–	–	–
4	31	26	–	–	–	–	–
6	39	33	–	–	–	–	–
10	54	46	–	–	–	–	–
16	73	61	–	–	–	–	–
25	89	78	98	84	87	112	99
35	111	96	122	105	109	139	124
50	135	117	149	128	133	169	152
70	173	150	192	166	173	217	196
95	210	183	235	203	212	265	241
120	244	212	273	237	247	308	282
150	282	245	316	274	287	356	327
185	322	280	363	315	330	407	376
240	380	330	430	375	392	482	447
300	439	381	497	434	455	557	519
400	–	–	600	526	552	671	629
500	–	–	694	610	640	775	730
630	–	–	808	711	746	900	852

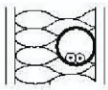
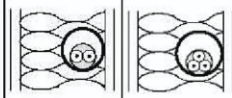
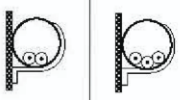
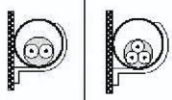
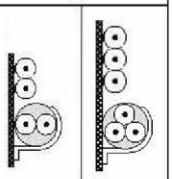
Anexa 5.13

Curenţi admisibili, în amperi, pentru modurile de pozare de referinţă din Anexa 5.5

CONDUCTOARE ŞI CABLURI IZOLATE CU XLPE, DOUĂ ŞI TREI CONDUCTOARE ÎNCĂRCATE, CUPRU SAU ALUMINIU

Temperatura conductorului: 90 °C

Temperatura ambiantă de referinţă: 30 °C

Secţiune nominală a conductoarelor mm²	Mod de pozare din anexa 5.5									
	A1		A2		B1		B2		C	
										
Nr. conductoare incarcate	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CUPRU										
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147
50	158	141	145	130	198	175	175	154	209	179
70	200	179	183	164	253	222	221	194	269	229
95	241	216	220	197	306	269	265	233	328	278
120	278	249	253	227	354	312	305	268	382	322
150	318	285	290	259	393	342	334	300	441	371
185	362	324	329	295	449	384	384	340	506	424
240	424	380	386	346	528	450	459	398	599	500
300	486	435	442	396	603	514	532	455	693	576
ALUMINIU										
4	27	25	26	24	33	29	31	28	35	32
6	35	32	33	31	43	38	40	35	45	41
10	48	44	45	41	59	52	54	48	62	57
16	64	58	60	55	79	71	72	64	84	76
25	84	76	78	71	105	93	94	84	101	90
35	103	94	96	87	130	116	115	103	126	112
50	125	113	115	104	157	140	138	124	154	136
70	158	142	145	131	200	179	175	156	198	174
95	191	171	175	157	242	217	210	188	241	211
120	220	197	201	180	281	251	242	216	280	245
150	253	226	230	206	307	267	261	240	324	283
185	288	256	262	233	351	300	360	272	371	323
240	338	300	307	273	412	351	358	318	439	382
300	387	344	352	313	471	402	415	364	508	440

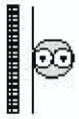
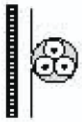
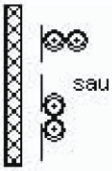
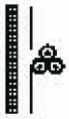
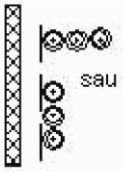
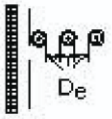
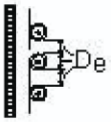
Anexa 5.14

Curenţi admisibili, în amperi, pentru modurile de pozare de referinţă E, F şi G din Anexa 5.5

CABLURI CU IZOLAŢIE XLPE, CU CONDUCTOARE DIN CUPRU

Temperatura conductorului: 90 °C

Temperatura ambiantă de referinţă: 30 °C

Secţiunea nominală a conductoarelor mm²	Metode de referinţă din anexa 5.5						
	Cabluri multiconductoare		Cabluri cu un conductor				
	Două conductoare încărcate	Trei conductoare încărcate	Două cabluri apropiate încărcate	Trei cabluri în treflă încărcate	Trei cabluri încărcate, în linie		
					Apropiate	Distanţate	
						Orizontal	Vertical
							
	Metoda E	Metoda E	Metoda F	Metoda F	Metoda F	Metoda G	Metoda G
1	2	3	4	5	6	7	8
1,5	26	23	–	–	–	–	–
2,5	36	32	–	–	–	–	–
4	49	42	–	–	–	–	–
6	63	54	–	–	–	–	–
10	86	75	–	–	–	–	–
16	115	100	–	–	–	–	–
25	149	127	161	135	141	182	161
35	185	158	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	216	275	246
70	289	246	310	268	279	353	318
95	352	298	377	328	342	430	389
120	410	346	437	383	400	500	454
150	473	399	504	444	464	577	527
185	542	456	575	510	533	661	605
240	641	538	679	607	634	781	719
300	741	621	783	703	736	902	833
400	–	–	940	823	868	1 085	1 008
500	–	–	1 083	946	998	1 253	1 169
630	–	–	1 254	1 088	1 151	1 454	1 362

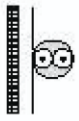
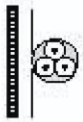
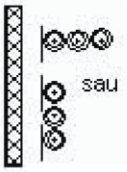
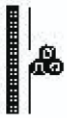
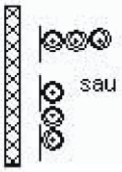
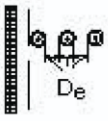
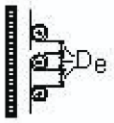
Anexa 5.15

Curenţi admisibili, în amperi, pentru modurile de pozare de referinţă E, F şi G din Anexa 5.5

CABLURI CU IZOLAŢIE XLPE, CU CONDUCTOARE DIN ALUMINIU

Temperatura conductorului: 90 °C

Temperatura ambiantă de referinţă: 30 °C

Secţiune nominală a conductoarelor mm²	Metode de referinţă din anexa 5.5						
	Cabluri multiconductoare		Cabluri cu un conductor				
	Două conductoare încărcate	Trei conductoare încărcate	Două cabluri apropiate încărcate	Trei cabluri în treflă încărcate	Trei cabluri încărcate, în linie		
					Apropiate	Distanţate	
						Orizontal	Vertical
							
	Metoda E	Metoda E	Metoda F	Metoda F	Metoda F	Metoda G	Metoda G
1	2	3	4	5	6	7	8
4	38	32	–	–	–	–	–
6	49	42	–	–	–	–	–
10	67	58	–	–	–	–	–
16	91	77	–	–	–	–	–
25	108	97	121	103	107	138	122
35	135	120	150	129	135	172	153
50	164	146	184	159	165	210	188
70	211	187	237	206	215	271	244
95	257	227	289	253	264	332	300
120	300	263	337	296	308	387	351
150	346	304	389	343	358	448	408
185	397	347	447	395	413	515	470
240	470	409	530	471	492	611	561
300	543	471	613	547	571	708	652
400	–	–	740	663	694	856	792
500	–	–	856	770	806	991	921
630	–	–	996	899	942	1 154	1 077

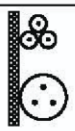
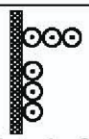
Anexa 5.16

Curenţi admisibili, în amperi, pentru modurile de pozare de referinţă C din Anexa 5.5

CABLURI CU IZOLAŢIE MINERALĂ, CONDUCTOARE ŞI ECRAN DIN CUPRU, MANTA DIN PVC

Temperatura mantalei metalice: 70 °C

Temperatura ambiantă de referinţă: 30 °C

Secţiune nominală a conductorului	Metode de referinţă din anexa 5.5		
	Două cabluri sau un cablu cu două conductoare încarcate	Trei conductoare încărcate	
		Cablu multiconductor sau cabluri cu un conductor în treflă	Cabluri cu un conductor apropiate în linie
mm²	 Metoda C	 Metoda C	 Metoda C
1	2	3	4
500 V			
1,5	23	19	21
2,5	31	26	29
4	40	35	38
750 V			
1,5	25	21	23
2,5	34	28	31
4	45	37	41
6	57	48	52
10	77	65	70
16	102	86	92
25	133	112	120
35	163	137	147
50	202	169	181
70	247	207	221
95	296	249	264
120	340	286	303
150	388	327	346
185	440	371	392
240	514	434	457

NOTA 1 – Pentru cabluri cu un conductor, ecranele cablurilor aceluiaşi circuit sunt legate împreună la ambele extremităţi.

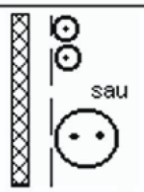
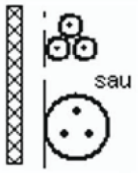
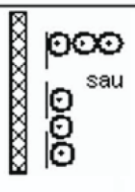
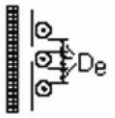
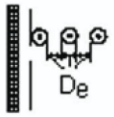
Anexa 5.17

Curenţi admisibili, în amperi, pentru modurile de pozare de referinţă E, F şi G din Anexa 5.5

CABLURI CU IZOLAŢIE MINERALĂ, CU CONDUCTOARE ŞI ECRAN DIN CUPRU

Temperatura mantalei metalice: 70 °C

Temperatura ambiantă de referinţă: 30 °C

Secţiunea nominală a conductoarelor	Metode de referinţă din anexa 5.5				
		Trei conductoare încărcate			
	Două conductoare sau un cablu cu doua conductoare incarcate	Cablu multiconductor sau cabluri cu un conductor în treflă	Cabluri cu un conductor apropiate in linie	Cabluri cu un conductor , distanţate vertical in linie	Cabluri cu un conductor distanţate orizontal in linie
mm²					
	Metoda E sau F	Metoda E sau F	Metoda F	Metoda G	Metoda G
1	2	3	4	5	6
500 V					
1,5	25	21	23	26	29
2,5	33	28	31	34	39
4	44	37	41	45	51
750 V					
1,5	26	22	26	28	32
2,5	36	30	34	37	43
4	47	40	45	49	56
6	60	51	57	62	71
10	82	69	77	84	95
16	109	92	102	110	125
25	142	120	132	142	162
35	174	147	161	173	197
50	215	182	198	213	242
70	264	223	241	259	294
95	317	267	289	309	351
120	364	308	331	353	402
150	416	352	377	400	454
185	472	399	426	446	507
240	552	466	496	497	565

NOTA 1 – Pentru cabluri cu un conductor, mantalele cablurilor aceluiaşi circuit sunt legate împreună la ambele extremităţi.

NOTA 2 – D_e este diametrul extern al unui cablu.

Anexa 5.18

Factorii de corecţie pentru temperaturi ambiante diferite de 30 °C aplicabili valorilor curenţilor admisibili pentru cabluri în aer liber

(K1)

Temperatură ambiantă °C	Izolaţie		
	PVC	XLPE	Minerală *
			Manta PVC sau cablu neizolat şi accesibil 70 °C
10	1,22	1,15	1,26
15	1,17	1,12	1,20
20	1,12	1,08	1,14
25	1,06	1,04	1,07
30	1,00	1,00	1,00
35	0,94	0,96	0,93
40	0,87	0,91	0,85
45	0,79	0,87	0,87
50	0,71	0,82	0,67
55	0,61	0,76	0,57
60	0,50	0,71	0,45
65	–	0,65	–
70	–	0,58	–
75	–	0,50	–
80	–	0,41	–
85	–	–	–
90	–	–	–
95	–	–	–

* Pentru temperaturi ambiante mai ridicate, a se consulta fabricantul

Anexa 5.19

Factorii de corecţie pentru grupări de mai multe circuite sau mai multe cabluri multiconductoare aplicabili valorilor curenţilor admisibili din Anexele 5.10 până la 5.17

(K2)

Punct	Dispunerea cablurilor apropiate	Numărul de circuite sau de cabluri multiconductoare												Anexele cu metode de referinţă
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Grupări în aer pe o suprafaţă, înglobate sau închise (vezi nota 8)	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	**5.10** până la **5.17,** metodele A până la F
2	a) Strat simplu pe perete, planşeu, sau tăvi neperforate cu contact (vezi nota 9)	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Fără factor de reducere suplimentară pentru mai mult de nouă circuite sau cabluri multiconductoare			**5.10** **5.13** **5.16** metoda C
	b) Idem, cu spatiu egal cu diametrul exterior d (vezi nota 10)	1,00	0,94	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90				
3	a) Strat simplu fixat sub plafon (vezi nota 11)	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
	b) Idem, cu spatiu egal cu diametrul exterior d (vezi nota 12)	0,95	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85				
4	Strat simplu pe tăvi perforate orizontale sau verticale cu contact, conform **anexa 5.20** poz. 31	1,00	0,88	0,82	0,78	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				**5.11** **5.12** **5.14** **5.15** **5.17** metoda E şi F
5	Strat simplu, pe suport tip scară, console etc., cu contact conform **anexei 5.20, poz. 32**	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

NOTA 1 – Aceşti factori se aplică grupărilor omogene de cabluri, încărcate egal.

NOTA 2 - ATUNCI CAND DISTANTA ORIZONTALA INTRE CABLURI INVECINATE ESTE MAI MARE DE DOUA ORI DIAMETRUL EXTERIOR, NU ESTE NECESAR NICI UN FACTOR DE CORECTIE

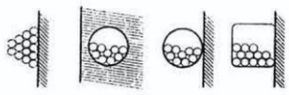
NOTA 3 – Aceeaşi factori de corecţie se aplică:
- la grupări de două sau trei cabluri cu un conductor,
- cablurilor multiconductoare.

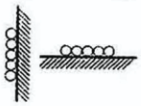
NOTA 4 – Dacă o grupare este constituită din cabluri cu două sau trei conductoare, numărul total de cabluri este luat ca numărul de circuite, şi factorul de corecţie este aplicat tabelelor pentru două conductoare încărcate pentru cabluri cu două conductoare şi tabelelor pentru trei conductoare încărcate pentru cabluri cu trei conductoare.

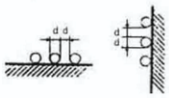
NOTA 5 – Dacă o grupare este constituită din *n* cabluri cu un conductor, el poate fi considerat fie ca *n*/2 circuite de două conductoare încărcate, fie ca *n*/3 circuite de trei conductoare încărcate.

NOTA 6 – Valorile indicate sunt valori medii în domeniul dimensiunilor conductoarelor şi a modului de pozare din **anexele 5.10 până la 5.17**

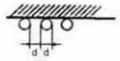
NOTA 7 – Pentru anumite instalaţii şi pentru moduri de pozare care nu sunt prevăzute în tabele, poate fi corespunzătoare utilizarea factorilor calculaţi pentru cazuri specifice, a se vedea de exemplu **anexele 5.20 şi 5.21.**

NOTA 8 

NOTA 9 

NOTA 10 

NOTA 11 

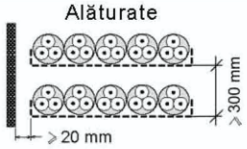
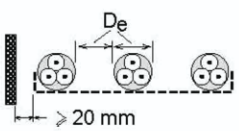
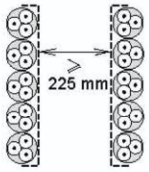
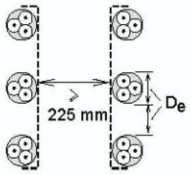
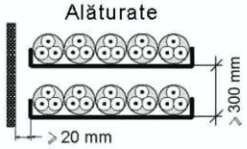
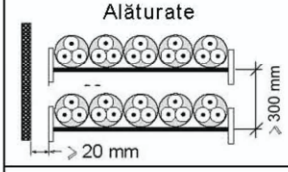
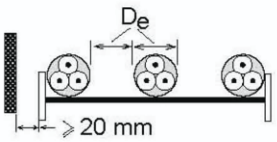
NOTA 12 

Anexa 5.20

Factorii de corecţie ai grupării pentru mai multe cabluri (nota 1) multiconductoare

pozate în aer liber

(Mod de pozare din Anexele 5.11, 5.12, 5.14, 5.15, 5.17)

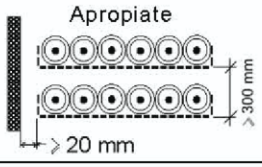
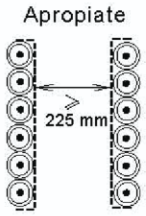
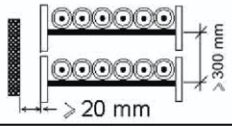
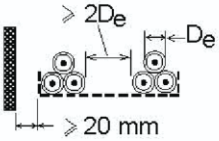
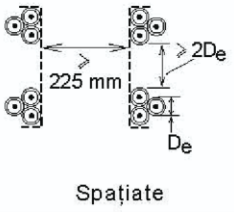
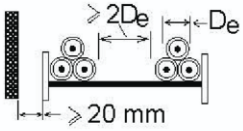
Nr. crt.	Mod de pozare din anexa 5.6			Număr de tăvi	Număr de cabluri					
					1	2	3	4	6	9
1	Tăvi perforate (nota 2)	31	Alăturate 	1	1,00	0,88	0,82	0,79	0,76	0,73
				2	1,00	0,87	0,80	0,77	0,73	0,68
				3	1,00	0,86	0,79	0,76	0,71	0,66
				6	1,00	0,84	0,77	0,73	0,68	0,64
			Spaţiate 	1	1,00	1,00	0,98	0,95	0,91	–
				2	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87	–
				3	1,00	0,98	0,95	0,91	0,85	–
2	Tăvi verticale perforate nota 3	31	 Alăturate	1	1,00	0,88	0,82	0,78	0,73	0,72
				2	1,00	0,88	0,81	0,76	0,71	0,70
			 Spaţiate	1	1,00	0,91	0,89	0,88	0,87	–
				2	1,00	0,91	0,88	0,87	0,85	–
3	Tavi neperforate	30	Alăturate 	1	0,97	0,84	0,78	0,75	0,71	0,68
				2	0,97	0,83	0,76	0,72	0,68	0,63
				3	0,97	0,82	0,75	0,71	0,66	0,61
				6	0,97	0,81	0,73	0,69	0,63	0,58
4	Suporturi tip scară, console etc nota 2	32	Alăturate 	1	1,00	0,87	0,82	0,80	0,79	0,78
				2	1,00	0,86	0,80	0,78	0,76	0,73
				3	1,00	0,85	0,79	0,76	0,73	0,70
				6	1,00	0,84	0,77	0,73	0,68	0,64
		33								
		34	Distanţate 	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	–
				2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	–
				3	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	–
	Factorii sunt aplicabili straturilor simple de cabluri aşa cum sunt reprezentate mai sus, dar nu se pot aplica cablurilor dispuse în straturi. Valorile pentru asemenea dispuneri pot fi sensibil mai mici şi trebuie determinate printr-o metodă corespunzătoare.									
	NOTA 1 – Valorile indicate sunt pentru tipurile de cabluri şi domeniu de secţiuni luate în considerare în anexele 5.11, 5.12, 5.14, 5.15, 5.17. NOTA 2 – Valorile sunt indicate pentru o distanţă verticală între tăvi de 300 mm şi până la 20 mm între tăvi şi perete NOTA 3 – Valorile sunt indicate pentru o distanţă orizontală între tăvi de 225 mm, tăvile fiind montate spate în spate.									

Anexa 5.21

Factorii de corecţie ai grupării pentru mai multe cabluri monoconductoare (nota 1)

pozate în aer liber

(Mod de pozare E din Anexele 5.11, 5.12, 5.14, 5.15, 5.17)

Mod de pozare din anexa 5.6			Număr de tăvi	Număr de circuite trifazate (note 2)			De utilizat pentru
				1	2	3	
Tăvi perforate (nota 3)	31		1 2 3	0,98 0,96 0,95	0,91 0,87 0,85	0,87 0,81 0,78	Trei cabluri în formaţie orizontală
Tăvi verticale perforate nota 4	31		1 2	0,96 0,95	0,86 0,84	– –	Trei cabluri în formaţie verticală
Suport tip scară, console etc. (nota 3)	32 33 34		1 2 3	1,00 0,98 0,97	0,97 0,93 0,90	0,96 0,89 0,86	Trei cabluri în formaţie orizontală
Tăvi perforate nota 3	31		1 2 3	1,00 0,97 0,96	0,98 0,93 0,92	0,96 0,89 0,86	Trei cabluri în treflă
Tăvi verticale perforate (nota 4)	31		1 2	1,00 1,00	0,91 0,90	0,89 0,86	
Suport tip scară, console etc. (nota 3)	32 33 34		1 2 3	1,00 0,97 0,96	1,00 0,95 0,94	1,00 0,93 0,94	

Factorii sunt aplicabili straturilor simple de cabluri aşa cum sunt reprezentate mai sus, dar nu se pot aplica cablurilor dispuse în straturi. Valorile pentru asemenea dispuneri pot fi sensibil mai mici şi trebuie determinate printr-o metodă corespunzătoare

NOTA 1 – Valorile indicate sunt valori pentru tipurile de cabluri şi domeniu de secţiuni luate în considerare anexele 5.11, 5.12, 5.14, 5.15, 5.17.

NOTE 2 – Pentru circuite care conţin mai multe cabluri în paralel pe fază , ar trebui ca fiecare grupare de trei circuite să fie considerat ca un circuit pentru aplicarea acestui tabel.

NOTE 3 – Valorile sunt indicate pentru o distanţă verticală între tăvi de 300 mm .

NOTE 4 – Valorile sunt indicate pentru o distanţă orizontală între tăvi de 225 mm, tăvile fiind montate spate în spate şi la distanţă de mai puţin 20 mm între tavă şi perete

Anexa 5.22

Sarcina admisibilă pentru cabluri pozate în pământ, în condiţii normale de funcţionare, U_o/U=0,6/1 kV

Materialul izolant		PVC					XLPE			
Temperatura de funcţionare admisă		70°C					90°C			
Dispunerea		1)	2)	3)			1)	3)		
Secţiunea nominală conductor cupru mm²		Sarcina admisibila, conductor cupru, in A								
1		*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
1,5		40	32	26	-	-	48	30	32	39
2,5		54	42	34	-	-	63	40	43	51
4		70	54	44	-	-	82	52	55	66
6		90	68	56	-	-	103	64	68	82
10		122	90	73	-	-	137	86	90	109
16		160	116	98	107	127	177	111	115	139
25		206	-	128	137	163	229	143	149	179
35		249	-	157	165	195	275	173	178	213
50		296	-	185	195	230	327	205	211	251
70		365	-	228	239	282	402	252	259	307
95		438	-	275	287	336	482	303	310	366
120		499	-	313	326	382	550	346	352	416
150		561	-	353	366	428	618	390	396	465
185		637	-	399	414	483	701	441	449	526
240		743	-	464	481	561	819	511	521	610
300		843	-	524	542	632	931	580	587	689
400		986	-	600	624	730	1073	663	669	788
500		1125	-	-	698	823	1223	-	748	889
Secţiunea nominală conductor aluminiu mm²		Sarcina admisibila, conductor aluminiu, in A								
4		52	42	36	-	-	63	40	-	-
6		68	52	45	-	-	80	49	-	-
10		86	69	60	-	-	106	66	-	-
16		113	90	78	-	-	137	87	-	-
25		150	115	99	-	-	177	111	-	-
35		192	140	118	127	151	212	132	137	164
50		229	165	142	151	179	253	157	163	195
70		282	200	176	186	218	311	195	201	238
95		339	245	211	223	261	374	233	240	284
120		388	275	242	254	297	427	266	274	323
150		435	315	270	285	332	479	299	308	361
185		494	355	308	323	376	543	340	350	408
240		578	415	363	378	437	637	401	408	476
300		654	465	412	427	494	721	455	462	537
400		765	-	475	496	572	832	526	531	616
500		873	-	-	562	649	949	-	601	699
Tabele factori de corecţie	f_1	**5.23**	**5.23**	**5.23**	**5.23**	**5.23**	**5.23**	**5.23**	**5.23**	**5.23**
	f_2	-	**5.24**	**5.25**	**5.26 5.27**	**5.28**	-	**5.25**	**5.26 5.27**	**5.28**

1) Încărcarea admisibilă în instalaţii de curent continuu
2) Cabluri cu 2 conductoare incarcate
3) Cabluri trifazate cu 3 conductoare incarcate

Pentru condiţii normale de funcţionare şi indicaţii pentru condiţii de funcţionare deosebite vezi art. 5.2.3.2.1

Anexa 5.23

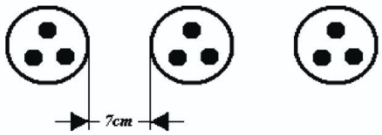
Factorii de corecţie f_1

Temperatura de funcţionare admisă	Temperatura solului	Rezistenţa termică specifică solului, K · m/W															
		0,7							1,0			1,5					2,5
		Gradul de încărcare							Gradul de încărcare			Gradul de încărcare					Gradul de încărcare
°C	°C	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	0,5 ÷1,00
Cablu cu XLPE 90 °C	5	1,24	1,21	1,18	1,13	1,07	1,11	1,09	1,07	1,03	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,94	0,89
	10	1,23	1,19	1,16	1,11	1,05	1,09	1,07	1,05	1,01	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93	0,91	0,86
	15	1,21	1,17	1,14	1,03	1,03	1,07	1,05	1,02	0,99	0,95	0,95	0,93	0,92	0,91	0,89	0,84
	20	1,19	1,15	1,12	1,06	1,00	1,05	1,02	1,00	0,96	0,93	0,92	0,91	0,90	0,88	0,86	0,81
	25	-	-	-	-	-	1,02	1,00	0,98	0,94	0,90	0,90	0,88	0,87	0,85	0,84	0,78
	30	-	-	-	-	-	-	-	0,95	0,91	0,88	0,87	0,86	0,84	0,83	0,81	0,75
	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,82	0,80	0,78	0,72
	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,68
Cablu cu PVC 70 °C	5	1,20	1,26	1,22	1,15	1,01	1,13	1,11	1,08	1,04	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,89	0,86
	10	1,27	1,23	1,19	1,13	1,06	1,11	1,08	1,06	1,01	0,97	0,96	0,95	0,94	0,92	0,86	0,83
	15	1 25	1 21	1 17	1,10	1 03	1,08	1 06	1 03	0 99	0 94	0 93	0,92	091	0,85	0,84	0,79
	20	1,23	1,18	1,14	108	1,01	1,06	1,03	1,00	0,96	0,91	0,90	0,80	0,87	0,85	0,83	0,76
	25						1,03	1,00	0,97	0,93	0,88	0,87	0,85	0,84	0,82	0,79	0,72
	30								0,94	0,80	0,85	0,84	0,82	0,80	0,78	0,76	0,08
	35													0,77	0,74	0,72	0,70
	40																0,59

Factorul de. corecţie $\mathbf{f_1}$ se utilizează numai împreună cu factorul de corecţie $\mathbf{f_2}$ din anexele 5.24÷5.28.

Anexa 5.24

Factorii de corecţie f_2. Cabluri cu trei conductoare în sisteme monofazate

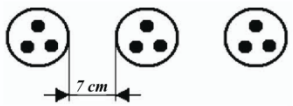


Tipul constructiv	Numărul de sisteme	Rezistența termică specifică a solului, K · m/W																			
		0,7					1,0					1.5					2.5				
		Gradul de încărcare					Gradul de încărcare					Gradul de încărcare					Gradul de încărcare				
-	-	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00
Cablu cu PVC 0,6/1 kV	1	0,90	0,91	0,93	0,96	0,91	0,98	0,99	1,00	0,96	0,91	1,05	1,04	1,03	0,97	0,91	1,14	1,09	1,04	0,97	0,91
	2	0,85	0,85	0,85	0,81	0,76	0,93	0,92	0,89	0,82	0,76	0,98	0,95	0,90	0,82	0,76	1,03	0,96	0,90	0,82	0,76
	3	0,80	0,79	0,78	0,72	0,66	0,87	0,86	0,80	0,72	0,66	0,93	0,86	0,80	0,73	0,66	0,95	0,87	0,81	0,73	0,66
	4	0,77	0,76	0,74	0,67	0,61	0,83	0,81	0,75	0,67	0,61	0,89	0,82	0,75	0,68	0,61	0,90	0,82	0,76	0,68	0,61
	5	0,75	0,76	0,70	0,63	0,57	0,84	0,77	0,71	0,63	0,57	0,85	0,77	0,71	0,63	0,57	0,86	0,78	0,72	0,64	0,57
	6	0,73	0,73	0,67	0,60	0,55	0,81	0,74	0,68	0,60	0,55	0,82	0,74	0,68	0,61	0,55	0,83	0,75	0,69	0,61	0,55
	8	0,70	0,69	0,63	0,56	0,51	0,77	0,70	0,64	0,56	0,51	0,77	0,70	0,64	0,57	0,51	0,78	0,71	0,64	0,57	0,51
	10	0,67	0,66	0,60	0,53	0,48	0,74	0,67	0,61	0,54	0,48	0,74	0,67	0,61	0,54	0,48	0,75	0,67	0,61	0,54	0,48

[1)] Cablu cu două şi trei conductoare în sisteme monofazate şi curent continuu

Anexa 5.25

Factorii de corecţie f_2. Cabluri cu trei conductoare trifazate

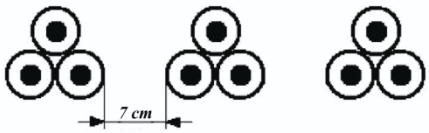


Tipul constructiv	Numărul de sisteme	Rezistenţa termică specifică a solului, K · m/W																			
		0,7					1,0					1,5					2,5				
		Gradul de încărcare					Gradul de încărcare					Gradul de încărcare					Gradul de încărcare				
-	-	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00
Cablu cu XLPE[2] 0,6/1 kV	1	1,02	0,92	0,99	0,94	0,89	1,06	1,05	1,00	0,94	0,89	1,09	1,06	1,01	0,94	0,89	1,11	1,07	1,02	0,95	0,89
	2	0,95	0,89	0,84	0,77	0,72	0,98	0,91	0,85	0,78	0,72	0,99	0,92	0,86	0,78	0,72	1,01	0,94	0,87	0,79	0,72
	3	0,86	0,80	0,74	0,68	0,62	0,89	0,81	0,75	0,68	0,62	0,90	0,83	0,77	0,69	0,62	0,92	0,84	0,77	0,69	0,62
	4	0,82	0,75	0,69	0,63	0,57	0,84	0,76	0,70	0,63	0,57	0,85	0,78	0,71	0,63	0,57	0,86	0,78	0,72	0,64	0,57
	5	0,78	0,71	0,65	0,59	0,53	0,80	0,72	0,66	0,59	0,53	0,81	0,73	0,67	0,59	0,53	0,82	0,74	0,6?	0,60	0,53
	6	0,75	0,68	0,63	0,56	0,51	0,77	0,69	0,63	0,56	0,51	0,78	0,70	0,64	0,57	0,51	0,79	0,71	0,65	0,57	0,51
	8	0,71	0,64	0,59	0,52	0,47	0,72	0,65	0,59	0,52	0,47	0,73	0,66	0,60	0,52	0,47	0,74	0,66	0,60	0,53	0,47
	10	0,68	0,61	0,56	0,49	0,44	0,69	0,62	0,56	0,50	0,44	0,70	0,63	0,57	0,50	0,44	0,71	0,63	0,57	0,50	0,44
Cablu cu PVC[2] 0,6/1 kV	1	0,91	0,92	0,94	0,94	0,89	0,97	0,97	1,00	0,94	0,89	1,04	1,03	1,01	0,94	0,89	1,13	1,07	1,02	0,95	0,89
	2	0,86	0,87	0,85	0,77	0,72	0,91	0,90	0,86	0,78	0,72	0,97	0,93	0,87	0,78	0,72	1,01	0,94	0,88	0,79	0,72
	3	0,82	0,80	0,75	0,68	0,62	0,86	0,82	0,76	0,68	0,62	0,91	0,84	0,77	0,69	0,62	0,92	0,84	0,78	0,69	0,62
	4	0,80	0,76	0,70	0,63	0,57	0,84	0,77	0,71	0,63	0,57	0,86	0,78	0,72	0,63	0,57	0,87	0,79	0,73	0,64	0,57
	5	0,78	0,72	0,66	0,59	0,53	0,81	0,73	0,67	0,59	0,53	0,81	0,74	0,68	0,59	0,53	0,82	0,75	0,68	0,60	0,53
	6	0,76	0,69	0,64	0,56	0,51	0,79	0,70	0,64	0,56	0,51	0,78	0,71	0,65	0,57	0,51	0,79	0,72	0,65	0,57	0,51
	8	0,72	0,65	0,59	0,52	0,47	0,73	0,66	0,60	0,52	0,47	0,74	0,67	0,61	0,52	0,47	0,75	0,67	0,61	0,53	0,47
	10	0,69	0,62	0,57	0,49	0,44	0,70	0,63	0,57	0,50	0,44	0,71	0,64	0,58	0,50	0,44	0,71	0,64	0,58	0,50	0,44

1) În sisteme trifazate aceste valori sunt valabile, de asemenea, pentru cabluri pentru 0,6/1 kV cu 4 sau 5 conductoare.
2) În sisteme de curent continuu aceste valori sunt valabile, de asemenea, pentru cabluri cu un conductor pentru 0,6/1 kV.

Anexa 5.26

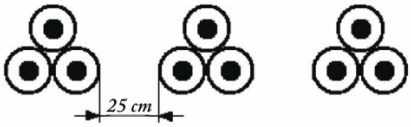
Factorii de corecţie f_2.
Cabluri cu un conductor, în sisteme trifazate grupate în treflă, la 7 cm distanţă



Tipul constructiv	Numărul de sisteme	Rezistența termică specifică a solului, K· m/W																			
		0,7					1,0					1,5					2,5				
		Gradul de încărcare					Gradul de încărcare					Gradul de încărcare					Gradul de încărcare				
-	-	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00
Cablu cu XLPE 0,6/1 kV	1	1,09	1,04	0,99	0,91	0,87	1,11	1,05	1,00	0,93	0,87	1,13	1,07	1,01	0,94	0,87	1,17	1,09	1,03	0,94	0,87
	2	0,97	0,90	0,84	0,77	0,71	0,98	0,91	0,85	0,77	0,71	1,00	0,92	0,86	0,77	0,71	1,02	0,94	0,87	0,78	0,71
	3	0,81	0,80	0,74	0,67	0,61	0,89	0,82	0,75	0,67	0,61	0,90	0,82	0,76	0,68	0,61	0,92	0,83	0,76	0,68	0,61
	4	0,83	0,75	0,69	0,62	0,56	0,84	0,76	0,70	0,62	0,56	0,85	0,77	0,70	0,62	0,56	0,82	0,78	0,71	0,63	0,56
	5	0,79	0,71	0,65	0,58	0,52	0,80	0,72	0,66	0,58	0,52	0,80	0,73	0,66	0,58	0,52	0,81	0,73	0,67	0,59	0,52
	6	0,76	0,68	0,62	0,55	0,50	0,77	0,69	0,63	0,55	0,50	0,77	0,70	0,63	0,56	0,50	0,78	0,70	0,64	0,56	0,50
	8	0,72	0,64	0,58	0,51	0,46	0,72	0,65	0,59	0,52	0,46	0,73	0,65	0,59	0,52	0,46	0,74	0,66	0,59	0,52	0,46
	10	0,69	0,61	0,56	0,41	0,44	0,69	0,62	0,56	0,49	0,44	0,70	0,62	0,56	0,49	0,44	0,70	0,63	0,57	0,49	0,44
Cablu cu PVC 0,6/1 kV	1	1,01	1,02	0,99	0,91	0,87	1,04	1,05	1,00	0,93	0,87	1,07	1,06	1,01	0,94	0,87	1,11	1,08	1,01	0,94	0,87
	2	0,94	0,89	0,84	0,77	0,71	0,97	0,91	0,85	0,77	0,71	0,99	0,92	0,80	0,77	0,71	1,01	0,93	0,87	0,78	0,71
	3	0,86	0,79	0,74	0,67	0,61	0,89	0,81	0,75	0,67	0,61	0,90	0,83	0,76	0,68	0,61	0,91	0,83	0,77	0,68	0,61
	4	0,82	0,75	0,69	0,62	0,56	0,84	0,76	0,70	0,62	0,56	0,85	0,77	0,71	0,62	0,56	0,86	0,78	0,71	0,63	0,56
	5	0,78	0,71	0,65	0,58	0,52	0,80	0,72	0,66	0,58	0,52	0,80	0,73	0,66	0,58	0,52	0,81	0,73	0,67	0,59	0,52
	6	0,75	0,68	0,62	0,55	0,50	0,77	0,69	0,63	0,55	0,50	0,77	0,70	0,64	0,56	0,50	0,78	0,70	0,64	0,56	0,50
	8	0,71	0,64	0,58	0,51	0,46	0,72	0,65	0,59	0,52	0,46	0,73	0,65	0,59	0,52	0,46	0,73	0,66	0,60	0,52	0,46
	10	0,68	0,61	0,55	0,41	0,44	0,69	0,62	0,56	0,49	0,44	0,69	0,62	0,56	0,49	0,44	0,70	0,63	0,57	0,49	0,44

Anexa 5.27

Factorii de corecţie f_2.
Cabluri cu un conductor în sisteme trifazate grupate în treflă, la 25 cm distanţă.



Tipul constructiv	Numărul de sisteme	Rezistenţa termică specifică a solului, K · m/W																			
		0,7					1,0					1,5					2,5				
		Gradul de încărcare					Gradul de încărcare					Gradul de încărcare					Gradul de încărcare				
-	-	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00
Cablu cu XLPE 0,6/1 kV	1	1,09	1,04	0,99	0,93	0,87	1,11	1,05	1,00	0,93	0,87	1,13	1,07	1,01	0,94	0,87	1,17	1,09	1,03	0,94	0,87
	2	1,01	0,94	0,89	0,82	0,75	1,02	0,95	0,89	0,82	0,75	1,04	0,97	0,90	0,82	0,75	1,06	0,98	0,91	0,83	0,75
	3	0,94	0,87	0,81	0,74	0,67	0,95	0,88	0,82	0,74	0,67	0,97	0,89	0,82	0,74	0,67	0,99	0,90	0,83	0,74	0,67
	4	0,91	0,84	0,78	0,70	0,64	0,92	0,84	0,78	0,70	0,64	0,93	0,85	0,79	0,70	0,64	0,95	0,86	0,79	0,71	0,64
	5	0,88	0,80	0,74	0,67	0,60	0,89	0,81	0,75	0,67	0,60	0,90	0,82	0,75	0,67	0,60	0,91	0,83	0,76	0,67	0,60
	6	0,86	0,79	0,72	0,65	0,59	0,87	0,79	0,73	0,65	0,59	0,88	0,80	0,73	0,65	0,59	0,89	0,81	0,74	0,65	0,59
	8	0,83	0,76	0,70	0,62	0,56	0,84	0,76	0,70	0,62	0,56	0,85	0,77	0,70	0,62	0,56	0,86	0,78	0,71	0,62	0,56
	10	0,81	0,74	0,68	0,60	0,54	0,82	0,74	0,68	0,60	0,54	0,83	0,75	0,68	0,61	0,54	0,84	0,76	0,69	0,61	0,54
Cablu cu PVC 0,6/1 kV	1	1,01	1,02	0,99	0,93	0,87	1,04	1,05	1,00	0,93	0,87	1,07	1,06	1,01	0,94	0,87	1,11	1,08	1,01	0,94	0,87
	2	0,97	0,95	0,89	0,82	0,75	1,00	0,96	0,90	0,82	0,75	1,03	0,97	0,91	0,82	0,75	1,06	0,98	0,92	0,83	0,75
	3	0,94	0,88	0,82	0,74	0,67	0,97	0,88	0,82	0,74	0,67	0,97	0,89	0,83	0,74	0,67	0,98	0,90	0,84	0,74	0,67
	4	0,91	0,84	0,78	0,70	0,64	0,92	0,85	0,79	0,70	0,64	0,93	0,86	0,79	0,70	0,64	0,95	0,87	0,80	0,71	0,64
	5	0,88	0,81	0,75	0,67	0,60	0,89	0,82	0,76	0,67	0,60	0,90	0,82	0,76	0,67	0,60	0,91	0,83	0,77	0,67	0,60
	6	0,86	0,79	0,73	0,65	0,59	0,87	0,80	0,74	0,65	0,59	0,88	0,81	0,74	0,65	0,59	0,89	0,81	0,75	0,65	0,59
	8	0,83	0,76	0,70	0,62	0,56	0,84	0,77	0,71	0,62	0,56	0,85	0,78	0,71	0,62	0,56	0,86	0,78	0,72	0,62	0,56
	10	0,82	0,75	0,69	0,60	0,54	0,82	0,75	0,69	0,60	0,54	0,83	0,76	0,69	0,61	0,54	0,84	0,76	0,70	0,61	0,54

Anexa 5.28

Factorii de corecţie f_2.
Cabluri cu un conductor, în sisteme trifazate, pozate alăturat



Tipul constructiv	Numărul de sisteme	Rezistența termică specifică a solului, K · m/W																			
		0,7					1,0					1,5					2,5				
		Gradul de încărcare					Gradul de încărcare					Gradul de încărcare					Gradul de încărcare				
-	-	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00
Cablu cu XLPE 0,6/1 kV	1	1,08	1,05	0,99	0,91	0,85	1,13	1,07	1,00	0,92	0,85	1,08	1,09	1,01	0,92	0,85	1,19	1,11	1,03	0,93	0,85
	2	1,01	0,93	0,86	0,77	0,71	1,03	0,94	0,87	0,78	0,71	1,05	0,95	0,88	0,78	0,71	1,06	0,%	0,88	0,79	0,71
	3	0,92	0,84	0,77	0,69	0,62	0,93	0,85	0,77	0,69	0,62	0,95	0,86	0,78	0,69	0,62	0,96	0,86	0,79	0,69	0,62
	4	0,88	0,80	0,73	0,65	0,58	0,89	0,80	0,73	0,65	0,58	0,90	0,81	0,74	0,65	0,58	0,91	0,82	0,74	0,65	0,58
	5	0,84	0,76	0,69	0,61	0,55	0,85	0,77	0,70	0,61	0,55	0,87	0,78	0,70	0,62	0,55	0,87	0,78	0,71	0,62	0,55
	6	0,82	0,74	0,67	0,59	0,53	0,83	0,75	0,68	0,60	0,53	0,84	0,75	0,68	0,60	0,53	0,85	0,76	0,69	0,60	0,53
	8	0,79	0,71	0,64	0,57	0,51	0,80	0,71	0,65	0,57	0,51	0,81	0,72	0,65	0,57	0,51	0,81	0,72	0,65	0,57	0,51
	10	0,77	0,69	0,62	0,55	0,49	0,78	0,69	0,63	0,55	0,49	0,78	0,70	0,63	0,55	0,49	0,79	0,70	0,63	0,55	0,49
Cablu cu PVC 0,6/1 kV	1	0,96	0,97	0,98	0,91	0,85	1,01	1,01	1,00	0,92	0,85	1,07	1,05	1,01	0,92	0,85	1,16	1,10	1,02	0,93	0,85
	2	0,92	0,89	0,86	0,77	0,71	0,96	0,94	0,87	0,78	0,71	1,00	0,95	0,88	0,78	0,71	1,05	0,97	0,89	0,79	0,71
	3	0,88	0,84	0,77	0,69	0,62	0,91	0,85	0,78	0,69	0,62	0,95	0,86	0,79	0,69	0,62	0,96	0,87	0,79	0,69	0,62
	4	0,86	0,80	0,73	0,65	0,58	0,89	0,81	0,74	0,65	0,58	0,90	0,82	0,74	0,65	0,58	0,91	0,82	0,75	0,65	0,58
	5	0,84	0,76	0,70	0,61	0,55	0,83	0,77	0,70	0,61	0,55	0,87	0,78	0,71	0,62	0,55	0,87	0,79	0,71	0,62	0,55
	6	0,82	0,74	0,68	0,59	0,53	0,82	0,75	0,68	0,60	0,53	0,84	0,76	0,69	0,60	0,53	0,85	0,76	0,69	0,60	0,53
	8	0,79	0,71	0,65	0,57	0,51	0,80	0,72	0,65	0,57	0,51	0,81	0,72	0,65	0,57	0,51	0,81	0,73	0,66	0,57	0,51
	10	0,77	0,69	0,63	0,55	0,49	0,78	0,70	0,63	0,55	0,49	0,79	0,70	0,63	0,55	0,49	0,79	0,71	0,64	0,55	0,49

Anexa 5.29

EXEMPLU DE ALEGERE A SECTIUNII CONDUCTOARELOR DE FAZA SI NEUTRU IN FUNCŢIE DE PREZENTA ARMONICELOR DE RANGUL 3 SI MULTIPLU DE 3

Tabelul 1

Factorii de corecţie în funcţie de curentii armonici în cablurile cu 4 sau 5 conductoare

Armonica de rang 3 în curentul de fază %	Factor de reducere	
	Alegerea bazata pe curentul de fază	Alegere bazata pe curentul în neutru
0-15	1,0	-
15-33	0,86	-
33-45	-	0,86
>45	-	1,0

Se consideră un circuit trifazat încărcat cu 30 A care admite instalarea unui cablu cu 4 conductoare, izolat cu PVC fixat pe un perete, mod de pozare C.

Din tabelul 5.10 col. 11 un cablu de 4 mm^2 având conductoare din cupru prezintă un curent admisibil de 32 A şi este corespunzator în cazul absenţei armonicelor în circuit.

În cazul prezenţei armonicei de rang 3 de 20 % din curentul de fază, se aplică un factor de corecţie de 0,86 şi curentul devine:

$$30 / 0{,}86 = 34{,}88 A$$

Pentru acest curent este necesar un cablu de 6 mm^2, cu curentul maxim admisibil 41 A.

În cazul prezenţei armonicei de rang 3 de 40 % din curentul de fază, alegerea se face în funcţie de curentul prin conductorul neutru care este:

$$30 \cdot 0{,}4 \cdot 3 = 36 A$$

şi se aplică un factor de corecţie de 0,86 ceea ce conduce la un curent de:

$$36 / 0{,}86 = 41{,}86 A$$

Pentru acest curent este necesară o sectiune de 10 mm^2, cu curentul maxim admisibil de 57 A .

În cazul prezenţei armonicei de rang 3 în proporţie de 50 % alegerea se bazează din nou pe curentul din conductorul neutru care este:

$$30 \cdot 0{,}5 \cdot 3 = 45 A$$

În acest caz, factorul de corecţie este 1 şi este necesară o secţiune de 10 mm^2.

Toate secţiunile de mai sus se bazează pe intensitatea curentului admisibil în cablu. Nu au fost luate în considerare căderea de tensiune şi alte aspecte legate de alegera secţiunii .

Anexa 5.30
5.30 - 1

EXEMPLE DE CALCUL PENTRU DETERMINAREA CURENŢILOR ADMISIBILI AI CONDUCTOARELOR ŞI CABLURILOR ÎN FUNCŢIE DE MODUL DE POZARE

Exemplu de calcul nr. 1

Să se determine curentul admisibil al unui cablu 3x2,5mm^2 cu conductoare din cupru, utilizat în circuit cu două conductoare încărcate, al treilea conductor este de protecţie (PE), izolaţie PVC, pentru următorul sistem de pozare:

1.1. Pozare aparentă pe perete, fixat de perete la distanţă mai mică de 0,3 diametru exterior al cablului
1.2. Pozarea pe perete se face în contact cu un cablu în sarcină 3x2,5mm^2
1.3. Temperatura ambiantă de 35°C

Faza 1. Din anexa 5.5, se selectează următoarele:
- din coloana 2 rezultă modul de pozare de tip C
- curentul admisibil *(I_Z)* pentru circuit simplu (fără factori de corecţie în funcţie de temperatură şi grup), rezultă din coloana 3, unde se trimite la anexa 5.10 col.10
- factorul de corecţie de temperatură ambiantă *(K_1)* rezultă din coloana 8 care trimite la anexa 5.18.
- factorul de corecţie de grup *(K_2)* rezultă din coloana 9 care trimite la anexa 5.19.

Faza 2. Din anexa 5.10. Col.10, rezultă pentru secţiunea nominală a conductorului de cupru 2,5mm^2, curentul maxim admisibil $I_Z = 27$ A.

Faza 3. Din anexa 5.18, rezultă pentru temperatura ambiantă de 35°C, izolaţia de PVC, factorul $K_1 = 0,94$.

Faza 4. Din anexa 5.19 poz.2a, col.2, rezultă factorul de reducere de grup $K_2 = 0,85$

Faza 5. Calculul curentului admisibil conduce la:

$$I'_Z = I_Z \cdot K_1 \cdot K_2 = 27 \cdot 0,94 \cdot 0,85 = 21,57\,A$$

Exemplu de calcul nr. 2

Acelaşi cablu din exemplu 1 cu modificarea sistemului de pozare astfel:

1.1. Pozarea aparentă pe perete, fixat la distanţă de perete mai mare de 0,3 diametru exterior al cablului
1.2. Pozarea pe perete se face la distanţă de un diametru al cablului faţă de cablu învecinat

Faza 1: Din anexa 5.5 se selectează următoarele:
- din coloana 2 rezultă modul de pozare de tip E
- curentul maxim admisibil *(I_Z)* pentru circuit simplu, rezultă din coloana 3, unde se trimite la anexa 5.11;
- factorul de corecţie de temperatură ambiantă *(K_1)* rezultă din coloana 8, unde se trimite la anexa 5.18;
- factorul de corecţie de grup *(K_2)* rezultă din coloana 9, unde se trimite la anexa 5.19.

5.30 - 2

Faza 2. Din anexa 5.11, coloana 2, rezultă pentru secţiunea nominală a conductorului din cupru 2,5mm^2, curentul admisibil $I_Z = 30A$;

Faza 3. Din anexa 5.18, rezultă pentru temperatura ambiantă de 35°C, izolaţie de PVC, factorul $K_1 = 0,94$.

Faza 4. Din anexa 5.19 poz. 2b, col. 2, rezultă factorul de reducere de grup $K_2=0,94$.

Faza 5. Calculul curentului admisibil:

$$I'_Z = I_Z \cdot K_1 \cdot K_2 = 30 \cdot 0,94 \cdot 0,94 = 26,5A$$

Exemplu de calcul nr. 3

Acelaşi cablu din exemplu 2 cu pozarea pe perete se face la distanţă de două ori diametrul exterior faţă de cablu învecinat.

Faza 1: Din anexa 5.5 se selectează următoarele:

- din coloana 2 rezultă modul de pozare de tip E
- curentul admisibil (I_Z) pentru circuit simplu, rezultă din coloana 3, unde se trimite la anexa 5.11;
- factorul de corecţie, de temperatură ambiantă rezultată din coloana 8, unde se trimite la anexa 5.18.

Faza 2. Din anexa 5.11, col. 2, rezultă pentru secţiunea nominală a conductorului de cupru 2,5mm^2 curentul admisibil $I_Z = 30\ A$.

Faza 3. Din anexa 5.18, col.8, rezultă pentru temperatura ambiantă de 35°C, izolaţie de PVC, factorul $K_1=0,94$.

Faza 4. Din anexa 5.19, rezultă din nota 2 că atunci când distanţa între cabluri învecinate este mai mare de două ori diametru exterior, nu este necesar un factor de reducere.

Deci $K_2 = 1$

Faza 5. Calculul curentului admisibil

$$I'_Z = I_Z \cdot K_1 \cdot K_2 = 30 \cdot 0,94 \cdot 1 = 28,2A$$

Din analiza rezultatelor exemplelor 1, 2 şi 3 rezultă că prin alegerea unui sistem de pozare prin care se asigură o răcire optimă la un cablu 3x2,5 mm^2 cu conductoare din cupru, izolate cu PVC, curentul admisibil poate creşte de la 21,57 A la 28,2 A (cca 24%).

Anexa 5.31

EXEMPLE DE CALCUL PENTRU DETERMINAREA CURENŢILOR ADMISIBILI AI CONDUCTOARELOR ŞI CABLURILOR ÎN FUNCŢIE DE MODUL DE POZARE ÎN PAMÂNT

Exemplu de calcul nr. 1

Să se determine curentul admisibil al unui cablu 3x2,5mm^2, cu conductoare din cupru, utilizat în circuit cu două conductoare încărcate, al treilea conductor este de protecţie (PE), izolaţie PVC, pentru următorul sistem de pozare:

1.1. Pozare în pământ la adâncimea de 0,7m, temperatura sol 20°C şi 0 rezistenţă termică specifică 1 K·m/W

1.2. Pozarea în contact cu un cablu în sarcină 3x2,5mm^2

1.3. Grad de încărcare circuit 0,7

Faza 1: Din anexa 5.22, coloana 3, rezultă pentru secţiunea nominală a conductorului din cupru 2,5mm^2, izolaţie PVC, curentul admisibil $I_Z = 42$ A

Faza 2: Din anexa 5.23, rezultă factorul de corecţie $f_1 = 1$, pentru condiţii normale, temperatură sol 20°C, rezistenţa termică specifică a solului 1K·m/W, grad de încărcare 0,7.

Faza 3: Din anexa 5.24, rezultă factorul de corecţie $f_2 = 0,89$, pentru 2 sisteme, rezistenţa termică specifică a solului l Km/W, grad de încărcare 0,7.

Curentul admisibil în această situaţie:

$$I'_Z = I_Z \cdot f_1 \cdot f_2 = 42 \cdot 1 \cdot 0,89 = 37,38 A$$

Exemple de calcul nr. 2

Aceleaşi două cabluri în contact menţionate în exemplul 1, dar cu grad de încărcare 1.

Faza 1: Din exemplu nr.1, faza 1 rezultă:

$$I_Z = 42 A$$

Faza 2: Din anexa 5.23, rezultă factorul de corecţie $f_1 = 0,91$ pentru gradul de încărcare1, temperatură sol 20°C, rezistenţa termică specifică a solului 1 Km/W

Faza 3: Din anexa 5.24, rezultă factorul de corecţie $f_2 = 0,76$ pentru 2 sisteme, rezistenţă termică specifică a solului 1 K·m/W, grad de încărcare 1.

Curentul admisibil în această situaţie

$$I'_Z = I_Z \cdot f_1 \cdot f_2 = 42 \cdot 1 \cdot 0,91 \cdot 0,76 = 29,00 A$$

Rezultă o reducere a curentului admisibil de cca 23% faţă de exemplul anterior.

Anexa 5.32
5.32 - 1

SECŢIUNILE MINIME ADMISE PENTRU CONDUCTOARE UTILIZATE ÎN INSTALAŢIILE ELECTRICE DIN INTERIORUL CLĂDIRILOR

Nr. crt.	***Destinaţia conductoarelor din*** **circuitele fixe**	***Secţiunile minime*** **ale conductoarelor (mm^2)**	
		cupru	aluminiu
0	1	2	3
1.	**CONDUCTOARE DE FAZA**		
1.1	Circuite pentru iluminat	1,5	
1.2	Circuite pentru prize monofazate	2,5	
1.3	Circuite de putere (forţă)	1,5	4 (nota 4)
1.4	Coloane monofazate (individuale) din clădiri de locuit	4	6
1.5	Coloane electrice colective	10	16
2	**CONDUCTORUL NEUTRU (N)** (notele 1, 2, şi 3)		
2.1	În circuite şi coloane trifazate, cu armonici de rangul 3 şi multiplu de 3 sub 15%, pentru secţiuni ale conductoarelor de fază de:		
	25	16	25
	35	16	25
	50	25	25
	70	35	35
	95	50	50
	120	70	70
	150	70	70
	185	95	95
	240	120	120
	300	150	150
	400	185	185
	>400	50% din secţiunea conductorului de fază	
3.	**CABLURI DE PROTECTIE (PE, PEN)**	Conform subcap. 5.5	

1. În circuitele şi coloanele monfazate conductorul neutru va avea aceiaşi secţiune cu a conductorului de fază.
2. În circuitele şi coloanele trifazate în care secţiunea conductorului de fază este mai mică sau egală cu 16 mm^2, secţiunea conductorului neutru va fi egală cu secţiunea conductorului de fază.
3. Secţiunea minimă a conducătorului neutru (N) se va calcula conform art. 5.2.4.6, în circuitul trifazic care ar putea fi parcurs de curenţi având armonici de rangul 3 şi multiplu de 3 cu nivel mai mare de 15%.

5.32 - 2

4. Contactele legăturilor demontabile ale conductoarelor din aluminiu la echipamentele electrice (maşini, aparate, şir de cleme) se vor realiza prin presare, cu ajutorul pieselor elastice care asigură păstrarea în timp a presiunii de contact sau alte legaturi omologate pentru aluminiu.
5. Circuitele secundare, cu conductoare din cupru, conform NTE 007/08/00 vor avea secţiunea minimă de 1 mm^2, cu următoarele excepţii:
   - la circuitele unde condiţiile electrice (de exemplu cădere de tensiune, încărcare); mecanice (vibraţii) sau fizico-chimice (de ex: agenţi corozivi) impun secţiuni mai mari;
   - la gospodăriile de cabluri importante realizate cu cabluri având conductoare monofilare, unde secţiunea minimă este de 1,5 mm^2; în cazul utilizării cablurilor cu conductoare multifilare (liţate) secţiunea minimă este de 1 mm^2
   - la circuitele funcţionând la tensiuni de serviciu până la 60 V (cu excepţia aliniatului precedent), la care se admit conductoare cu diametrul minim de 0,5 mm
6. Secţiunile de la 1.4 şi 1.5 sunt recomandate de SR 234 – 2008.

Anexa 5.33
5.33 – 1

CLASIFICAREA CABLURILOR:

A. CLASIFICAREA CABLURILOR ELECTRICE PRIVIND COMPORTAREA LA FOC

1. Cablurile electrice pozate individual

Cablurile electrice pozate individual din punct de vedere al propagării flăcării, se împart în următoarele categorii:

- cablu fără întârziere la propagarea flăcării
- cabluri cu întârziere la propagarea flăcării

1.1. Cablu fără întârziere la propagarea flăcării

Este acel cablu care supus un timp determinat acţiunii unei flăcări de iniţiere, continuă să ardă, flacăra proprie propagându-se până la distrugerea tronsonului până unde există o separare antifoc.

La acest cablu nu se garantează timpul de funcţionare de la iniţierea flăcării.

1.2. Cablu cu întârziere la propagarea flăcării

Este acel cablu care pozat singur pe traseu şi supus un timp determinat acţiunii unei flăcări de iniţiere, continuă să ardă, flacăra proprie propagându-se pe o lungime determinată, după care se auto stinge. Acest cablu corespunde încercărilor din seria de standarde SR EN 60332.

La acest cablu nu se garantează timpul de funcţionare de la iniţierea flăcării.

1.2.1. Exemple de tipuri de cabluri cu întârziere la propagarea flăcării

1.2.1.1. **Cabluri de energie, U_o/U = 0,6/1kV, cu izolaţie şi manta din PVC**, conductoare din cupru/aluminiu unifilar cl.1, sau multifilar cl.2 (SR EN 60228) temperatură maximă admisă pe conductor, în condiţii normale de exploatare 70°C, întârziere la propagarea flăcării (SR EN 60332-1-2).

Nearmate, conductoare cupru :

- CYY standarde de referinţă SRCEI 60502-1 şi SRHD 603
- NYY-J, cu conductor verde/galben, VDE 0276-603
- NYY-0, fără conductor verde/galben, VDE 0276-603

Armate, conductoare cupru :

- CYAbY – armătură cu benzi din oţel
- CYArY – armătură cu sârme din oţel zincat

Nearmate, conductoare aluminiu

- ACYY, conductoare $\geq 4mm^2$
- NAYY-J, conductoare $\geq 10mm^2$, cu conductor verde/galben, VDE 0276-603
- NAYY-0, conductoare $\geq 10mm^2$, fără conductor verde/galben, VDE 0276-603

Armate, conductoare aluminiu
- ACYAbY – armătură cu benzi din oţel

1.2.1.2. **Cabluri de energie, U_o/U = 0,6/1kV, cu izolaţie din polietilenă reticulată** (XLPE), manta exterioară din PVC, conductoare din cupru/aluminiu, unifilar cl.1 sau multifilar cl.2 (SR EN 60228), temperatură maximă admisă pe conductor în condiţii normale de exploatare, 90°C, întârziere la propagarea flăcării (SR EN 60332).

Nearmate, conductoare cupru :
- C2XY, standard SR CEI 60502-1 şi SR HD 603 S1/A2
- U-1000RO2V, U-1000 R12V, normă NFC 32-321
- N2XY, normă VDE 0276-603

Armate, conductoare cupru
- C2XAbY- armătură cu benzi din oţel
- C2XArY, armătură cu sârme din oţel zincat

Nearmate, conductoare aluminiu
- AC2XY

1.2.2. Exemple de tipuri de conductoare din cupru, tensiune U_o/U = 450/750V, izolate PVC cu întârziere la propagarea flăcării.
- FY, H07V- U,R conductoare cl. 1 şi 2 (SR EN 60228), standard SRHD. 21.3.S.3
- Myf, H07V-K, conductoare flexibile cl. 5 (SR EN 60228), standard SRHD 21.3S3

2. Cabluri cu întârziere la propagarea flăcării, pozate în mănunchi

Cablurile electrice pozate în mănunchi supuse un timp determinat acţiunii unei flăcări de iniţiere, continuă să ardă, flacăra proprie propagându-se pe o lungime determinată, după care se autosting, numai dacă volumul de material combustibil (izolaţie şi umplutură) V_i corespunde metodelor de încercare din standardul pe părţi SR EN 50266.

În conformitate cu standardul SR EN 50266, există următoarele categorii, în funcţie de durata încercării, volumul materialelor nemetalice din cabluri şi metoda de montare a cablurilor.

Categoria AF-R, cu V_i = 7 litri/m de cabluri în mănunchi, pozate în două straturi. Aceste cabluri au destinaţii speciale .

Categoria A, cu V_i = 7 litri/m de cabluri în mănunchi, pozate distanţat la un diametru, dacă cablurile au s . 35 mm^2 şi alăturat, dacă cablurile au secţiunea s ≤ 35 mm^2 .

Categoria B, cu V_i = 3,5 litri/m de cabluri în mănunchi, pozate în aceleaşi condiţii ca cele din categoria A .

Categoria C, cu V_i = 1,5 litri/m de cabluri în mănunchi, pozate în aceleaşi condiţii ca cele din categoria A .

Categoria D, cu V_i = 0,5 litri/m de cabluri în mănunchi, de dimensiuni mici (cu diametrul cablului ≤ 12 mm) pozate alăturat .

5.33 - 3

Volumul V_i (în litri), de material combustibil (pe neutru de cablu) se calculează cu relaţia :

$$V_i = \sum_{k=1}^{n} \left(\frac{M_C - M_m}{\rho} \right)_k$$

unde : M_C – este masa cablului pe metru (în kg) ;

M_m – este masa materialului metalic (cupru, aluminiu, armătură) (în kg) ;

ρ - densitatea materialului combustibil (în kg/dm^3) ;

k – indicele cablului din mănunchi ;

n – numărul de cabluri din mănunchi

NOTA: în cazul în care nu se poate respecta volumul V_i de material combustibil din mănunchiul de cabluri (pe metru), mănunchiul de cabluri nu mai poate fi considerat cu întârziere la propagarea flăcării. Pentru limitarea propagării flăcării trebuiesc luate măsuri de separare antifoc – omologate (vezi art. 5.2.7.1.9.)

2.6. Exemple de tipuri de cabluri cu întârziere la propagarea flăcării, pozate în mănunchi.

2.6.1.Cabluri de energie, U_o/U= 0,6/1kV, cu izolaţie şi manta de PVC, conductoare din cupru/aluminiu unifilar cl.1 sau multifilar cl.2 (SR EN 60228), temperatura maximă admisă pe conductor în condiţii normale de explotare, 70°C, întârziere la propagarea flăcării în mănunchi (SR EN 50266-2-4 cat C), dacă volumul $Vi \leq 1,5$ litri :

2.1.1.1.Nearmate, conductoare cupru

- CYY-F.

2.1.1.2.Armate, conductoare cupru

- CYAbY-F, CYArY-F.

2.1.1.3.Nearmate, conductoare aluminiu

- ACYY-F, conductoare ≥ 4mm^2

2.1.1.4.Armate, conductoare aluminiu

- ACYAbY-F conductoare ≥ 4mm^2

5.33 - 4

2.1.2. Cabluri de energie, U_o/U = 0,6/1 kV, cu izolaţie din polietilenă reticulară (XLPE) manta exterioară din PVC, conductoare din cupru/aluminiu, unifilar cl.1 sau multifilar cl.2 (SR EN 60228), temperatura maximă admisă pe conductoare în condiţii normale de exploatare, 90°C, întârziere la propagarea flăcării în mănunchi (SR EN 50266-2-4 cat. C), dacă volumul $V_i \leq 1,5$ litri :

2.1.2.1.Nearmate, conductoare cupru
- C2XY-F

2.1.2.2.Armate, conductoare cupru
- C2XabY-F, C2XArY-F

Nearmate, conductoare aluminiu
- AC2XY-F

2.1.2.3.Cablurile de la art. 3 şi 4

3. Cabluri rezistente la foc pe timp limitat (de securitate)

Este acel cablu care expus focului menţine într-o manieră fiabilă alimentarea cu energie electrică sau semnalul de la sursă la instalaţie pentru un timp garantat de producător (de regulă, PH 15, 30, 60, 90, 120 minute) .

Metodele de încercare pentru cablurile rezistente la foc sunt reglementate pentru integritatea circuitului la şoc de SR EN 50200 (cabluri de mici dimensiuni până la 2,5 mm^2) şi de SR EN 50362 (cabluri cu dimensiuni mai mari de 2,5 mm^2), unde clasificarea este facută conform Cerinţă Esenţială Nr. 2 “Securitatea în caz de incendiu“ a Directivei de Produse pentru Construcţii astfel:

Alte metode de clasificare pentru integritatea circuitului sub flacără sunt reglementate de CEI 60331-11, 21.

Indiferent de metoda de clasificare, trebuie ca producătorul să indice pe lângă clasificarea rezistenţei la foc a cablului şi sistemul de pozare, care să permită menţinerea integrităţii circuitelor electrice când aceasta este necesară pentru securitatea persoanelor şi bunurilor în caz de incendiu.

3.1. Exemple de cabluri rezistente la foc pe timp limitat (de securitate)

3.1.1. Cabluri de energie, U_o/U = 0,6/1 kV, conductoare din cupru

Tip nearmat NHXH,
Tip cu armătură NHXCH
- Fără halogeni
- Emisie redusă de gaze toxice
- Emisie redusă de fum
- Întârziere la propagare flacără

5.33 - 5

- Integritate circuit
- Integritate circuit la foc
- Integritate circuit sistem în funcţie de sistemul de pozare

4. Cabluri şi conductoare cu emisie redusă de gaze toxice şi fum

4.1. Cablurile cu caracteristici sporite în ceea ce priveşte comportamentul la incendiu, prezentând următoarele avantaje:

- fară halogeni, fără degajări de gaze toxice şi corozive (supuse la verificări prin metodele din standardul pe părţi SR EN 50267)
- degajare scăzută de fum, cu permeabilitatea luminii ≥ (50-70%), verificare prin metodele din standardul pe părţi SR EN 61034
- întârziere la propagarea flăcării la pozarea în mănunchi (supuse la verificări prin metodele din standardul pe părţi SR EN 50266)

Exemple de tipuri de cabluri:

- cablu de energie, U_o/U = 0,6/1 kV, conductoare din cupru clasa 1 sau 2 (SR EN 60228), fară halogeni (SR EN 50267), degajare scăzută de fum (SR EN 61034), întârzieri la propagarea flăcării în mănunchi (SR EN 50266-2-4 cat.

  C), izolaţie din polietilenă reticulară, temperatură maximă admisă pe conductor, în condiţii normale de exploatare 90°C, fără armătură :
  - tip N2XH (simbol DIN VDE 0276-604 şi SR HD 604S1)
  - tip C2XH (simbol echivalent, fabricat în ţară)
- şi cu armătură, conductor concentric realizat din vergele din cupru şi bandă din cupru înfăşurată elicoidal ţine loc de ecran şi poate fi utilizat pentru conductorul neutru sau cel de protecţie
  - tip N2XCH (simbol DIN VDE 0276-604)

4.1.1. Conductoare pentru instalaţii fixe cu emisie redusă de gaze toxice şi fum.

Exemple de tipuri de conductoare:

- conductor de energie, U_o/U = 450/750 V, conductor cupru rigid clasa 1 sau 2 (SR EN 60228), fără halogeni (SR EN 50267), degajare scăzută de fum (SR EN 61034), întârziere la propagarea flăcării (SR EN 60332-1-2) :
  - tip FH, standard de produs SF 110/2003, temperatură maximă admisă pe conductor în condiţii normale de explotare 70°C ;
- şi cu conductor cupru flexibil clasa 5 :
  - tip MHf, standard de produs SF 110/2003- temperatură maximă admisă pe conductor în condiţii normale de exploatare 70°C ;
  - tip H07Z-K, standard SR HD 22.9 temperatură maximă admisă pe conductor în condiţii normale de exploatare 90°C.

5.33 - 6

B. CLASIFICAREA ŞI SIMBOLIZAREA CABLURILOR

Aceasta se face după următoarele standarde:

- **STAS 9436/1-73 -** Cabluri şi conducte electrice Clasificare şi principii de simolizare.
- **STAS 9436/2-80 –** Cabluri de energie de joasă şi medie tensiune. Clasificare şi simbolizare.
- **STAS 9436/3-73 –** Conductoare pentru instalaţii electrice fixe. Clasificare şi simbolizare.
- **STAS 9436/4-73 –** Cabluri şi conducte pentru instalaţii mobile. Clasificare şi simbolizare.
- **SR HD 361 S3+A1 –** Sisteme de identificare a cablurilor cu tensiunea nominală până la 450/750 V inclusiv. (Acest standard este valabil în paralel cu STAS 9436)
- **SR HD 603 S1+A1+A2 –** Cabluri de distribuţie cu tensiunea nominală 6/0,1 kV. (Acest standard este valabil în paralel cu STAS 9436)
- **SR HD 604 S1+A1+A2+A3 –** Cabluri de energie 0,6/1 kV, cu comportare particulară la foc, pentru utilizarea în centrale electrice.
- Standarde de produs specifice.

Anexa 5.34
5.34 – 1

Determinarea rezistenţei de dispersie a diferitelor prize de pământ

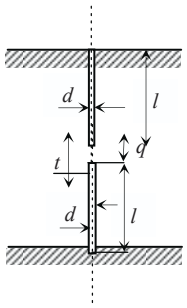
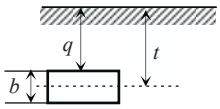
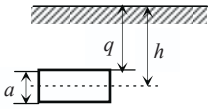
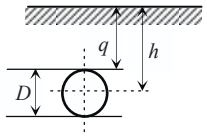
A. Priză de pământ simplă, constituită dintr-un singur electrod.

A1. Electrod vertical

Rezistenţa electrică de dispersie a unui electrod vertical simplu se calculează în funcţie de tipul electrodului şi adâncimea de montare faţă de suprafaţa solului. Relaţiile de calcul sunt date în tabelul A5.34-1.

Tabelul A5.34-1

Relaţii pentru calculul rezistenţei de dispersie a prizelor de pământ

Tipul electrodului prizei simple verticale	Formula de calcul a rezistenţei de dispersie a prizelor simple verticale
Ţeavă cu diametrul mult mai mic decât lungimea ei $d \le 1$ - ţeavă cu partea superioară la suprafaţa solului  	$r_{po} = 0{,}366\frac{\rho}{l}\lg\frac{3l}{d'},\ r_{pv} = 0{,}8\frac{\rho^*}{l}$
- ţeavă îngropată la adâncimea " q" $t = q + \frac{l}{2}$ 	$r_{pq} = 0{,}366\frac{\rho}{l}\left(\lg\frac{2l}{d} + \frac{1}{2}\lg\frac{4t+l}{4t-l}\right)$
Bară cu secţiunea dreptunghiulară - la nivelul suprafeţei solului  	$r_{po}\,0{,}366\frac{\rho}{l}\lg\frac{8l}{b}$
- la adâncimea "q"  $t = q + \frac{l}{2}$	$r_{pq} = 0{,}366\frac{\rho}{l}\left(\lg\frac{4l}{b} + \frac{1}{2}\lg\frac{4t+l}{4t-l}\right)$
Placă de formă neregulată îngropată vertical la adâncimea "q": $t = q + b/2$  	$r_{pq} = \frac{\rho}{8\sqrt{\frac{S}{\pi}}}\left(1 + \frac{2}{\pi}\arcsin\sqrt{\frac{\frac{S}{\pi}}{4t^2 + \frac{S}{\pi}}}\right)$
Placă pătrată îngropată vertical la adâncimea "q": $t = q + a/2$  	$r_{pq} = 0{,}222\frac{\rho}{a}\left(1 + 0{,}637\arcsin\sqrt{\frac{1}{1+\pi\left(1+\frac{2q}{2}\right)^2}}\right)$
Placă circulara îngropată vertical la adâncimea "q":  	$r_{pq} = 0{,}25\frac{\rho}{D}\left(1 + 0{,}637\arcsin\sqrt{\frac{1}{1+\left(\frac{4t}{D}\right)^2}}\right)$

5.34 - 2

unde:
ρ este rezistenţa la calcul a solului [Ωm]; l - lungimea electrodului [m]; d - diametrul exterior al eletrodului [m]; b - înălţimea barei [m]; q - distanţa de la partea superioară a electrodului până la suprafaţa solului [m];
S – suprafaţa plăcii [m^2]; a – latura plăcii pătrate [m]; D – diametrul plăcii [m]; r_{po} - rezistenţa de dispersie a prizei simple cu partea superioară la suprafaţa solului [Ω]; r_{ph} - rezistenţa de dispersie a prizei simple cu partea superioară la adâncimea q [Ω].
* Formula simplificată cu aproximaţie acceptabilă pentru $l = 1…6\ m$.
** Formula simplificată cu aproximaţie acceptabilă.

În toate relaţiile din tabelul 1 rezistivitatea solului depinde de natura acestuia. Valori semnificative ale rezistivităţii pentru diferite soluri sunt date în tabelul A5.34-2.

Tabelul A5.34-2

Valori ale rezistivităţii solului

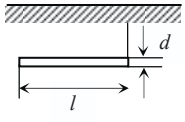
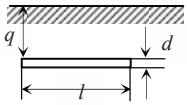
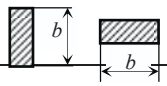
Nr. crt.	Natura solului	Rezistivitatea ρ Ωm	
		Domeniul de variaţie în funcţie de umiditate şi conţinutul de săruri	Valori recomandate pentru calculele preliminare
1.	Soluţie de sare şi ape acide	0,01	0,01
2.	Apă de mare	1 … 5	3,0
3.	Apă de pârâu şi de râu	10… 50	20,00
4.	Apă de iaz sau izvor	40… 50	40,00
5.	Apă subterană	20… 70	50,00
6.	Apă de munte (pârâuri ,râuri, lacuri)	100… 1200	700,00
7.	Pământ, humă, turbă (foarte umede)	15… 20	20,00
8.	Cernoziom	10… 70	50,00
9.	Humă vânătă cu conţinut de sulfură de fier	10… 20	10,00
10.	Pământ arabil	40… 60	50,00
11.	Pământ argilos, argilă	40… 150	80,00
12.	Pământ cu pietriş	100… 500	200,00
13.	Loess, pământ de pădure	100… 300	200,00
14.	Argilă cu nisip	100… 300	200,00
15.	Pământ nisipos	150… 400	300,00
16.	Nisip foarte umed	100…500	400,00
17.	Balast cu pământ	500…6000	1000,00
18.	Nisip, nisip cu pietriş	100… 2000	1000,00
19.	Roci, bazaltate	10 000	10000,00
20.	Stâncă compactă	100 000	100000,00

5.34 - 3

A2. Electrod orizontal

În tabelul A5.34-3 sunt date relaţiile de calcul pentru rezistenţa unui electrod orizontal, în funcţie de tipul acestuia şi modul de montare.

Tabelul A5.34-3

Tipul electrodului prizei de pământ simple orizontale		Relaţia de calcul a rezistenţei de dispersie a prizelor simple orizontale
Ţeavă (sau profil rotund) îngropată orizontal	la nivelul suprafeţeisolului 	$r_{p0} = 0{,}732\frac{\rho}{l}\lg\frac{2l}{d}$
	la adâncimea *q* 	$r_{pq} = 0{,}366\frac{\rho}{l}\lg\frac{l^2}{qd} \cdot r_{pq} = 2\frac{\rho^*}{l}$
Bară cu secţiune dreptunghiulară îngropată orizontal	la nivelul suprafeţei solului 	$r_{p0} = 0{,}732\frac{\rho}{l}\lg\frac{4l}{b}$
	la adâncimea *q*	$r_{pq} = 0{,}366\frac{\rho}{l}\lg\frac{2l^2}{bq}$
Electrod inelar cu secţiune circulară îngropat orizontal	la nivelul suprafeţei solului	$r_{p0} = 0{,}732\frac{\rho}{l}\lg\frac{8l}{\pi b}$
	la adâncimea *q*	$r_{pq} = 0{,}366\frac{\rho}{l}\lg\frac{4l^2}{\pi qd}$
Electrod inelar cu secţiune dreptunghiulară îngropat orizontal	la nivelul suprafeţei solului	$r_{p0} = 0{,}732\frac{\rho}{l}\lg\frac{16l}{\pi b}$
	la adâncimea *q*	$r_{pq} = 0{,}366\frac{\rho}{l}\lg\frac{8l}{\pi qb}^2$
Placă îngropată orizontal la suprafaţa solului		$r_{po} = 0{,}44\frac{\rho}{\sqrt{S}}$
Placă circulară îngropat orizontal la suprafaţa solului		$r_{po} = \frac{\rho}{2D}$
Electrod emisferic		$r_{po} = \frac{\rho}{\pi D}$

B. Priză de pământ naturală constituită din fundaţii de beton armat.

Astfel de prize de pământ sunt asimilate cu prize de pământ simple. Relaţiile de calcul sunt date în tabelul A5.34-4 în funcţie de forma dundaţiei de beton armat şi tipul de priză cu care se asimilează.

Tabelul A5.34-4

Nr.crt.	Forma fundaţiei de beton armat (partea ingropată în pământ)	Tipul de priză cu care se asimilează	Relaţia de calcul a rezistenţei de dispersie r_p simplificată
1.	Paralelipiped, trunchi de piramidă sau cilindru având volumul V, în metri cubi	Electrod semisferic având volumul V, în metri cubi	$r_p = 0{,}25\frac{\rho_s}{\sqrt[3]{S}}$
2.	Placă cu grosimea $g \le \frac{1}{10}\sqrt{S}$, unde S - este aria plăcii în (m^2)	Electrod din placă orizontală la suprafaţa solului, având aria S în metri pătraţi	$r_p = 0{,}55\frac{\rho_s}{\sqrt{S}}$
3.	Placă a cărei grosime (g) îndeplineşte condiţia : $g << \sqrt{S}$, placa fiind îngropată la o adâncime mai mare de l m	Electrod din placă orizontală îngropată la o adâncime de 1 m şi având aria S în metri pătraţi	$r_p = 0{,}32\frac{\rho_s}{\sqrt{S}}$
4.	Paralelipiped, trunchi de piramidă sau cilindru vertical a cărei înălţime este mai mare decât dimensiunile liniare ale secţiunii orizontale: *l*/d >> 10 în care d = 1,1 $\sqrt{S}$ (m), *S* - fiind aria secţiunii orizontale, în metri pătraţi	Electrod vertical cu secţiune circulară având diametrul d în metri	$r_p = 0{,}46\frac{\rho_s}{l}\lg\frac{4l}{d}$
5.	Fundaţie continuă sub ziduri a cărei secţiune are un diametru echivalent D = 1,1 $\sqrt{S}$ (m), în care S este secţiunea fundaţiei în metri pătraţi	Electrod vertical cu secţiune circulară având diametrul D şi lungimea *l*, în metri	$r_p = 0{,}92\frac{\rho_s}{l}\lg\frac{2l}{D}$
6.	Fundaţie poligonală închisă a cărei secţiune are un diametru echivalent D = 1,1 $\sqrt{S}$ (m), iar lungimea liniei poligonale este L, în metri	Electrod inelar de lungime L şi un diametru al secţiunii transversale D, în metri	$r_p = 0{,}92\frac{\rho_s}{L}\left(\lg\frac{2L}{D} + 0{,}1055\right)$
7.	Fundaţia continuă la o adâncime mai mare de 1 m, a cărei secţiune are un diametru echivalent D = 1,1 $\sqrt{S}$ (m) în care S ese aria secţiunii fundaţiei în metri pătraţi	Electrod orizontal îngropat la o adâncime mai mare de 1 m cu secţiunea circulară având diametrul D şi lungimea L, în metri	$r_p = 0{,}46\frac{\rho_s}{L}\lg\frac{2L}{D}$
8.	Fundaţia continuă la o adâncime mai mare de 1 m, dar formând o linie poligonală de lungime L	Electrod inelar de lungime L şi un diametru al secţiunii transversale D, în metri	$r_p = 0{,}92\frac{\rho_s}{L}\left(\lg\frac{2L}{D} + 0{,}1\right)$

5.34 - 5

În cazul construcţiilor din beton armat în contact cu pământul, pentru un calcul acoperitor fie că se va majora cu 25% rezistenţa rezultată considerând dimensiunile reale ale acestora, fie că dimensiunile considerate, în relaţiile folosite, se vor obţine scăzându-se grosimea betonului dintre armătura metalică periferică şi sol

C. **Prize de pământ multiple**

Priza de pământ multiplă compusă din electrozi identici are rezistenţa de dispersie:

$$r_{pa} = \frac{r_p}{n \cdot u},$$

unde: r_p este rezistenţa de dispersie a unei prize simple (un singur electrod);

n - numărul de electrozi ce compun priza;

u – factorul de utilizare a electrozilor, în funcţie de numărul lor, distanţa dintre ei şi modul de montare (pe un contur închis sau deschis).

Aceşti factori sunt daţi în tabelul A5.34-5 pentru prize multiple cu electrozi verticali şi orizontali.

Tabelul A5.34-5

Factori de utilizare pentru prize multiple cu electrozi verticali şi orizontali

Nr. crt.	Numărul electrozilor	Distanţa dintre electrozii verticali (a) în raport cu lungimea electrozilor (l)	Factori de utilizare			
			Electrozi verticali aşezaţi liniar		Electrozi verticali amplasaţi pe un contur (circuit închis)	
			priza verticală u_1	priza orizontală u_2	priza verticală u_1	priza orizontală u_2
1	2	a = l	0,85	0,80	-	-
	3		0,80	0,80	0,75	0,50
	4		0,75	0,77	0,65	0,45
	5		0,70	0,75	0,62	0,42
	6		0,65	0,60	0,60	0,40
	10		0,60	0,60	0,55	0,33
	20		0,50	0,20	0,50	0,25
	40		-	-	0,40	0,20
	60		-	-	0,38	0,20
	100		-	-	0,35	0,19
2	2	a = 2 l	0,90	0,90	-	-
	3		0,85	0,90	0,80	0,60
	4		0,82	0,88	0,75	0,55
	5		0,80	0,85	0,72	0,52
	6		0,78	0,80	0,70	0,50
	10		0,75	0,75	0,66	0,44
	20		0,70	0,56	0,61	0,30
	40		-	0,40	0,55	0,29
	60		-	-	0,52	0,27
	100		-	-	0,50	0,24

	2		0,95	0,95	-	-
	3		0,90	0,90	0,90	0,75
	4		0,88	0,85	0,85	0,70
	5		0,85	0,82	0,82	0,68
3	6	a = 3 l	0,82	0,80	0,80	0,65
	10		0,80	0,75	0,75	0,56
	20		0,75	0,68	0,70	0,45
	40		-	-	0,65	0,39
	60		-	-	0,62	0,36
	100		-	-	0,60	0,33

D. **Prize de pământ complexe**

D1. Prize de pământ formate din electrozi verticali echidistanţi şi electrozi orizontali de legătură.

Rezistenţa de dispersie a prizei complexe se determină cu relaţia:

$$R_p = \frac{R_v \cdot R_o}{R_v + R_o},$$

unde R_v este rezistenţa de dispersie a prizei multiple formată numai din electrozi verticali şi R_o - rezistenţa de dispersie a prizei multiple formată numai din electrozi orizontali. Această priză mai poate fi considerată ca o priză singulară orizontală având lungimea totală a electrozilor orizontali.

D2. Prize de pământ complexe formate din:

prize de pământ naturale, cu rezistenţa de dispersie echivalentă a acestora R_{pn};

prize de pământ artificiale, cu rezistenţa de dispersie echivalentă R_{pa};

alte prize de pământ din vecinătate cu rezistenţa de dispesie echivalentă R_v şi R_o rezistenţa electrică de legătură dintre acestea

Rezistenţa de dispersie a prizei complexe este:

$$R_p = \frac{1}{\frac{1}{R_{pn}} + \frac{1}{R_{pa}} + \frac{1}{R_v + R_o}}.$$

Fiecare dintre rezistenţele de dispersie echivalente R_{pn}, R_{pa}, şi R_v sunt rezultatul legării în paralel a prizelor din care se compun.

Anexa 6.1
6.1 – 1

Evaluarea numărului anual de evenimente periculoase *N*

Generalităţi

Numărul mediu anual de evenimente periculoase *N* datorită trăsnetelor care influenţează un obiect de protejat depinde de activitatea orajelor din regiunea în care obiectul este amplasat şi de caracteristicile fizice ale obiectului. În general, pentru calculul numărului *N*, se acceptă multiplicarea densităţii trăsnetelor la sol N_g cu o suprafaţă echivalentă de expunere a obiectului, ţinând seama şi de factorii de corecţie care depind de caracteristicile fizice ale obiectului.

Densitatea trăsnetelor la sol N_g este numărul trăsnetelor care cad pe km^2 pe an. Această valoare este disponibilă în multe zone din lume de la reţelele de localizare a trăsnetelor.

Dacă nu este disponibilă o hartă a N_g, pentru zonele temperate se poate estima astfel:

$$N_g \cong 0{,}1 \cdot T_d \,, \qquad \text{(A6.1.1)}$$

unde T_d este numărul zilelor cu oraje pe an (care pot fi obţinute din hărţile keraunice – a se vedea Anexa 6.11).

Evenimente care pot fi considerate periculoase pentru o structură de protejat sunt

– căderea trăsnetului pe structură,
– căderea trăsnetului lângă structură,
– căderea trăsnetului pe un serviciu racordat la o structură,
– căderea trăsnetului lângă un serviciu racordat la o structură,
– căderea trăsnetului pe o structură la care este racordat un serviciu.

Evenimente care pot fi considerate ca periculoase pentru un serviciu de protejat sunt

– căderea trăsnetului pe un serviciu,
– căderea trăsnetului lângă un serviciu,
– căderea trăsnetului pe structura la care este racordat un serviciu.

Evaluarea numărului mediu anual de evenimente periculoase datorită căderii trăsnetului pe o structură N_D şi pe o structură racordată la extremitatea "a" a unei linii N_{Da}

Determinarea ariei suprafeţei echivalente de expunere A_d

Pentru structurile izolate pe un teren plat, suprafaţa echivalentă de expunere A_d este aria definită de intersecţia dintre suprafaţa solului şi o linie dreaptă de pantă 1/3 care trece prin părţile cele mai înalte ale structurii (atingându-le în acele puncte) şi care se roteşte în jurul acestora. O determinare a valorii lui A_d poate fi realizată grafic sau matematic.

Structură dreptunghiulară

Pentru o structură dreptunghiulară izolată de lungime *L*, lăţime *W*, şi de înălţime *H* pe un sol plat, aria suprafaţei echivalente de expunere este egală cu

$$A_d = L \times W + 6 \times H \times (L + W) + 9 \times \pi \times (H)^2 \qquad \text{(A6.1.2)}$$

cu *L*, *W* şi *H* exprimate în metri (a se vedea figura A6.1.1).

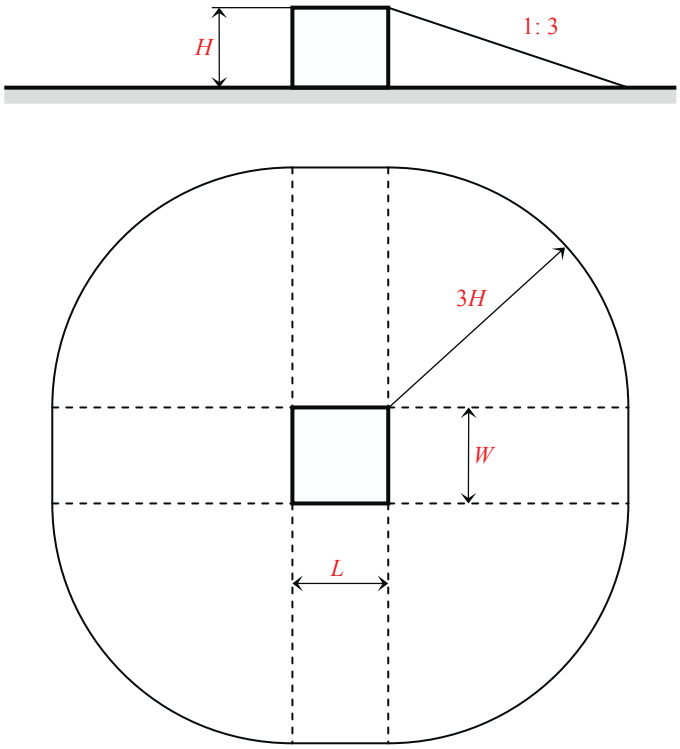


Fig. A.6.1.1 – Suprafaţa echivalentă de expunere A_d pentru o structură izolată

Structură cu formă complexă

Dacă structura are o formă complexă cum ar fi proeminenţele înalte ale unui acoperiş (a se vedea figura A6.1.2), trebuie aplicată o metodă grafică pentru evaluarea ariei A_d (a se vedea figura A6.1.3), deoarece diferenţele între valoarea maximă ($A_{d\max}$) şi valoarea minimă ($A_{d\min}$) a ariei pot să fie importante (a se vedea tabelul A6.1.1)

O valoare aproximativă acceptabilă a ariei suprafeţei echivalente de expunere este maximul dintre $A_{d\min}$ şi suprafaţa echivalentă de expunere atribuită proeminenţei înalte a acoperişului A_d' în care aria A_d' poate fi calculată cu formula:

$$A_d' = 9\pi \times (H_p)^2 , \qquad \text{(A6.1.3)}$$

unde H_p este înălţimea proeminenţei.

Diferite valori ale suprafeţei echivalente de expunere după metodele de evaluare prezentate mai sus sunt indicate în tabelul A6.1.1.

6.1 - 3

Tabelul A6.1.1

Valori ale suprafeţei echivalente de expunere în funcţie de metoda de evaluare

	Metodă grafică	**Structură (dimensiuni maxime)**	**Structură (dimensiuni minime)**	**Proeminenţă** H_p
Dimensiunile structurii m (L, W, H)	A se vedea figura A6.2	70 × 30 × 40	70 × 30 × 25	40
m2	A_d = 47 700	$A_{d\max}$ =71 316	$A_{d\min}$ = 34 770 A se vedea figura A6.1.3	A_d' = 45 240 A se vedea figura A6.1.3

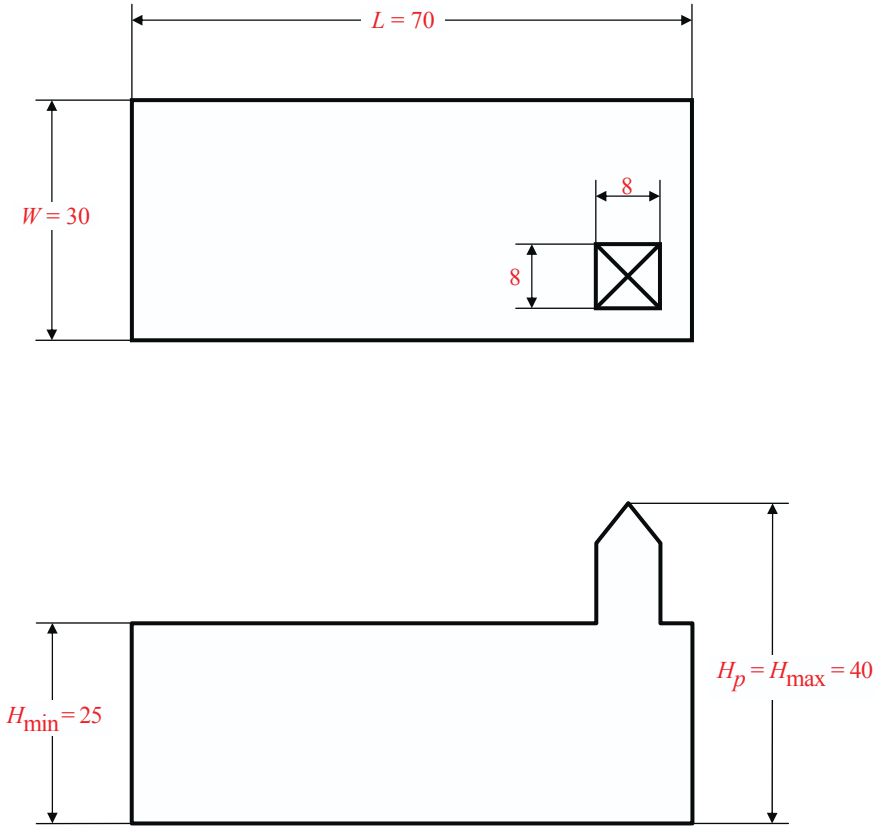


Fig. A6.1.2 – Structură cu formă complexă

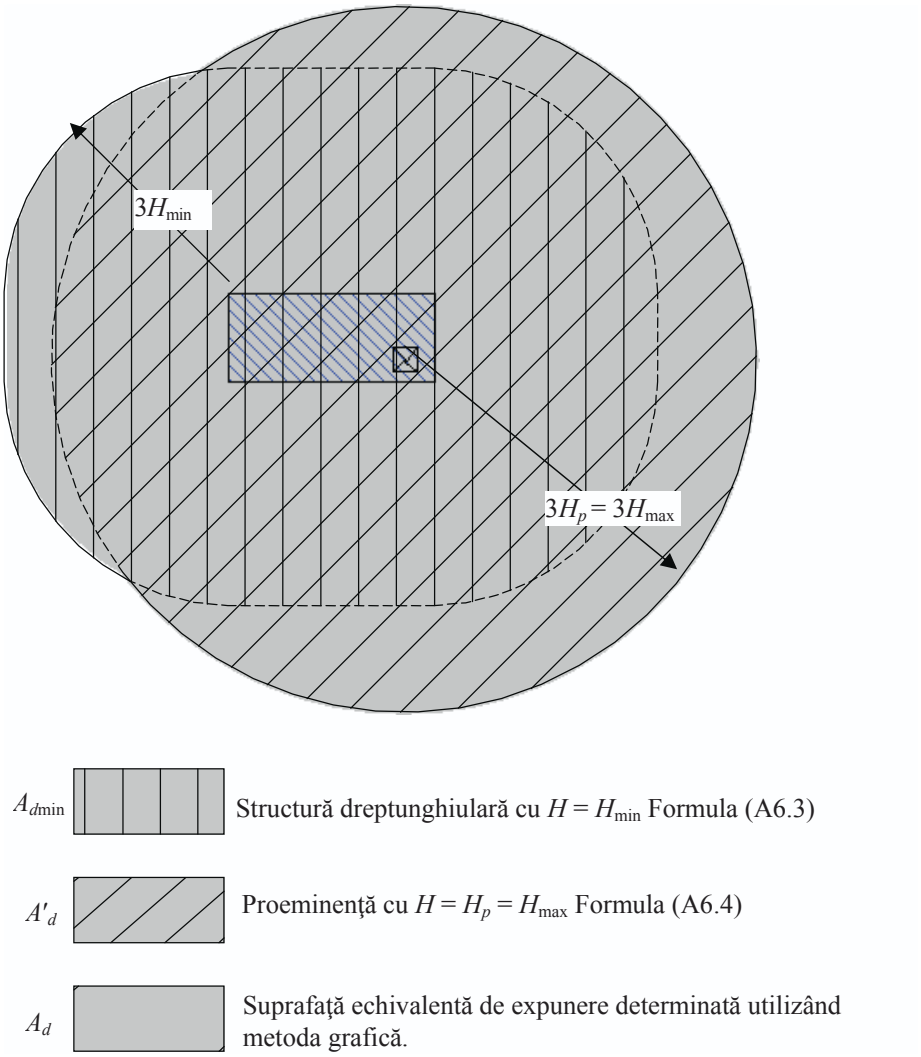


Fig. A6.1.3 – Metodă de determinare a suprafeţei echivalente de expunere pentru structura din figura A.6.1.2

- **Structură care face parte dintr-o clădire**

Când structura S considerată constituie numai o parte a unei clădiri B, dimensiunile structurii S pot fi utilizate pentru a evalua A_d dacă următoarele condiţii sunt îndeplinite (a se vedea figura A6.1.4):

– structura S este o parte dezvoltată pe verticală separat de clădirea B;

– clădirea B nu prezintă risc de explozie;

– propagarea focului între structura S şi alte părţi ale clădirii B este evitată cu ajutorul pereţilor cu rezistenţă la foc de 120 min (REI 120) sau prin alte măsuri de protecţie echivalente;

– propagarea supratensiunilor de-a lungul liniilor comune, dacă acestea există, este evitată prin instalarea de SPD în punctul de pătrundere în structură a acestor linii sau cu ajutorul altei măsuri de protecţie echivalente.

Când aceste condiţii nu sunt îndeplinite, trebuie utilizate dimensiunile întregii clădiri B.

6.1 - 4

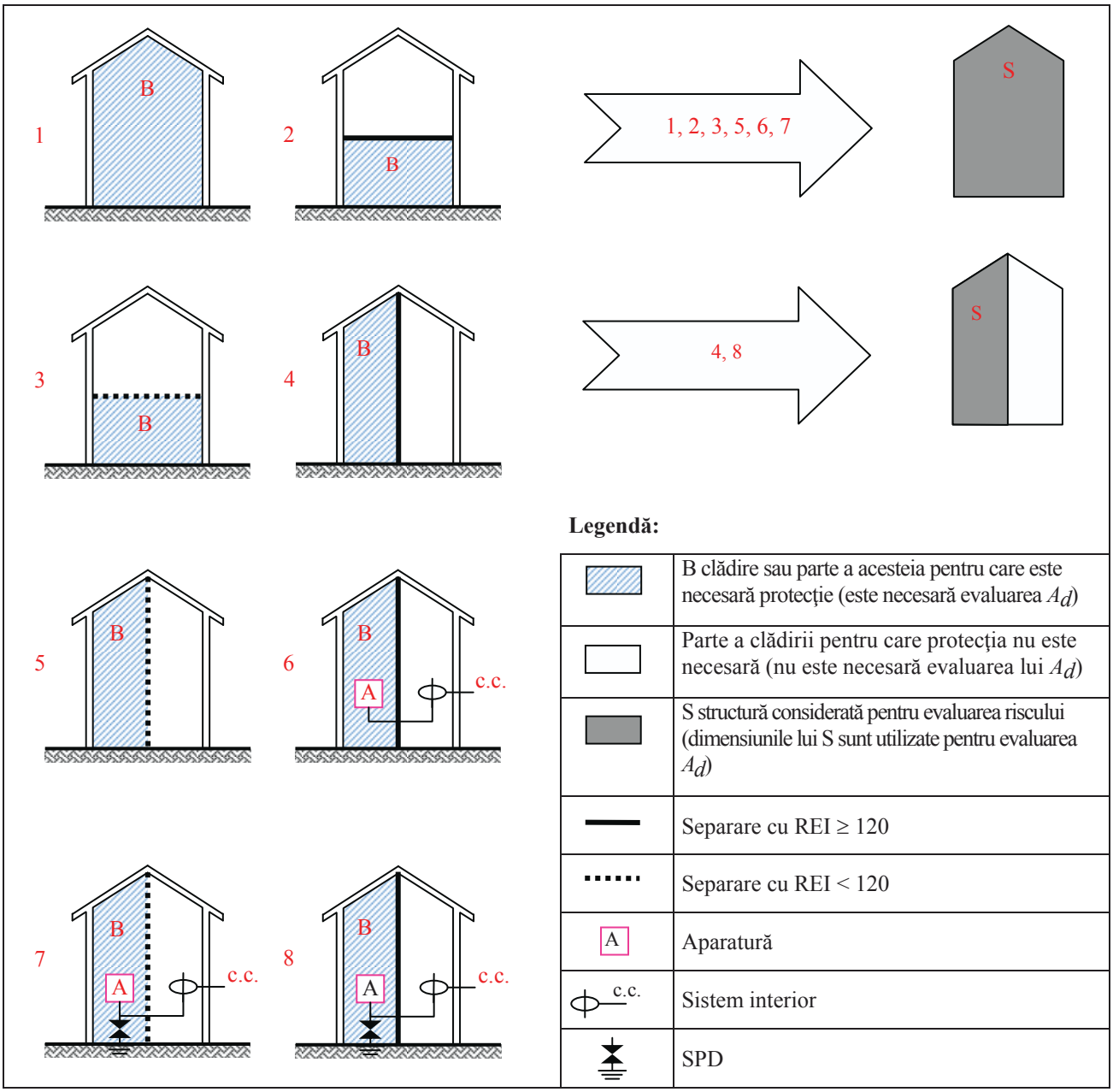


Fig. A6.1.4 – Structură de luat în considerare pentru evaluarea suprafeţei echivalente de expunere A_d

Amplasare relativă a unei structuri

Amplasarea relativă a unei structuri, ţine seama de prezenţa obiectelor învecinate sau de gradul de expunere al amplasamentului structurii, printr-un factor de amplasare C_d (a se vedea tabelul A6.1.2).

Tabelul A6.1.2

Factor de amplasare C_d

Amplasare relativă	C_d
Obiect înconjurat de obiecte mai înalte sau de copaci	0,25
Obiect înconjurat de obiecte sau de copaci de aceeaşi înălţime sau mai mici	0,5
Obiect izolat: nici un alt obiect în vecinătate	1
Obiect izolat pe vârful unei coline sau într-un vârf de munte	2

Numărul de evenimente periculoase N_D pentru o structură (extremitatea "b" a unui serviciu)

N_D poate fi evaluat ca fiind produsul:

$$N_D = N_g \times A_{d/b} \times C_{d/b} \times 10^{-6} \ , \qquad \text{(A6.1.4)}$$

unde

N_g –este densitatea de trăsnete la sol (număr de trăsnete/km^2·an);

$A_{d/b}$ – aria suprafaţe echivalente de expunere a structurii izolate (m^2) (a se vedea figura A 6.1.1);

$C_{d/b}$ –factorul de amplasare al structurii (a se vedea tabelul A6.1.2).

- **Numărul de evenimente periculoase N_{Da} pentru o structură adiacentă (extremitatea "a" a unui serviciu)**

Numărul mediu anual de evenimente periculoase N_{Da} datorită căderii trăsnetelor pe o structură la extremitatea "a" a unei linii (a se vedea 6.2.1.3 şi figura 6.5) poate fi evaluat ca fiind produsul:

$$N_{Da} = N_g \times A_{d/a} \times C_{d/a} \times C_t \times 10^{-6}, \qquad \text{(A6.1.5)}$$

unde

N_g este densitatea de trăsnete la sol (număr de trăsnete /km^2·an);

$A_{d/a}$ – aria suprafaţei echivalente de expunere a structurii adiacente izolate (m^2) (a se vedea figura A6.1.1);

$C_{d/a}$ este factorul de amplasare al structurii adiacente (a se vedea tabelul A6.1.2);

C_t este factorul de corecţie datorită prezenţei unui transformator ÎT/JT pe serviciul la care este racordată structura, amplasat între punctul de impact al trăsnetului şi structură (a se vedea tabelul A6.1.4). Acest factor se aplică secţiilor liniei din amonte de transformator în raport cu structura

Evaluarea numărului mediu anual de evenimente periculoase datorită căderii trăsnetului lângă structură N_M

N_M poate fi evaluat ca fiind produsul:

$$N_M = N_g \times (A_m - A_{d/b} \cdot C_{d/b}) \times 10^{-6} \ , \qquad \text{(A6.1.6)}$$

unde

N_g este densitatea de trăsnete la sol (număr de trăsnete/km^2·an);

A_m suprafaţa echivalentă de expunere pentru căderea trăsnetului lângă structură (m^2).

Suprafaţa echivalentă de expunere A_m se extinde până la o linie amplasată la o distanţă de 250 m de perimetrul structurii (a se vedea figura A6.1.5).

6.1 - 6

Dacă $N_M < 0$, $N_M = 0$ trebuie utilizat pentru evaluare.

Evaluarea numărului mediu anual de evenimente periculoase datorită căderii trăsnetului pe un serviciu N_L

Pentru un serviciu cu o singură secţie, N_L poate fi evaluat prin:

$$N_L = N_g \times A_l \times C_d \times C_t \times 10^{-6} \quad , \qquad \text{(A6.1.7)}$$

unde

N_g este densitatea de trăsnete la sol (număr de trăsnete /km^2·an);

A_l – suprafaţa echivalentă de expunere la căderea trăsnetului pe un serviciu (m^2) (a se vedea tabelul A6.1.3 şi figura A6.1.5);

C_d – factorul de amplasare al serviciului (a se vedea tabelul A6.1.2);

C_t – factorul de corecţie datorită prezenţei unui transformator ÎT/JT amplasat între punctul de impact al trăsnetului şi structură (a se vedea tabelul A6.1.4). Acest factor se aplică secţiilor de linii din amonte de transformator în raport cu structura.

Tabelul A6.1.3

Suprafeţe echivalente de expunere A_l şi A_i în funcţie de caracteristicile serviciului

	Aerian	**Îngropat**
A_l	$(L_c - 3(H_a + H_b))\ 6\ H_c$	$(L_c - 3(H_a + H_b))\ \sqrt{\rho}$
A_i	$1\ 000\ L_c$	$25\ L_c\sqrt{\rho}$

unde:

A_l este suprafaţa echivalentă de expunere la căderea trăsnetului pe un serviciu (m^2);

A_i – suprafaţa echivalentă de expunere la căderea trăsnetului lângă un serviciu (m^2);

H_c – înălţimea deasupra solului a conductoarelor serviciului (m);

L_c – lungimea secţiei serviciului de la structură până la primul nod (m). Poate fi estimată o valoare maximă L_c = 1 000 m;

H_a – înălţimea structurii conectate la extremitatea "a" a serviciului (m);

H_b – înălţimea structurii conectate la extremitatea "b" a serviciului (m);

ρ – rezistivitatea solului când serviciul este îngropat (Ωm). Poate fi estimată o valoare maximă ρ = 500 Ωm.

Pentru obiectivele acestui calcul:

– când valoarea lui L_c este necunoscută, se estimează că L_c = 1 000 m;

– când valoarea rezistivităţii solului este necunoscută, se estimează că ρ = 500 Ωm;

– pentru cablurile subterane care sunt pozate în întregime în zona de influenţă a unei instalaţii de legare la pământ de tipul reţea strâns buclată, suprafaţa echivalentă de expunere poate fi considerată ca fiind $A_i = A_l = 0$;

– structura de protejat trebuie considerată ca fiind una conectată la extremitatea "b" a serviciului.

Tabelul A6.1.4

Factor pentru transformator C_t

Transformator	C_t
Serviciu cu transformator cu două înfăşurări	0,2
Numai serviciu	1

Evaluare a numărului mediu anual de evenimente periculoase
datorită căderii trăsnetului lângă un serviciu N_I

Pentru un serviciu cu o singură secţie (aeriană, subterană, ecranată, neecranată etc.), valoarea N_I poate fi evaluată din relaţia

$$N_I = N_g \times A_i \times C_e \times C_t \times 10^{-6}, \quad \text{(A6.1.8)}$$

unde

N_g este densitatea de trăsnete la sol (număr de trăsnete/km^2·an);

A_i – suprafaţa echivalentă de expunere la căderea trăsnetului lângă un serviciu (m^2) (a se vedea tabelul A6.1.3 şi figura A6.1.5);

C_e – factorul de mediu (a se vedea tabelul A6.1.5);

C_t – factorul de corecţie datorită prezenţei unui transformator ÎT/JT amplasat între punctul de impact al trăsnetului şi structură (a se vedea tabelul A6.1.4). Acest factor se aplică secţiilor de linii din amonte de transformator în raport cu structura.

Tabelul A6.1.5

Factor de mediu C_e

Mediu	C_e
Urban cu clădiri înalte[1)]	0
Urban[2)]	0,1
Suburban[3)]	0,5
Rural	1

1) Înălţimea clădirilor mai mare de 20 m.
2) Înălţimea clădirilor se încadrează între 10 m şi 20 m.
3) Înălţimea clădirilor mai mică de 10 m.

Suprafaţa echivalentă de expunere A_i a serviciului este definită de lungimea sa L_C şi de distanţa laterală D_i (a se vedea figura A6.1.5) la care căderea unui trăsnet lângă serviciu poate cauza supratensiuni induse de cel puţin 1,5 kV.

6.1 - 8

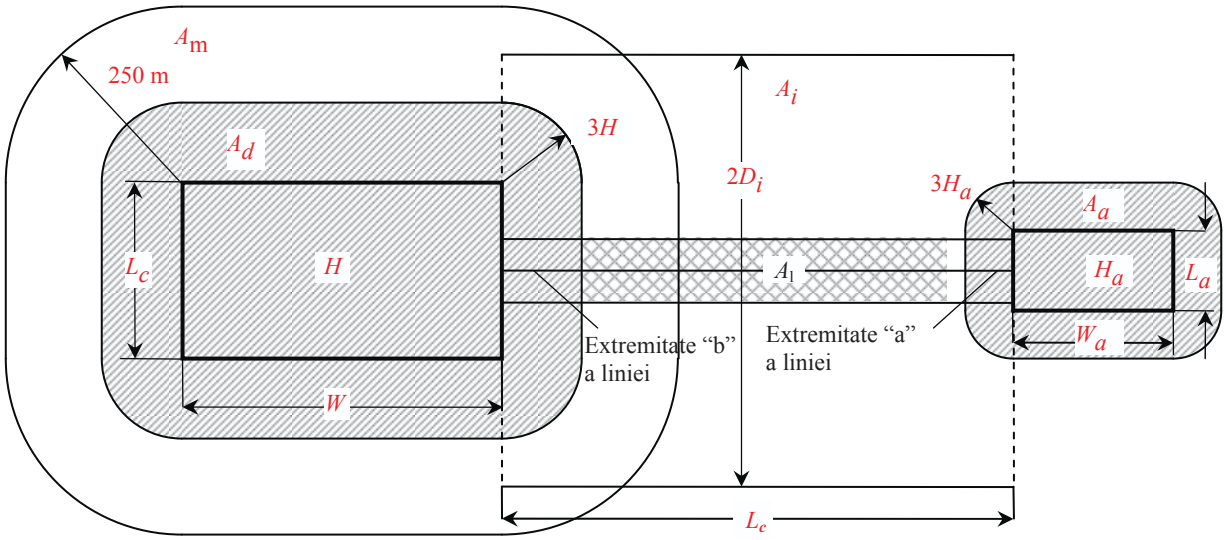


Fig. A6.1.5 – Suprafeţe echivalente de expunere (A_d, A_m, A_i, A_l)

Anexa 6.2
6.2 – 1

Evaluarea probabilităţii de avariere P_X a unei structuri

Probabilităţile date în această anexă sunt valabile dacă măsurile de protecţie sunt conforme cu recomandările din:

- SR EN 62305-3 pentru măsuri de protecţie pentru reducerea vătămării fiinţelor vii şi pentru măsuri de protecţie de reducere a avariilor fizice;
- SR EN 62305-4 pentru măsuri de protecţie pentru reducerea defectării sistemelor interioare.

Pot fi alese alte valori dacă acestea sunt justificate.

Valori ale probabilităţilor P_X mai mici decât 1 pot fi alese numai dacă măsura sau caracteristica este valabilă pentru întreaga structură sau zonă a structurii (Z_S) de protejat şi pentru tot echipamentul aferent.

Probabilitatea P_A ca un trăsnet care cade pe o structură să producă vătămări ale fiinţelor vii

Valorile probabilităţii P_A ca tensiunile de atingere şi de pas produse de căderea trăsnetului pe structură să producă şocuri electrice asupra fiinţelor vii, în funcţie de măsurile de protecţie tipice, sunt indicate în tabelul A6.2.1.

Tabelul A6.2.1

Valori ale probabilităţii P_A ca un trăsnet care cade pe o structură să producă şocuri electrice pentru fiinţele vii datorită tensiunilor de atingere şi de pas periculoase

Măsură de protecţie	P_A
Fără măsuri de protecţie	1
Izolaţie electrică a conductoarelor de coborâre expuse (de exemplu cel puţin 3 mm de polietilenă reticulată)	10^{-2}
Echipotenţializare efectivă a solului	10^{-2}
Panouri de avertizare	10^{-1}

Dacă au fost luate mai multe măsuri de protecţie, valoarea P_A este produsul valorilor P_A corespunzătoare fiecărei măsuri în parte.

Dacă se utilizează elemente de armătură din oţel ale structurii sau elemente ale structurii de rezistenţă drept conductoare de coborâre, sau dacă sunt prezente restricţii fizice, valoarea probabilităţii P_A este neglijabilă.

Probabilitatea P_B ca un trăsnet care cade pe o structură să producă avarii fizice

Valorile probabilităţii P_B ca un trăsnet care cade pe o structură să producă avarii fizice, sunt indicate în tabelul A6.2.2, în funcţie de nivelul de protecţie împotriva trăsnetului (NPT).

6.2 - 2

Tabelul A6.2.2

Valori ale P_B în funcţie de măsurile de protecţie pentru reducerea avariilor fizice

Caracteristici ale structurii	Clasa SPT	P_B
Structură neprotejată de SPT	–	1
Structură protejată de SPT	IV	0,2
	III	0,1
	II	0,05
	I	0,02
Structură cu dispozitiv de captare conform SPT I şi cu structură de rezistenţă metalică, continuă electric, ce acţionează drept conductoare de coborâre naturale		0,01
Structură cu un acoperiş din metal sau un dispozitiv de captare, cu posibilitatea includerii unor componente naturale, asigurând o protecţie completă a oricărei instalaţii dispuse pe acoperiş împotriva căderii directe a trăsnetului şi cu o structură de rezistenţă metalică, continuă electric, ce acţionează drept conductoare de coborâre naturale		0,001

Pot fi luate în considerare şi alte valori P_B decât cele indicate în tabelul A6.2.2 dacă acestea sunt corect evaluate folosind criteriile de calcul şi de dimensionare definite în SR EN 62305-1.

Probabilitatea P_C ca un trăsnet care cade pe o structură să producă defectarea sistemelor interioare

Probabilitatea P_C ca un trăsnet care cade pe o structură să antreneze o defectare a sistemelor interioare depinde de protecţia cu SPD coordonate adoptată:

$$P_C = P_{\text{SPD}} \cdot \qquad \text{(A6.2.1)}$$

Valorile P_{SPD} depind de nivelul de protecţie împotriva trăsnetului (NPT) pentru care SPD sunt proiectate, aşa cum se indică în tabelul A6.2.3.

Tabelul A6.2.3

Valoarea probabilităţii P_{SPD} în funcţie de NPT pentru care SPD au fost proiectate

NPT	P_{SPD}
Fără protecţie cu SPD coordonate	1
III-IV	0,03
II	0,02
I	0,01
SPD cu caracteristici de protecţie superioare (capacitate de ţinere la curent electric mai mare, nivel de protecţie mai coborât etc.) celor corespunzătoare unui NPT I pentru aceeaşi instalaţie.	0,005 – 0,001

Numai "o protecţie cu SPD coordonate" este potrivită ca măsură de protecţie pentru a reduce P_C. O protecţie cu SPD coordonate realizează o reducere efectivă a lui P_C numai în structuri protejate cu un SPT sau în structuri cu o structură de rezistenţă metalică, continuă electric, ce acţionează ca un SPT natural, la care prescripţiile de legare la pământ şi de echipotenţializare sunt conforme cu recomandările din SR EN 62305-3.

6.2 - 3

Sistemele interioare ecranate racordate la liniile exterioare care constau din cabluri de protecţie sau sisteme cu conductoare în canale de cabluri, conducte metalice sau tuburi metalice de protecţie împotriva trăsnetului pot să nu necesite utilizarea unei protecţii cu SPD coordonate.

Valori mai pentru P_{SPD} sunt posibile dacă SPD au caracteristici de protecţie superioare (capacitate de ţinere la curent electric mai mare, nivel de protecţie mai coborât etc.) celor corespunzătoare unui NPT I pentru aceeaşi instalaţie.

Probabilitatea P_M ca un trăsnet care cade lângă o structură să producă defectări ale sistemelor interioare

Probabilitatea P_M ca un trăsnet care cade lângă o structură să producă defectări ale sistemelor interioare depinde de măsurile de protecţie împotriva trăsnetului adoptate ţinând seama de factorul K_{MS}.

Dacă nu este asigurată o protecţie cu SPD coordonate în conformitate cu recomandările din SR EN62305-4, valoarea P_M este egală cu valoarea P_{MS}.

Valorile P_{MS} în funcţie de K_{MS} sunt indicate în tabelul A6.2.4, unde K_{MS} este un factor care ţine seama de performanţele măsurilor de protecţie adoptate.

Dacă este asigurată o protecţie cu SPD coordonate în conformitate cu prescripţiile din CEI 62305-4, valoarea P_M este cea mai mică dintre valorile lui P_{SPD} şi P_{MS}.

Tabelul A6.2.4
Valoare a probabilităţii P_{MS} în funcţie de factorul K_{MS}

K_{MS}	P_{MS}
≥ 0,4	1
0,15	0,9
0,07	0,5
0,035	0,1
0,021	0,01
0,016	0,005
0,015	0,003
0,014	0,001
≤ 0,013	0,000 1

Pentru sistemele interioare ale căror echipamente nu sunt conforme cu standardele de produs aplicabile pentru asigurarea imunităţii electromagnetice (rezistibilitate sau nivel de tensiune de ţinere), trebuie asumat că $P_{MS} = 1$.

Valorile factorului K_{MS} sunt obţinute din produsul:

$$K_{MS} = K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4}, \qquad \text{(A6.2.2)}$$

6.2 - 4

unde:

K_{S1} este un factor ce ia în considerare eficienţa ecranului unei structurii, a SPT sau a altor ecrane la frontiera ZPT 0/1;

K_{S2} – factor ce ia în considerare eficienţa ecranelor din interiorul structurii la frontiera ZPT X/Y (X>0, Y>1);

K_{S3} – factor ce ia în considerare caracteristicile cablajelor interioare (a se vedea tabelul A6.2.5);

K_{S4} – factor ce ia în considerare tensiunea de ţinere la impuls a sistemului de protejat .

În interiorul unei ZPT, la o distanţă de securitate de frontiera ecranului cel puţin egală cu latura ochiului reţelei *w,* factorii K_{S1} şi K_{S2} pentru SPT sau pentru ecrane tridimensionale tip reţea pot fi evaluaţi din relaţia

$$K_{S1} = K_{S2} = 0{,}12 \times w, \qquad \text{(A6.2.3)}$$

unde w(m) este latura ochiului reţelei unui ecran tridimensional tip grilă sau a unei reţele de conductoare de coborâre ale SPT, spaţiul de separare între coloanele metalice ale structurii sau spaţiul între cadrele de armături ale betonului care acţionează ca un SPT natural.

Pentru ecranele metalice continui cu grosimea de la 0,1 mm până la 0,5 mm, $K_{S1} = K_{S2} = 10^{-4}$ până la 10^{-5}.

Dacă se prevede o reţea de echipotenţializare cu ochiuri conform recomandărilor din SR EN 62305-4, valorile K_{S1} şi K_{S2} pot fi reduse la jumătate.

Dacă o buclă de inducţie este aşezată în apropierea conductoarelor care formează ecranul de la frontiera unei ZPT la o distanţă mai mică decât distanţa de securitate, valorile lui K_{S1} şi K_{S2} vor fi mai mari. De exemplu, valorile lui K_{S1} şi K_{S2} trebuie să fie dublate atunci când distanţa până la ecran este în domeniul de la 0,1 w până la 0,2 w.

Pentru o cascadă de ZPT , valoarea rezultantă K_{S2} este produsul valorilor corespondente K_{S2} pentru fiecare ZPT.

Valoarea maximă a lui K_{S1} este limitată la 1.

Tabelul A6.2.5

Valoarea factorului K_{S3} în funcţie de cablajul interior

Tipul cablajului interior	K_{S3}
Cablu neecranat – fără precauţii luate pentru traseul de pozare în vederea evitării buclelor 1)	1
Cablu neecranat – cu precauţii luate pentru traseul de pozare în vederea evitării buclelor de mari dimensiuni 2)	0,2
Cablu neecranat – cu precauţii luate pentru traseul de pozare în vederea evitării buclelor 3)	0,02
Cablu ecranat cu rezistenţa electrică a ecranului 4) $5<R_S \leq 20$ Ω / km	0,001
Cablu ecranat cu rezistenţa electrică a ecranului 4) $1 < R_S \leq 5$ Ω / km	0,000 2
Cablu ecranat cu rezistenţa electrică a ecranului 4) $R_S \leq 1$ Ω / km	0,000 1

1) Conductoarele buclei cu trasee diferite în clădiri mari (suprafaţa buclei de ordinul 50 m^2).

2) Conductoarele buclei pozate în acelaşi conducte sau bucle de conductoarele cu trasee diferite în clădiri mici (suprafaţa buclei de ordinul 10 m^2).

3) Conductoarele buclei pozate în acelaşi cablu (suprafaţa buclei de ordinul 0,5 m^2).

4) Cablu cu ecran de rezistenţă electrică R_S (Ω/km) legat la o bară de echipotenţializare la ambele extremităţi şi echipamentul conectat la aceeaşi bară de echipotenţializare.

Anexa 6.2 - 5

Pentru cablaje pozate în conducte de protecţie din metal, continui legate la bare de echipotenţializare la ambele extremităţi, valorile lui K_{S3} trebuie multiplicate cu 0,1.

Factorul K_{S4} este evaluat din relaţia:

$$K_{S4} = 1{,}5/U_W, \qquad \text{(A6.2.4)}$$

unde U_W este tensiunea nominală de ţinere la impuls a sistemului de protejat, în kV.

Dacă într-un sistem interior există echipamente cu nivele diferite de tensiune de ţinere la impuls, trebuie ales factorul K_{S4} care corespunde celui mai mic nivel de ţinere la impuls.

Probabilitatea P_U ca un trăsnet care cade pe un serviciu să producă vătămarea fiinţelor vii

Valorile probabilităţii P_U ca un trăsnet care cade pe un serviciu racordat la o structură să producă vătămarea fiinţelor vii datorită tensiunii de atingere generate depind de caracteristicile ecranului serviciului, de tensiunea de ţinere la impuls a sistemelor interioare racordate la serviciu, de măsurile de protecţie tipice (restricţii fizice, panouri de avertizare etc. (a se vedea tabelul A6.2.1) şi de prevederea de SPD la racordarea serviciului.

Dacă nu sunt prevăzute SPD pentru o echipotenţializare în conformitate cu recomandările din SR EN 62305-3, valoarea lui P_U este egală cu valoarea lui P_{LD}, unde P_{LD} este probabilitatea defectării sistemelor interioare datorită unei căderi a trăsnetului pe serviciul racordat.

Valorile lui P_{LD} sunt indicate în tabelul A6.2.6.

Dacă sunt prevăzute SPD pentru echipotenţializare în conformitate cu recomandările din SR EN 62305-3, valoarea lui P_U este cea mai mică valoare dintre valorile lui P_{SPD} (tabelul A6.2.3) şi valorile P_{LD}. (tabelul A6.2.6).

Protecţia cu SPD coordonate conform recomandărilor din SR EN 62305-4 nu este necesară pentru a reduce P_U în acest caz. SPD conform SR EN 62305-3 sunt suficiente.

Tabelul A6.2.6

Valori ale probabilităţii P_{LD} în funcţie de rezistenţa electrică R_S a ecranului cablului şi de tensiunea de ţinere la impuls U_W a echipamentului

U_W kV	$5 < R_S \leq 20$ Ω/km	$1 < R_S \leq 5$ Ω/km	$R_S \leq 1$ Ω/km
1,5	1	0,8	0,4
2,5	0,95	0,6	0,2
4	0,9	0,3	0,04
6	0,8	0,1	0,02
R_S (Ω/km): rezistenţa electrică lineică a ecranului cablului.			

6.2 - 6

Pentru un serviciu neecranat, se consideră $P_{LD} = 1$.

Dacă sunt prevăzute măsuri de protecţie, cum ar fi restricţii fizice, panouri de atenţionare etc., probabilitatea P_U trebuie să fie redusă în continuare prin multiplicarea sa cu valorile probabilităţii P_A indicate în tabelul A6.2.1.

Probabilitatea P_V ca un trăsnet care cade pe un serviciu să producă avarii fizice

Valorile probabilităţii P_V ca un trăsnet care cade pe un serviciu care pătrunde într-o structură să producă avarii fizice depind de caracteristicile ecranului serviciului, de tensiunea de ţinere la impuls a sistemelor interioare racordate la serviciu şi de SPD prevăzute.

Dacă pentru legăturile de echipotenţializare nu sunt prevăzute SPD conform recomandărilor din SR EN 62305-3, valoarea P_V este egală cu valoarea lui P_{LD}, unde P_{LD} este probabilitatea de defectare a sistemelor interioare datorită unei căderi a trăsnetului pe un serviciu racordat.

Valorile lui P_{LD} sunt indicate în tabelul A6.2.6.

Dacă sunt prevăzute SPD pentru legăturile de echipotenţializare conform recomandărilor din SR EN 62305-3, valoarea lui P_V este cea mai mică dintre valorile P_{SPD} (a se vedea tabelul A6.2.3) şi valorile P_{LD}.

Protecţia cu SPD coordonate conform recomandărilor din SR EN 62305-4 nu este necesară pentru a reduce P_V în acest caz. SPD conform recomandărilor din SR EN 62305-3 sunt suficiente.

Probabilitatea P_W ca un trăsnet care cade pe un serviciu să producă defectarea sistemelor interioare

Valorile probabilităţii P_W ca un trăsnet care cade pe un serviciu racordat la o structură să cauzeze o defectare a sistemelor interioare depind de caracteristicile ecranului serviciului, de tensiunea de ţinere la impuls a sistemelor interioare racordate la serviciu şi de SPD instalate.

Dacă nu este asigurată protecţia cu SPD coordonate conform recomandărilor din SR EN 62305-4, valoarea P_W este egală cu valoarea P_{LD}, unde P_{LD} este probabilitatea de defectare a sistemelor interioare datorită unei căderi a trăsnetului pe serviciul racordat.

Valorile P_{LD} sunt indicate în tabelul A6.2.6.

Dacă este asigurată protecţia cu SPD coordonate conform recomandărilor din SR EN 62305-4, valoarea P_W este cea mai mică dintre valorile P_{SPD} (a se vedea tabelul A6.2.3) şi valorile P_{LD}.

Probabilitatea P_Z ca un trăsnet care cade lângă un serviciu racordat să producă defectarea sistemelor interioare

Valorile probabilităţii P_Z ca un trăsnet care cade lângă un serviciu racordat la structură să producă o defectare a sistemelor interioare depind de caracteristicile ecranului serviciului, de tensiunea de ţinere la impuls a sistemului racordat la serviciu şi de măsurile de protecţie prevăzute.

Anexa 6.2 - 7

Dacă nu este asigurată protecţie cu SPD coordonate conform recomandărilor din SR EN 62305-4, valoarea P_Z este egală cu valoarea lui P_{LI}, unde P_{LI} este probabilitatea de defectare a sistemelor interioare datorită unui trăsnet care cade pe serviciul racordat.

Valorile P_{LI} sunt indicate în tabelul A6.2.7.

Dacă este asigurată protecţie cu SPD coordonate conform recomandărilor din SR EN 62305-4, valoarea P_Z este cea mai mică dintre valorile P_{SPD} (tabelul A6.2.3) şi valorile P_{LI}.

Tabelul A6.2.7

Valorile probabilităţii P_{LI} în funcţie de rezistenţa R_S a ecranului cablului şi de tensiunea de ţinere la impuls U_W a echipamentului

U_W kV	Fără ecran	Ecran nelegat la bara de echipotenţializare la care este conectat echipamentul	Ecran legat la bara de echipotenţializare şi echipamentul conectat la aceeaşi bară de echipotenţializare		
			$5 < R_S \leq 20$ Ω/km	$1 < R_S \leq 5$ Ω/km	$R_S \leq 1$ Ω/km
1,5	1	0,5	0,15	0,04	0,02
2,5	0,4	0,2	0,06	0,02	0,008
4	0,2	0,1	0,03	0,008	0,004
6	0,1	0,05	0,02	0,004	0,002
R_S: rezistenţa electrică lineică a ecranului cablului (Ω/km).					

Anexa 6.3
6.3 – 1

Evaluarea volumului pierderilor L_X într-o structură

Volumul total al pierderilor L_X trebuie evaluat şi stabilit de proiectantul sistemului de protecţie împotriva trăsnetului (sau de proprietarul structurii). Valorile medii tipice indicate în această anexă sunt valori propuse de CEI.
Se recomandă ca relaţiile prezentate în această anexă să fie utilizate ca o sursă primară pentru valorile L_X.

Volumul mediu relativ al pierderilor pe an

Pierderile L_X se referă la volumul mediu relativ al unui anumit tip de avarie care poate fi produsă de o cădere de trăsnet, luând în considerare atât extinderea sa cât şi efectele sale.
Valoarea sa depinde de:
– numărul de persoane şi de timpul cât acestea rămân în amplasamentul periculos;
– tipul şi importanţa serviciului public;
– valoarea bunurilor afectate de avarie.
Pierderile L_X variază cu tipul pierderii (L1, L2, L3 şi L4) considerate şi, pentru fiecare tip de pierdere, cu tipul de avarii (D1, D2 şi D3) care produc pierderea. Sunt utilizate simbolurile următoare:
L_t – pierderea datorită vătămării prin tensiunile de atingere şi de pas;
L_f – pierderea datorită avariei fizice;
L_o – pierderea datorită defectării sistemelor interioare.

Pierdere de vieţi omeneşti

Valorile L_t, L_f şi L_o pot fi exprimate sub forma numărului relativ de victime utilizând relaţia aproximativă următoare:

$$L_X = (n_p / n_t) \times (t_p / 8760), \qquad \text{(A6.3.1)}$$

unde
n_p – numărul persoanelor care ar putea fi puse în pericol (victime);
n_t – numărul total estimat de persoane (din structură);
t_p – timpul în ore pe an în care persoanele sunt prezente în amplasamentul periculos, în afara structurii (numai pentru L_t) sau în interiorul structurii (pentru L_t , L_f şi L_o).
Valorile medii tipice ale L_t, L_f şi L_o indicate în tabelul A6.3.1 pot fi utilizate atunci când determinarea valorilor n_p, n_t şi t_p este incertă şi dificilă.

Tabelul A6.3.1

Valori medii tipice pentru L_t, L_f şi L_o

Tip de structură	L_t
Toate tipurile – (persoane în interiorul clădirii)	10^{-4}
Toate tipurile – (persoane în exteriorul clădirii)	10^{-2}

Tip de structură	L_f
Spitale, hoteluri, clădiri rezidenţiale	10^{-1}
Clădiri industriale, comerciale, şcoli	5×10^{-2}
Clădiri publice, biserici, muzee	2×10^{-2}
Altele	10^{-2}

Tip de structură	L_o
Structură cu risc de explozie	10^{-1}
Spitale	10^{-3}

Pierderea de vieţi omeneşti este pusă în relaţie cu caracteristicile structurii luate în consideraţie prin factori de majorare (h_z) şi factori de reducere (r_f, r_p, r_a, r_u) conform relaţiilor:

$$L_A = r_a \times L_t ; \quad \text{(A6.3.2)}$$

$$L_U = r_u \times L_t ; \quad \text{(A6.3.3)}$$

$$L_B = L_V = r_p \times h_z \times r_f \times L_f ; \quad \text{(A6.3.4)}$$

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_o , \quad \text{(A6.3.5)}$$

unde:

r_a este un factor de reducere a pierderilor de vieţi omeneşti în funcţie de tipul solului (a se vedea tabelul A6.3.2);

r_u factor de reducere a pierderilor de vieţi omeneşti în funcţie de tipul planşeului (a se vedea tabelul A6.3.2);

r_p este un factor de reducere a pierderilor datorită avariilor fizice în funcţie de măsurile luate de reducere a consecinţelor unui incendiu (a se vedea tabelul A6.3.3);

r_f este un factor de reducere a pierderilor datorită avariilor fizice în funcţie de riscul de incendiu al structurii (a se vedea tabelul A6.3.4);

h_z este un factor de majorare a pierderilor datorită avariei fizice în prezenţa unui pericol specific (a se vedea tabelul A6.3.5).

Tabelul A6.3.2

Valorile factorilor de reducere a pierderilor r_a şi r_u în funcţie de tipul suprafeţei solului sau a planşeului

Tip de suprafaţă	Rezistenţa de contact kΩ[1)]	r_a şi r_u
Agricolă, beton	≤1	10^{-2}
Marmură, ceramică	1 – 10	10^{-3}
Pietriş, mochetă, covor	10 – 100	10^{-4}
Asfalt, linoleum, lemn	≥100	10^{-5}

1) Valori măsurate între un electrod de 400 cm^2 comprimat cu o forţă de 500 N şi un punct la infinit.

6.3 – 3

Tabelul A6.3.3

Valori ale factorului de reducere a pierderilor r_p în funcţie de măsurile luate de reducere a consecinţelor unui incendiu

Măsuri	r_p
Fără măsuri	1
Una dintre următoarele măsuri: extinctoare; instalaţii de extinctoare fixe cu acţionare manuală; instalaţii de alarmă cu acţionare manuală; hidranţi; compartimente rezistente la foc; trasee de evacuare protejate	0,5
Una dintre următoarele măsuri: instalaţii de extinctoare fixe cu acţionare automată; instalaţii de alarmă cu acţionare automată1)	0,2
1) Numai dacă sunt protejate împotriva supratensiunilor şi împotriva altor avarii şi dacă timpul de intervenţie al pompierilor este sub 10 min.	

Dacă sunt luate mai multe măsuri, valoarea r_p trebuie să fie cea mai mică dintre valorile individuale asociate.

În structuri cu risc de explozie, $r_p = 1$ pentru toate cazurile.

Tabelul A6.3.4

Valori ale factorului de reducere a pierderilor r_f în funcţie de riscul de incendiu al structurii

Risc de incendiu	r_f
Explozie	1
Ridicat	10^{-1}
Mediu	10^{-2}
Scăzut	10^{-3}
Nici unul	0

În cazurile unei structuri cu risc de explozie şi al unei structuri care conţine amestecuri explozibile pot fi necesare evaluări mai detaliate ale mărimii *rf*.

Structuri cu risc ridicat de incendiu pot fi considerate ca fiind structurile realizate din materiale combustibile, structuri cu acoperiş realizat din materiale combustibile sau structuri cu o sarcină termică mai mare decât 800 MJ/m^2.

Structuri cu risc mediu de incendiu pot fi considerate ca fiind structurile cu o sarcină termică cuprinsă între 800 MJ/m^2 şi 400 MJ/m^2.

Structuri cu risc scăzut de incendiu pot fi considerate ca fiind structurile cu o sarcină termică mai mică decât 400 MJ/m^2, sau structuri care conţin materiale combustibile numai ocazional.

Sarcină termică specifică este raportul dintre cantitatea totală de energie a materialului combustibil al structurii şi suprafaţa totală (desfăşurată) a structurii.

Tabelul A6.3.5

Valori ale factorului h_z de majorare a volumului relativ al pierderilor în prezenţa unui pericol special

Tip de pericol special	h_z
Nici un pericol special	1
Nivel scăzut de panică (de exemplu o structură limitată la două etaje şi numărul de persoane sub 100)	2
Nivel mediu de panică (de exemplu o structură proiectată pentru evenimente sportive sau culturale cu un număr de participanţi între 100 şi 1 000 persoane)	5
Dificultate de evacuare (de exemplu structuri cu persoane imobilizate, spitale)	5
Nivel ridicat de panică (de exemplu o structură proiectată pentru evenimente sportive sau culturale cu un număr de participanţi mai mare de 1000 persoane)	10
Pericol pentru împrejurimi sau mediul înconjurător	20
Contaminare a împrejurimilor sau a mediului înconjurător	50

6.3 – 4

Pierderi inacceptabile de servicii publice

Valorile L_f şi L_o pot fi exprimate sub forma volumului relativ al pierderilor potenţiale plecând de la relaţia aproximativă următoare:

$$L_x = n_p / n_t \times t / 8760 \qquad \text{(A6.3.6)}$$

unde

n_p este numărul mediu de persoane potenţial în pericol (utilizatori care nu sunt deserviţi);

n_t – numărul total de persoane (utilizatori deserviţi);

t – durata anuală de pierdere a serviciului (în ore).

Valori medii tipice L_f şi L_o sunt indicate în tabelul A6.3.6, pot fi utilizate dacă determinarea lui n_p, n_t şi t este incertă sau dificilă.

Tabelul A6.3.6

Valori medii tipice L_f şi L_o

Tip de serviciu	L_f	L_o
Gaz, apă	10^{-1}	10^{-2}
TV, linii de telecomunicaţii, alimentare cu energie electrică	10^{-2}	10^{-3}

Pierderile serviciului public sunt puse în relaţie cu caracteristicile structurii şi cu factorul de reducere a pierderilor (r_p) conform relaţiilor :

$$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_f \quad ; \qquad \text{(A6.3.7)}$$

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_o \, . \qquad \text{(A6.3.8)}$$

Valori pentru factorii r_p şi r_f sunt indicate în tabelele A6.3.3 şi respectiv A.6.3.4

Pierderea unui element de neînlocuit din patrimoniul cultural

Valoarea lui L_f poate fi exprimată prin volumul relativ al pierderilor potenţiale plecând de la relaţia aproximativă următoare:

$$L_f = c / c_t \, , \qquad \text{(A6.3.9)}$$

unde

c – este valoare medie a pierderilor posibile ale structurii (adică valoarea care poate fi asigurată a pierderii posibile de bunuri) în monedă curentă;

c_t – valoarea totală a structurii (adică valoarea totală asigurată a tuturor bunurilor prezente în structură) în monedă curentă

Când determinarea valorilor c şi c_t este incertă sau dificilă, se poate lua ca valoare medie:

$$L_f = 10^{-1} \, .$$

Pierderea unui element de neînlocuit din patrimoniul cultural este pusă în relaţie cu caracteristicile structurii prin factorul de reducere a pierderilor r_p conform relaţiei:

$$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_f \, . \qquad \text{(A6.3.10)}$$

Valori pentru factorii r_p şi r_f sunt indicate în tabelele A6.3.3 şi respectiv A6.3.4.

Pierderi economice

Valorile L_t , L_f şi L_o pot fi exprimate ca volumul relativ al pierderilor potenţiale plecând de la relaţia aproximativă următoare:

$$L_x = c / c_t \, , \qquad \text{(A6.3.11)}$$

6.3 – 5

unde

c – este valoarea medie a pierderilor posibile ale structurii (inclusiv a conţinutului său şi a activităţilor corespunzătoare şi rezultante ale acestora) în moneda curentă;

c_t – valoarea totală a structurii (inclusiv a conţinutului său şi a activităţilor corespunzătoare) în moneda curentă.

Valori medii ale L_t, L_f şi L_O, pentru toate tipurile de structuri, indicate în tabelul A.6.3.7, pot fi utilizate dacă determinarea lui c şi c_t este incertă sau dificilă.

Tabelul A6.3.7

Valori medii tipice ale L_t, L_f şi L_O

Tip de structură	L_t
Toate tipurile – În interiorul clădirilor	10^{-4}
Toate tipurile – În exteriorul clădirilor	10^{-2}

Tip de structură	L_f
Spital, industrială, muzeu, agricolă	0,5
Hotel, şcoală, birouri, biserică, de spectacole, clădire economică	0,2
Altele	0,1

Tip de structură	L_o
Risc de explozie	10^{-1}
Spital, industrială, birouri, hotel, clădire economică	10^{-2}
Muzeu, agricolă, şcoală, biserică, de spectacole	10^{-3}
Altele	10^{-4}

Pierderea economică este pusă în relaţie cu caracteristicile structurii prin factorul de majorare (h_z) şi prin factorii de reducere a pierderilor (r_p , r_a , r_f , r_u) conform relaţiilor:

$$L_A = r_a \times L_t \; ; \qquad \text{(A6.3.12)}$$

$$L_U = r_u \times L_t \; ; \qquad \text{(A6.3.13)}$$

$$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_f \; ; \qquad \text{(A6.3.14)}$$

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \; . \qquad \text{(A6.3.15)}$$

Valorile factorilor r_a şi r_u sunt indicate în tabelul A6.3.2; ale factorului r_p în tabelul A6.3.3; ale factorului r_f în tabelul A6.3.4 şi ale factorului h_z în tabelul A6.3.5.

Anexa 6.4
6.4 – 1

Evaluarea probabilităţii P'_X de avariere a unui serviciu

Probabilităţile prezentate în această anexă sunt valori propuse de CEI. Pot fi alese şi alte valori dacă acest lucru este justificat.
Probabilităţile indicate în această anexă sunt valabile dacă măsurile de protecţie sunt conforme cu recomandările CEI 62305-5.

Linii cu conductoare metalice

Probabilităţile P'_B şi P'_C ca un trăsnet care cade pe o structură la care este racordată o linie să producă avarii

Probabilitatea P'_B ca un trăsnet care cade pe o structură la care este racordată o linie să producă avarii fizice, şi probabilitatea P'_C ca un trăsnet care cade pe o structură la care este racordată o linie să conducă la defectări ale echipamentului serviciului depind de curentul electric de defectare I_a.
Acesta depinde de caracteristicile liniei, de numărul de servicii care sunt racordate la structură şi de măsurile de protecţie adoptate.
Pentru linii neecranate, trebuie să se aleagă $I_a = 0$.
Pentru linii ecranate, curentul electric de defectare I_a (kA) trebuie evaluat conform relaţiei:

$$I_a = 25\ n \times U_W / (R_S \times K_d \times K_p). \qquad \text{(A6.4.1)}$$

unde:
K_d este factorul care depinde de caracteristicile liniei (a se vedea tabelul A6.4.1);
K_p factorul care depinde de efectul măsurilor de protecţie adoptate (a se vedea tabelul A6.4.2);
U_W este tensiunea de ţinere la impuls, (kV) (a se vedea tabelul A6.4.3 pentru cabluri şi tabelul A6.4.4 pentru aparate);
R_S este rezistenţa electrică lineică a ecranului cablului, (Ω/km);
n este numărul de servicii racordate la structură.
SPD în punctul de racordare la structură creşte valoarea curentului electric de defectare I_a şi poate avea un efect de protecţie pozitiv.

Tabelul A6.4.1
Valorile factorului K_d în funcţie de caracteristicile unei linii ecranate

Linie	K_d
Cu ecran în contact cu solul	1
Cu ecran fără contact cu solul	0,4

6.4 – 2

Tabelul A6.4.2

Valori ale factorului K_p în funcţie de măsurile de protecţie

Măsură de protecţie	K_p
Fără măsuri de protecţie	1
Conductoare de ecranare suplimentare – Un conductor[1)]	0,6
Conductoare de ecranare suplimentare – Două conductoare[1)]	0,4
Canal de cabluri de protecţie împotriva trăsnetului	0,1
Cablu de protecţie împotriva trăsnetului	0,02
Conductoare de ecranare suplimentare – conductă de oţel	0,01
[1)] Conductoarele de ecranare se instalează la aproximativ 30 cm deasupra cablului; două conductoare de ecranare sunt amplasate la 30 cm deasupra cablului dispuse simetric în raport cu axa cablului.	

Tabelul A6.4.3

Tensiune de ţinere la impuls U_w în funcţie de tipul de cablu

Tip de cablu	U_n kV	U_w kV
TLC- Izolat cu hârtie	–	1,5
TLC- Izolat cu PVC, PE	–	5
De alimentare cu energie electrică	≤ 1	15
De alimentare cu energie electrică	3	45
De alimentare cu energie electrică	6	60
De alimentare cu energie electrică	10	75
De alimentare cu energie electrică	15	95
De alimentare cu energie electrică	20	125

Tabelul A6.4.4

Tensiune de ţinere la impuls U_w în funcţie de tipul aparatelor

Tip de aparate	U_w kV
Electronice	1,5
Echipamente electrice ale utilizatorului (U_n <1 kV)	2,5
Aparate ale reţelei electrice (U_n <1 kV)	6

Valorile P'_B şi P'_C în funcţie de valorile curentului electric de defectare I_a sunt indicate în tabelul A6.4.5.

Dacă sunt prevăzute SPD conform recomandărilor CEI 62305-5, valorile P'_B şi P'_C sunt estimate ca fiind valorile P_{SPD}. (tabelul A6.4.3).

Tabelul A6.4.5

Valori ale probabilităţilor P'_B, P'_C, P'_V şi P'_W în funcţie de curentul electric de defectare I_a

I_a kA	P'_B, P'_C, P'_V, P'_W
0	1
3	0,99
5	0,95
10	0,9
20	0,8
30	0,6
40	0,4
50	0,3
60	0,2
80	0,1
100	0,05
150	0,02
200	0,01
300	0,005
400	0,002
600	0,001

Probabilităţile P'_V şi P'_W ca un trăsnet care cade pe o linie să producă avarii

Probabilitatea P'_V ca un trăsnet care cade pe o linie să producă avarii, şi probabilitatea P'_W ca un trăsnet care cade pe o linie să producă defectări ale echipamentului serviciului depind de curentul electric de defectare I_a care, la rândul său, depinde de caracteristicile liniei şi de măsurile de protecţie adoptate.

Pentru linii neecranate se presupune $I_a = 0$.

Pentru linii ecranate, curentul de defectare I_a este evaluat conform relaţiei:

$$I_a = 25\ U_w / (R_s \times K_d \times K_p), \qquad \text{(A6.4.7)}$$

6.4 – 4

unde:

K_d este factorul care depinde de caracteristicile liniei (a se vedea tabelul A6.4.1);

K_p factorul care ţine seama de efectul măsurilor de protecţie adoptate (a se vedea tabelul A6.4.2);

U_W tensiunea de ţinere la impuls, (kV) (a se vedea tabelul A6.4.3 pentru cabluri şi tabelul A6.4.4 pentru aparate);

R_S rezistenţa electrică lineică a ecranului cablului, (Ω/km);

Dacă se evaluează P'_V pentru linii de telecomunicaţii, valorile maxime ale curentului electric de defectare I_a care pot fi considerate sunt:

I_a = 40 kA pentru cabluri cu ecran din plumb;

I_a = 20 kA pentru cabluri cu ecran din aluminiu.

Probabilitatea P'_Z ca un trăsnet care cade lângă o linie să producă avarii

Probabilitatea P'_Z ca un trăsnet care cade lângă o linie să producă defectarea aparatelor conectate depinde de caracteristicile liniei şi de măsurile de protecţie adoptate.

Dacă nu sunt prevăzute SPD conform cu recomaandările din CEI 62305-5, valoarea P'_Z este egală cu valoarea P_{LI}.

Valorile P_{LI} sunt indicate în tabelul A6.2.7.

Dacă sunt prevăzute SPD conform cu recomandările din SR EN 62305-4, valoarea P'_Z este cea mai mică valoare dintre P_{SPD} (a se vedea tabelul A6.2.3) şi P_{LI}.

Anexa 6.5
6.5 – 1

Evaluarea volumului pierderilor L'_X într-un serviciu

Volumul relativ mediu al pierderilor anuale

Pierderile L'_X se referă la volumul relativ mediu al unui anumit tip de avarie care poate să aibă loc ca rezultat al căderii unui trăsnet pe un serviciu, ţinând seama atât de extinderea sa cât şi de efectele rezultante.

Valoarea sa depinde de:

– tipul şi importanţa serviciului furnizat publicului;
– valoarea bunurilor afectate de avarie.

Pierderile L'_X variază cu tipul pierderii (L'1, L'2 şi L'4) considerate şi pentru fiecare tip de pierdere cu tipul avariilor (D2 şi D3) care cauzează pierderea. Sunt utilizate următoarele simboluri:

L'_f – pierdere datorită avariilor fizice;

L'_o – pierdere datorită defectării sistemelor interioare.

Pierderea inacceptabilă a unui serviciu public

Valorile L'_f şi L'_o pot fi exprimate prin volumul relativ al pierderilor potenţiale utilizând următoarea relaţie aproximativă:

$$L'_X = n_p / n_t \times (t / 8760), \quad \text{(A6.5.1)}$$

unde:

n_p – este numărul mediu de utilizatori care nu sunt deserviţi;

n_t – numărul total de utilizatori deserviţi;

t – durata anuală de întrerupere a serviciului (în ore).

Valorile medii ale L'_f şi L'_o, care pot fi utilizate atunci când determinarea mărimilor n_p, n_t şi t este incertă sau dificilă, sunt indicate în tabelul A6.5.1.

Tabelul A6.5.1

Valori medii tipice ale mărimilor L'_f şi L'_o

Tip de serviciu	L'_f	L'_o
Gaz, apă	10^{-1}	10^{-2}
TV, TLC, alimentare cu energie electrică	10^{-2}	10^{-3}

Pierderea unui serviciu public depinde de următoarele caracteristici ale serviciului:

$$L'_B = L'_V = L'_f; \quad \text{(A6.5.2)}$$

$$L'_C = L'_W = L'_Z = L'_o. \quad \text{(A6.5.3)}$$

6.5 – 2

Pierderi economice

Valorile mărimilor L'_f şi L'_o pot fi exprimate ca volum relativ al pierderilor potenţiale folosind următoarea relaţie aproximativă:

$$L'_X = c / c_t , \qquad \text{(A6.5.4)}$$

unde

c – este valoarea medie posibilă a pierderilor unei structuri, a conţinutului său şi a activităţilor corespunzătoare, în monedă curentă;

c_t – valoarea totală a structurii, a conţinutului său şi a activităţilor corespunzătoare, în monedă curentă.

Valorile medii tipice ale L'_f şi L'_o , care pot fi utilizate pentru toate tipurile de servicii atunci când determinarea valorilor c şi c_t este incertă sau dificilă, sunt următoarele:

$$L'_f = 10^{-1}$$

$$L'_o = 10^{-3}$$

Pierderile economice depind de următoarele caracteristici ale serviciului:

$$L'_B = L'_V = L'_f ; \qquad \text{(A6.5.5)}$$

$$L'_C = L'_W = L'_Z = L'_o . \qquad \text{(A6.5.6)}$$

Anexa 6.6

Supratensiuni de comutaţie

Supratensiunile de comutaţie pot să aibă diferite cauze. O cauză posibilă poate fi un scurtcircuit rezultat în urma unei descărcări disruptive iniţiate de căderea trăsnetului căruia i se pot asocia adesea supratensiuni temporare şi de comutaţie. Din această cauză, examinarea oportunităţii unei protecţii împotriva supratensiunilor de comutaţie este justificată.

În cele mai multe cazuri, supratensiunile de comutaţie sunt mai puţin periculoase decât cele de trăsnet şi mijloacele de protecţie (în speţă SPD) prevăzute pentru protecţia împotriva supratensiunilor şi/sau supracurenţilor electrici de trăsnet sunt eficiente şi pentru protecţia la supratensiuni de comutaţie. Astfel, decizia de protejare a echipamentului împotriva supratensiunilor şi/sau supracurenţilor electrici de trăsnet asigură în general şi protecţia împotriva supratensiunilor de comutaţie.

Când studiul supratensiunilor de comutaţie este justificat, procedura de evaluare a riscului este foarte apropiată de cea a cazului supratensiunilor şi/sau supracurenţilor electrici induşi de trăsnet pe linii pentru că efectele asupra echipamentului sunt similare. Există totuşi o diferenţă în ceea ce priveşte numărul de supratensiuni pe an N_S.

Supratensiunile de comutaţie pot fi împărţite în două tipuri:

– Supratensiuni repetitive (manevre programate ale întreruptoarelor, comutare a bateriilor de condensatoare etc.). Acestea apar destul de frecvent ca urmare a deciziilor obişnuite ale unui operator sau mult mai des datorită funcţionării automatizării unui echipament. Frecvenţa de apariţie este de la una sau de două ori pe zi până la de nenumărate ori pe zi cum este în cazul aparatului de sudare cu arc electric, de exemplu. Frecvenţa de apariţie şi mărimea acestor supratensiuni (şi efectul lor asupra dispozitivelor electrice) sunt, în general, bine cunoscute. În aceste cazuri, de cele mai multe ori decizia de a proteja sau nu un echipament se ia pe baze deterministe şi analiza de risc nu este utilă.

– Supratensiuni aleatorii (adică funcţionarea întreruptoarelor sau a siguranţelor fuzibile în cazul unui defect). În acest caz, frecvenţa lor este, prin definiţie, necunoscută şi amplitudinea şi efectul lor asupra echipamentului electric poate fi de asemenea necunoscute. În acest caz, evaluarea riscului poate ajuta în luarea unei decizii privind necesitatea protecţiei împotriva acestei surse de avarie.

Amplitudinea supratensiunilor de comutaţie poate fi evaluată numai prin măsurători detaliate în instalaţii electrice specifice şi prin procesarea statistică a datelor. În general, frecvenţa de apariţie a supratensiunilor de comutaţie descreşte cu amplitudinea lor, probabilitatea de apariţie fiind invers proporţională cu puterea a treia a amplitudinii supratensiunii).

În sistemele electrice de joasă tensiune, supratensiunile de comutaţie sunt estimate a fi mai mici de 4 kV şi numai 2 la 1 000 au o valoare care depăşeşte 2,5 kV. Bazat pe numărul total, măsurat sau estimat, al supratensiunilor de comutaţie care pot să apară într-un an (n_S), se poate determina numărul total N_S pe an în care supratensiunile sunt mai mari de 2,5 kV (dar mai mici de 4 kV) cu ajutorul relaţiei:

$$N_S = 0{,}002 \times n_S. \qquad \text{(A6.6.1)}$$

Probabilitatea de avariere P şi pierderile rezultante L sunt aceleaşi ca cele pentru supratensiunile şi/sau supracurenţii induşi de trăsnet (a se vedea anexele A6.2 şi A6.3).

Anexa 6.7

Evaluarea costurilor pierderilor

Costul total al pierderilor C_{L} poate fi calculat din relaţia:

$$C_L = (R_{\mathrm{A}} + R_u) \times C_A + (R_B + R_V) \times (C_{\mathrm{A}} + C_B + C_S + C_C) + \\ +(R_C + R_M + R_W + R_Z) \times C_S\,, \tag{A6.7.1}$$

unde:

R_A şi R_u – sunt componentele de risc asociate pierderilor de animale, fără măsuri de protecţie;

R_B şi R_V – componentele de risc asociate avariilor fizice, fără măsuri de protecţie;

R_C, R_M, R_W, R_Z – componentele de risc asociate defectării sistemelor electrice şi electronice, fără măsuri de protecţie;

C_A – costul animalelor;

C_S – costul sistemelor din interiorul structurii;

C_B – costul clădirii;

C_C – costul conţinutului.

Costul total C_{RL} al pierderilor reziduale, apărute în pofida existenţei măsurilor de protecţie, poate fi calculat cu ajutorul relaţiei:

$$C_{RL} = (R'_A + R'_U) \times C_A + (R'_B + R'_V) \times (C_A + C_B + C_S + C_C) + \\ + (R'_C + R'_M + R'_W + R'_Z) \times C_S\,, \tag{A6.7.2}$$

unde:

R'_A şi R'_U sunt componentele de risc asociate pierderilor de animale, cu măsuri de protecţie;

R'_B şi R'_V – componentele de risc asociate avariilor fizice, cu măsuri de protecţie;

R'_C, R'_M, R'_W, R'_Z – componentele de risc asociate defectării sistemelor electrice şi electronice, cu măsuri de protecţie.

Costul anual C_{PM} al măsurilor de protecţie poate fi calculat cu ajutorul relaţiei:

$$C_{PM} = C_P \times \ (i + a + m), \tag{A6.7.3}$$

unde:

C_P este costul măsurilor de protecţie;

i – rata dobânzii;

a – rata de amortizare;

m – rata de mentenanţă.

Economia anuală S de bani este:

$$S = C_L - (C_{PM} + C_{RL}). \tag{A6.7.4}$$

Protecţia este corespunzătoare dacă $S>0$

Anexa 6.8
6.8 – 1

Izolaţia electrică a unei IPT exterioare

Izolaţia electrică între dispozitivul de captare sau conductorul de coborâre şi părţile metalice ale structurii, instalaţiile metalice şi sistemele interioare poate fi realizată prin asigurarea unei distanţe *d* între părţi mai mare decât distanţa de separare *s*:

$$s = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l \,. \qquad \text{(A6.8.1)}$$

unde

k_i este un factor care depinde de clasa aleasă pentru SPT (a se vedea tabelul A6.8.1);

k_c – factor ce depinde de curentul electric de trăsnet care circulă prin conductoarele de coborâre (a se vedea tabelul A6.8.2);

k_m – factor ce depinde de materialul izolaţiei electrice (a se vedea tabelul A6.8.3);

l – lungimea, în metri, de-a lungul dispozitivului de captare sau a conductorului de coborâre, de la punctul din care este considerată distanţa de separare, până la cel mai apropiat punct al legăturii de echipotenţializare.

Tabelul A6.8.1

Izolaţia unei IPT exterioare – Valori ale factorului k_i

Clasa SPT	k_i
I	0,08
II	0,06
III şi IV	0,04

Tabelul A6.8.2

Izolaţia unei IPT exterioare – Valori ale factorului k_c

Număr de conductoare de coborâre *n*	**Valori specifice (a se vedea tabelul A6.29)** k_c
1	1
2	1 … 0,5
4 şi peste	1 … 1/*n*

Tabelul A6.8.3

Izolaţia unei IPT exterioare – Valori ale factorului k_m

Material	k_m
Aer	1
Beton,cărămizi	0,5
Dacă sunt mai multe materiale electroizolante în serie, o bună practică este să se utilizeze valoarea cea mai mică pentru k_m.	

6.8 - 2

În cazul liniilor sau a părţilor conductoare exterioare racordate la structură, este totdeauna necesar să se asigure o legătură de echipotenţializare (prin conectare directă sau conectare prin SPD) în punctul lor de racordare la structură.

În structuri din beton armat cu armătura metalică interconectate, cu continuitate metalică sau electrică, nu este necesară o distanţă de separare.

Factorul de divizare k_c a curentului electric de trăsnet între conductoarele de coborâre depinde de numărul total de conductoare de coborâre n şi de poziţia lor, de conductoarele în buclă interconectate, de tipul dispozitivului de captare şi de tipul prizei de pământ.

Valorile din tabelul A6.8.4 se aplică pentru dispunerile de tip A ale prizei de pământ, cu condiţia ca rezistenţa electrică de legare la pământ a fiecărui electrod să aibă aceeaşi valoare şi pentru toate dispunerile de tip B ale prizei de pământ.

Tabelul A6.8.4

Valori ale factorului k_c

Tip de dispozitiv de captare	**Număr de conductoare de coborâre *n***	***k_c***	
		Dispunere de tip A a prizei de pământ	**Dispunere de tip B a prizei de pământ**
Tijă singulară	1	1	1
Conductor întins	2	0,66 d)	0,5... 1 (a se vedea figura A6.8.1) a)
Reţea de conductoare	4 şi mai multe	0,44 d)	0,25... 0,5 (a se vedea figura A6.8.2) b)
Reţea de conductoare	4 şi mai multe conectate prin conductoare în buclă orizontale	0,44 d)	1/*n*... 0,5 (a se vedea figura A6.8.3) c)

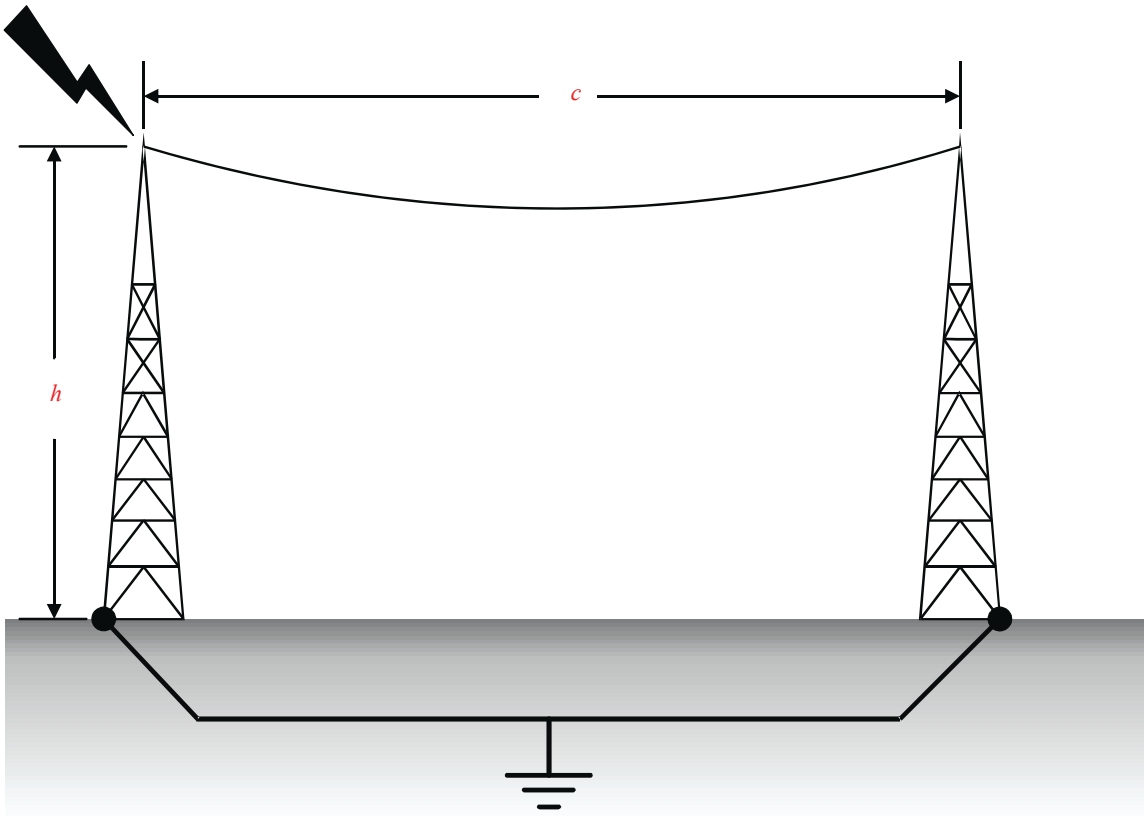
a) Domeniul valorilor de la $k_c = 0,5$ unde $c << h$ până la $k_c = 1$ cu $h << c$ (a se vedea figura A6.8.1).

b) Relaţia pentru mărimea k_c , conform figurii A6.8.2 este o aproximaţie pentru structuri cubice şi pentru $n \geq 4$. Valorile h, c_s şi c_d sunt presupuse pentru domeniul de la 5 m până la 20 m.

c) Dacă conductoarele de coborâre sunt conectate orizontal prin conductoare în buclă, divizarea curentului electric este mai omogenă în părţile inferioare ale conductoarelor de coborâre şi k_c este redus în continuare. Acest lucru este valabil în mod particular pentru structurile înalte.

d) Aceste valori sunt valabile pentru electrozi de pământ singulari cu rezistenţe electrice de pământ comparabile. Dacă rezistenţele de dispersie ale electrozilor de pământ singulari sunt în mod clar diferite, se presupune $k_c = 1$.

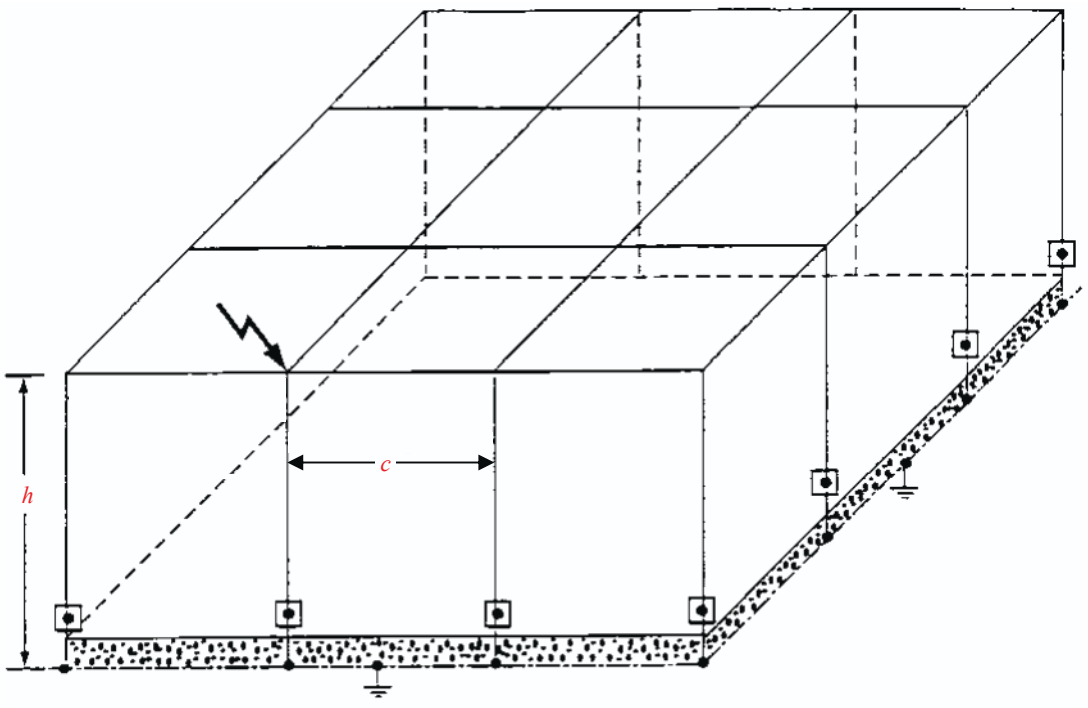
6.8 - 3



$$k_c = \frac{h + c}{2h + c}$$

Fig. A6.8.1– Valori ale factorului k_c în cazul unui dispozitiv de captare cu conductor întins şi priză de pământ cu dispunere de tip B

6.8 - 4



$$k_c = \frac{1}{2n} + 0{,}1 + 0{,}2 \times \sqrt[3]{\frac{c}{h}}$$

Legendă
n este numărul total de conductoare de coborâre
c – distanţa între două conductoare de coborâre
h – distanţă (sau înălţime) între conductoarele în buclă

Dacă există conductoare de coborâre interioare, acestea ar trebui să fie luate în considerare pentru calculul k_C.

Fig. A6.8.2 – Valori ale factorului k_c în cazul unei reţele de captare şi a unei prize de pământ cu dispunere de tip B

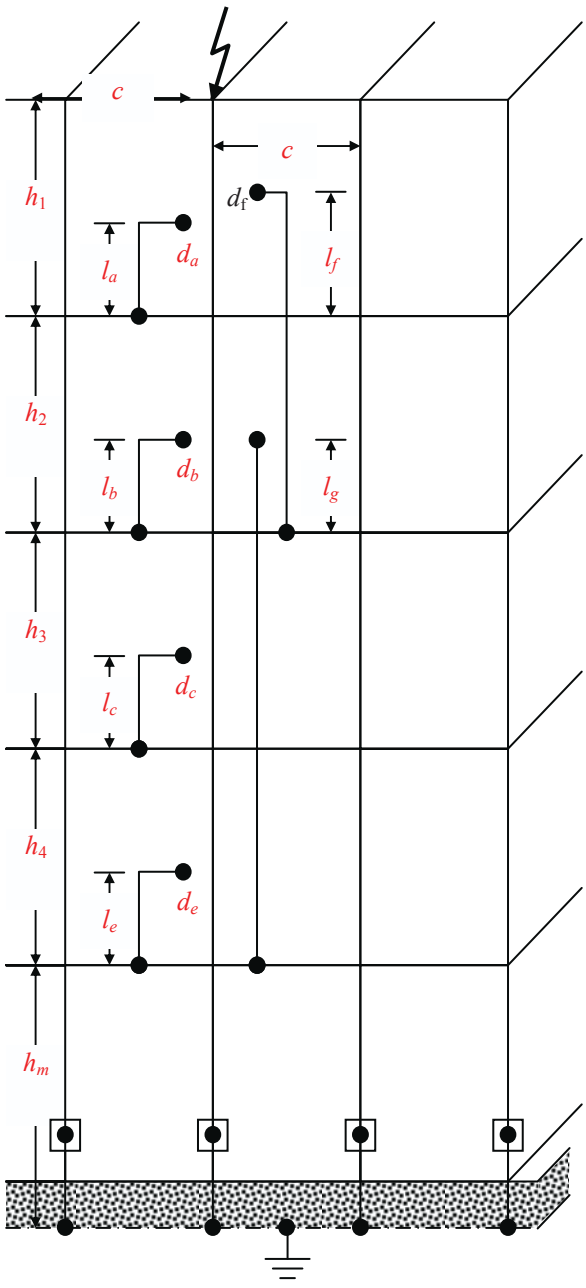
6.8 - 5

$$d_a \geq s_a = \frac{k_i}{k_m} \times k_{c1} \times l_a \;; \quad d_b \geq s_b = \frac{k_i}{k_m} \times k_{c2} \times l_b \;; \quad d_c \geq s_c = \frac{k_i}{k_m} \times k_{c3} \times l_c \;;$$

$$d_e \geq s_e = \frac{k_i}{k_m} \times k_{c4} \times l_e \;; \quad d_f \geq s_f = \frac{k_i}{k_m} \times (k_{c1} \times l_f + k_{c2} \times h_2) \;; \quad d_g \geq s_g = \frac{k_i}{k_m} \times (k_{c2} \times l_g + k_{c3} \times h_3 + k_{c4} \times h_4) \;;$$

$$d_a \geq s_a = \frac{k_i}{k_m} \times k_{c1} \times l_a \;; \quad d_b \geq s_b = \frac{k_i}{k_m} \times k_{c2} \times l_b \;; \quad d_c \geq s_c = \frac{k_i}{k_m} \times k_{c3} \times l_c \;;$$

$$d_e \geq s_e = \frac{k_i}{k_m} \times k_{c4} \times l_e \;; \quad d_f \geq s_f = \frac{k_i}{k_m} \times (k_{c1} \times l_f + k_{c2} \times h_2) \;; \quad d_g \geq s_g = \frac{k_i}{k_m} \times (k_{c2} \times l_g + k_{c3} \times h_3 + k_{c4} \times h_4) \;.$$



$$k_{c_1} = \frac{1}{2n} + 0{,}1 + 0{,}2 \times \sqrt[3]{\frac{c}{h}} \;;$$

$$k_{c2} = \frac{1}{n} + 0{,}1$$

$$k_{c3} = \frac{1}{n} + 0{,}01$$

$$k_{c4} = \frac{1}{n}$$

$$k_{cm} = k_{c4} = \frac{1}{n}$$

Legendă

n	Număr total de conductoare de coborâre
c	Distanţa între conductoarele de coborâre cele mai apropiate
h	Distanţă (înălţime) între conductoarele în buclă
m	Număr total de niveluri
d	Distanţa până la cel mai apropiat conductor de coborâre
l	Înălţime deasupra punctului de echipotenţializare

Fig.A6.8.3 – Exemple de calcul a distanţei de separare în cazul unei reţele de captare cu un inel de interconectare a conductoarelor de coborâre la fiecare nivel şi o priză de pământ cu dispunere de tip B

Anexa 6.9
6.9 – 1

Evaluarea riscului. Studiu de caz pentru structuri

Sunt tratate studii de caz referitoare la o casă din mediul rural, o clădire de birouri, un spital şi un bloc cu apartamente cu scopul de a arăta:

– cum se calculează riscul şi cum se determină necesitatea unei protecţii;
– contribuţia diferitelor componente de risc la riscul total;
– efectul diferitelor măsuri de protecţie pentru a diminua un astfel de risc;
– metoda de alegere, din ansamblul soluţiilor existente, folosind criteriul eficienţei tehnice şi economice.

Se prezintă date ipotetice pentru o casă din mediul rural, o clădire de birouri, un spital şi un bloc cu apartamente. Este întocmită pentru a furniza informaţii despre evaluarea riscului în scopul ilustrării principiilor conţinute în acest normativ. Nu trebuie să fie considerată ca o soluţie care încorporează toate condiţiile existente în diferitele sisteme sau facilităţi.

I. Casă din mediul rural

Un prim studiu de caz consideră o casă din mediul rural pentru care necesitatea de protecţie trebuie evaluată.

Pentru acest exemplu, riscul R_1 al pierderii de vieţi omeneşti (componentele lui R_1 conform 6.2.1.1.3 şi tabelului 6.6) trebuie să fie determinat şi comparat cu valoarea acceptabilă $R_T = 10^{-5}$ (conform tabelului 6.10). Vor fi selectate măsurile de protecţie pentru reducerea acestui risc.

Date şi caracteristici importante

Se utilizează următoarele date şi caracteristici:

1) casa în sine şi împrejurimile sale sunt prezentate în tabelul A6.9.1;
2) sistemele interioare şi liniile care intră şi la care acestea sunt conectate, sunt prezentate în tabelul A6.9.2.

Tabelul A6.9.1

Date caracteristice ale structurii

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare	Referinţă
Dimensiuni (m)	-	(L_b, W_b, H_b)	15, 20, 6	
Factor de amplasare	Izolat1)	C_d	1	Tabelul A6.1.2
SPT	Fără	P_B	1	Tabelul A6.2.2
Ecran la frontiera structurii	Fără	K_{S1}	1	Relaţia A6.2.3
Ecran în structură	Fără	K_{S2}	1	Relaţia A6.2.3
Persoane prezente în afara casei	Fără2)			
Densitatea de trăsnete la sol	1/km2/an	N_g	4	–

1) Regiune plată, fără structuri în vecinătate.
2) Risc de şocuri electrice pentru persoane $R_A = 0$.

Tabelul A6.9.2

Date şi caracteristici ale liniilor şi ale sistemelor interioare conectate

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare	Referinţă
Rezistivitatea solului	Ωm	ρ	500	
Linie de alimentare cu energie electrică JT şi sistemul său interior				
Lungime (m)		L_C	1 000	
Înălţime (m)	Îngropată	H_C	-	
Transformator	Fără	C_t	1	Tabelul A6.1.4
Factor de amplasare a liniei 1)	Izolată	C_d	1	Tabelul A6.1.2
Factor de mediu al liniei	Rural	C_e	1	Tabelul A6.1.5
Ecran al liniei	Fără	P_{LD}	1	Tabelul A6.2.6
Măsuri pentru conductoarele interioare	Fără	K_{S3}	1	Tabelul A6.2.5
Tensiune de ţinere a sistemului interior	U_W = 2,5 kV	K_{S4}	0,6	Relaţia A.6.2.4
Protecţie cu SPD coordonate	Fără	P_{SPD}	1	Tabelul A6.2.3
Linie de telecomunicaţii şi sistemul său interior				
Lungime (m)		L_C	1 000	
Înălţime (m)		H_C	6	
Factor de amplasare a liniei 1)	Izolată	C_d	1	Tabelul A6.1.1
Factor de mediu al liniei	Rural	C_e	1	Tabelul A6.1.4
Ecran al liniei	Fără	P_{LD}	1	Tabelul A6.2.6
Măsuri pentru conductoarele interioare	Fără	K_{S3}	1	Tabelul A6.2.5
Tensiune de ţinere a sistemului interior	U_W = 1,5 kV	K_{S4}	1	Relaţia A6.2.4
Protecţie cu SPD coordonate	Fără	P_{SPD}	1	Tabelul A6.2.3
1) Regiune plată, linie izolată (fără structuri în vecinătate, fără structuri adiacente conectate la extremitatea îndepărtată (extremitatea "a") a liniei (N_{Da} = 0).				

Luând în considerare că
- tipul de suprafaţă din exteriorul structurii este diferit de cel din interior,
- din punct de vedere al rezistenţei la foc structura constituie un compartiment unic,
- nu există ecrane tridimensionale,

pot fi definite următoarele zone principale:
- Z_1 (în exteriorul clădirii);
- Z_2 (în interiorul clădirii).

Nu este necesar să se definească şi alte zone, având în vedere că:
- ambele sisteme interioare (de alimentare cu energie electrică şi de telecomunicaţie) sunt în zona Z_2;
- pierderile L sunt considerate ca fiind constante în zona Z_2.

Dacă nu sunt persoane în afara clădirii, riscul R_1 pentru zona Z_1 poate fi neglijat şi evaluarea riscului trebuie să fie realizat numai pentru zona Z_2.

6.9 - 3

Caracteristicile zonei Z_2 sunt indicate în tabelul A6.9.3.

Conform evaluării proiectantului sistemului de protecţie împotriva trăsnetului, se estimează valorile medii tipice ale volumului relativ al pierderilor pe an referitoare la riscul R_1 (a se vedea tabelul A6.3.1).

Tabelul A6.9.3

Caracteristicile zonei Z_2 (în interiorul clădirii)

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare	Referinţă
Tipul suprafeţei planşeului	Lemn	r_u	10^{-5}	Tabelul A6.3.2
Risc de incendiu	Slab	r_f	10^{-3}	Tabelul A6.3.4
Pericol special	Fără	h_z	1	Tabelul A6.3.5
Protecţie împotriva incendiului	Fără	r_p	1	Tabelul A6.3.3
Ecran spaţial	Fără	K_{S2}	1	Relaţia A6.2.3
Reţele interioare de alimentare cu energie electrică	Da	Conectate la linia de alimentare cu energie electrică la JT	–	
Sisteme de telecomunicaţii interioare	Da	Conectate la linia de telecomunicaţie	–	
Pierderi prin tensiuni de atingere şi de pas	Da	L_t	10^{-4}	Tabelul A6.3.1
Pierderi prin avarii fizice	Da	L_f	10^{-1}	Tabelul A6.3.1

Calculul mărimilor corespunzătoare

Calculele suprafeţelor echivalente de expunere sunt indicate în tabelul A6.9.4. Calculul numărului previzibil de evenimente periculoase este indicat în tabelul A6.9.5.

Tabelul A6.9.4

Suprafeţe de expunere echivalente pentru structură şi linii

Simbol al suprafeţei	Referinţă pentru ecuaţie/tabel	Ecuaţie pentru suprafaţa echivalentă de expunere	Date din tabelul	Valoare m^2
A_d	Relaţie (A6.1.2)	Structură: $A_d = [L_b \times W_b + 6H_b \times (L_b + W_b) + \pi \times (3\ H_b)^2]$	A6.9.1	$2{,}58 \times 10^3$
$A_{l(P)}$	Tabelul A6.1.3	Linie de alimentare cu energie electrică: $A_{l(P)} = \sqrt{\rho} \times [L_c - 3H_b]$	A6.9.1 A6.9.2	$2{,}2 \times 10^4$
$A_{i(P)}$	Tabelul A6.1.3	Lângă linia de alimentare cu energie electrică: $A_{l(P)} = 25 \times \sqrt{\rho} \times L_c$	A6.9.2	$5{,}6 \times 10^5$
$A_{l(T)}$	Tabelul A6.1.3	Linie de telecomunicaţii: $A_{l(T)} = 6\ H_c \times [L_c - 3\ H_b]$	A6.9.1 A6.9.2	$3{,}5 \times 10^4$
$A_{i(T)}$	Tabelul A6.1.3	Lângă linia de telecomunicaţii: $A_{i(T)} = 1\ 000 \times L_c$	A6.9.2	10^6

Tabelul A6.9.5

Număr anual previzibil al evenimentelor periculoase

Simbol al numărului	Relaţia de referinţă	Ecuaţie pentru numărul de trăsnete	Date din tabelul	Valoare (1/an)
N_D	(A6.1.4)	Pe structură: $N_D = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$	A6.9.1 A6.9.4	$1{,}03 \times 10^{-2}$
$N_{L(P)}$	(A6.1.7)	Pe linia de alimentare cu energie electrică: $N_{L(P)} = N_g \times A_{l(P)} \times C_{d(P)} \times C_{t(P)} \times 10^{-6}$	A6.9.1 A6.9.2 A6.9.4	$8{,}78 \times 10^{-2}$
$N_{i(P)}$	(A6.1.8)	Lângă linia de alimentare cu energie electrică: $N_{i(P)} = N_g \times A_{i(P)} \times C_{t(P)} \times C_{e(P)} \times 10^{-6}$	A6.9.1 A6.9.2 A6.9.4	2,24
$N_{L(T)}$	(A6.1.7)	Pe linia de telecomunicaţii: $N_{L(T)} = N_g \times A_{l(T)} \times C_{d(T)} \times 10^{-6}$	A6.9.1 A6.9.2 A6.9.4	$1{,}41 \times 10^{-1}$
$N_{i(T)}$	(A6.1.8)	Lângă linia de telecomunicaţii: $N_{i(T)} = N_g \times A_{i(T)} \times C_{e(T)} \times 10^{-6}$	A6.9.1 A6.9.2 A6.9.4	4

Calculul riscului pentru luarea unei decizii privind necesitatea protecţiei

În cazul studiat, ar trebui să fie evaluat riscul $\boldsymbol{R}_1$, exprimat de suma următoarelor componente:

$R_1 = R_B + R_U(\text{LINIE ELECTRICĂ}) + R_V(\text{LINIE ELECTRICĂ}) + R_U(\text{LINIE DE TELECOMUNICAŢII}) + R_V(\text{LINIE DE TELECOMUNICAŢII})$

Componentele de risc implicate şi evaluarea riscului total sunt indicate în tabelul A6.9.6.

6.9 - 5

Tabelul A6.9.6

Componentele de risc implicate şi calculul lor (valori x 10^{-5})

Simbol al componentei de risc	Referinţă pentru relaţie/tabel	Ecuaţie pentru componenta cu căderea trăsnetului pe	Date din tabelul	Valoare $\times(10^{-5})$
R_B	Tabelul 6.12	structură rezultând avarii fizice: $R_B = N_D \times P_B \times h_z \times r_p \times r_f \times L_f$	A6.9.1 A.6.9.3 A.6.9.5	0,103
R_U(Linie electrică)	Tabelul 6.12	linie de alimentare cu energie electrică generând supratensiune/supracurent: $R_U = (N_L + N_{Da}) \times P_U \times r_u \times L_t$	A6.9.2 A6.9.3 A6.9.5	0,000 009
R_V(Linie electrică)	Tabelul 6.12	linie de alimentare cu energie electrică rezultând avarii fizice: $R_V = (N_L + N_{Da}) \times P_V \times h_z \times r_p \times r_f \times L_f$		0,878
R_U(Linie de telecomunicaţii)	Tabelul 6.12	linia telefonică generând supratensiune/supracurent: $R_U = (N_L + N_{Da}) \times P_U \times r_u \times L_t$		0,000 014
R_V(Linie de telecomunicaţii)	Tabelul 6.12	linia telefonică rezultând avarii fizice: $R_V = (N_L + N_{Da}) \times P_V \times h_z \times r_p \times r_f \times L_f$		1,41
Total R_1	Tabelul 6.12	$R_A + R_B + R_U$(Linie electrică) $+ R_V$(Linie electrică) $+ R_U$(Linie de telecomunicaţii) $+ R_V$(Linie de telecomunicaţii)	A6.9.6	**2,39**

Concluzii privind evaluarea lui R_1

Deoarece $R_1 = 2{,}39 \times 10^{-5}$ este mai mare decât valoarea acceptabilă $R_T = 10^{-5}$, este necesară protecţia structurii împotriva trăsnetului.

Alegerea măsurilor de protecţie

Compunerea componentelor de risc conduce la:

$R_D = R_A + R_B + R_C = R_B = 0{,}103 \times 10^{-5}$

$R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z = R_U + R_V \cong 2{,}287 \times 10^{-5}$

$R_S = R_A + R_U = R_U \cong 0$

$R_F = R_B + R_V \cong 2{,}39 \times 10^{-5}$

$R_O = R_M + R_C + R_W = 0$

unde

R_D este riscul datorită căderii trăsnetului pe structură (sursă S1);

R_I – riscul datorită trăsnetelor care nu cad pe structură dar o influenţează (sursele: S2, S3 şi S4);

R_S – riscul datorită vătămării fiinţelor vii;

R_F – riscul datorită avariilor fizice;

R_O – riscul datorită defectării sistemelor interioare.

Această compunere arată că riscul pentru structură se datorează în principal avariilor fizice produse de trăsnetele care cad pe liniile racordate.

Conform tabelului A6.9.6 principalele contribuţii la valoarea riscului sunt date de:

–componenta R_V (Linie de telecomunicaţii) (căderea trăsnetului pe linia de telecomunicaţii) pentru 59 %;

–componenta R_V (Linie electrică) (căderea trăsnetului pe linia de alimentare cu energie electrică) pentru 37 %;

–componenta R_B (căderea trăsnetului pe structură) pentru 4 %.

Pentru a reduce riscul R_1 la o valoare acceptabilă, ar trebui luate în considerare măsuri de protecţie care influenţează componenta R_V şi componenta R_B (a se vedea tabelul A6.9.6). Măsurile adecvate sunt următoarele:

a) instalarea SPD cu NPT IV în punctul de intrare a serviciului în clădire atât pentru protecţia liniilor de alimentare cu energie electrică cât şi pentru cea a liniilor telefonice. Conform tabelului A6.2.3 această măsură reduce valorile P_U şi P_V (datorită SPD pe liniile racordate) de la 1 până la 0,03

b) instalarea SPT clasa IV, care, conform tabelelor A6.2.2 şi A6.2.3, reduce valoarea P_B de la 1 până la 0,2 şi valorile P_U şi P_V (datorită prezenţei SPD pe liniile racordate) de la 1 până la 0,03.

Prin introducerea acestor valori în relaţiile din tabelul A6.9.6 sunt obţinute noile valori ale componentelor de risc care sunt indicate în tabelul A6.9.7.

Tabelul A6.9.7

Valori ale componentelor de risc relevante pentru riscul R_1 (valori × 10^{-5}) pentru cazurile considerate

Componente de risc	Valori × 10^{-5}	
	Caz a)	Caz b)
R_A	0	0
R_B	0,103	0,020 6
R_U (Linie electrică)	≅ 0	≅ 0
R_V (Linie electrică)	0,026 3	0,026 3
R_U (Linie de telecomunicaţii)	≅ 0	≅ 0
R_V (Linie de telecomunicaţii)	0,042 3	0,042 3
TOTAL	0,171 6	0,089 2

Soluţia ce va fi adoptată depinde de cel mai bun compromis între aspectele tehnice şi economice.

II. Clădire de birouri

Al doilea studiu de caz consideră o clădire de birouri pentru care trebuie evaluată necesitatea protecţiei.

În acest scop, riscul R_1 al pierderii de vieţi omeneşti (componentele lui R_1 conform tabelului 6.6) trebuie să fie determinat şi comparat cu valoarea acceptabilă $R_T = 10^{-5}$ (conform tabelului 6.13). Sunt selectate măsurile de protecţie pentru reducerea unui astfel de risc. Deoarece decizia este luată de proprietar, costul eficienţei măsurilor adoptate nu se mai evaluează.

6.9 - 7

Date şi caracteristici importante

Se utilizează următoarele date şi caracteristici:

1) clădire şi împrejurimile sale, prezentate în tabelul A6.9.8;
2) reţeaua electrică interioară şi linia aferentă de alimentare cu energie electrică care pătrunde în structură, prezentate în tabelul A6.9.9;
3) sistemele electronice interioare şi linia aferentă de telecomunicaţii care pătrunde în structură, prezentate în tabelul in A6.9.10.

Tabelul A6.9.8

Date caracteristice ale structurii

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare
Dimensiuni (m)	–	$L_b \times W_b \times H_b$	40 × 20 × 25
Factor de amplasare	Izolată	C_d	1
SPT	Fără	P_B	1
Ecran la frontiera structurii	Fără	K_{S1}	1
Ecran în interiorul structurii	Fără	K_{S2}	1
Densitate de trăsnete	1/km^2/an	N_g	4
Persoane prezente în structură	În afara şi în interiorul structurii	n_t	200

Tabelul A6.9.9

Caracteristicile reţelei interioare de alimentare cu energie electrică şi ale liniei electrice de alimentare care pătrunde în structură

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare
Lungime (m)		L_c	200
Înălţime (m)	Aerian	H_c	6
Transformator ÎT/JT	Nu	C_t	1
Factor de amplasare a liniei	Izolată	C_d	1
Factor de mediu al liniei	Rural	C_e	1
Ecranul liniei	Fără	P_{LD}	1
		P_{LI}	0,4
Măsuri de protecţie luate la instalarea cablurilor	Fără	K_{S3}	1
Tensiune de ţinere a echipamentului U_W	U_W = 2,5 kV	K_{S4}	0,6
Protecţie cu SPD coordonate	Fără	P_{SPD}	1
Extremitatea "a" a liniei, dimensiunile structurii (m)	Fără	$L_a \times W_a \times H_a$	–

Tabelul A6.9.10

Caracteristicile sistemului de telecomunicaţii interior şi ale liniei racordate

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare
Rezistivitatea solului	Ωm	ρ	250
Lungime (m)	–	L_c	1 000
Înălţime (m)	Îngropat	–	–
Factor de amplasare a liniei	Izolată	C_d	1
Factor de mediu al liniei	Rural	C_e	1
Ecranul liniei	Fără	P_{LD}	1
		P_{LI}	1
Măsuri de protecţie la instalarea cablurilor	Fără	K_{S3}	1
Tensiune de ţinere a echipamentului U_W	U_W = 1,5 kV	K_{S4}	1
Protecţie cu SPD coordonate	Fără	P_{SPD}	1
Extremitatea "a" a liniei, dimensiunile structurii (m)	Fără	$(L_a \times W_a \times H_a)$	–

6.9 - 9

Definirea zonelor din clădirea de birouri şi caracteristicile acestora

Ţinând seama de următoarele elemente

– tipul suprafeţei solului este diferit în zona de intrare, în grădină şi în interiorul structurii,
– structura şi arhiva sunt compartimente rezistente la foc,
– nu există un ecran tridimensional,
– pierderile L din centrul informatic sunt mai mici decât cele din birouri,

următoarele zone principale pot fi definite:

- Z_1 zona de intrare în clădire;
- Z_2 grădina;
- Z_3 arhiva – este separată într-un compartiment rezistent la foc;
- Z_4 birourile;
- Z_5 centru informatic.

Caracteristicile zonelor sunt indicate în tabelul A6.9.11 pentru zona Z_1, în tabelul A6.9.12 pentru zona Z_2, în tabelul A6.9.13 pentru zona Z_3, în tabelul A6.9.14 pentru zona Z_4 şi în tabelul A6.9.15 pentru zona Z_5.

În conformitate cu evaluarea proiectantului sistemului de protecţie împotriva trăsnetului, valorile medii tipice ale volumelor relative ale pierderilor anuale asociate riscului R_1 (a se vedea tabelul A6.3.1)

- $L_t = 10^{-2}$ în exteriorul structurii,
- $L_t = 10^{-4}$ în interiorul structurii,
- $L_f = 10^{-2}$,

au fost reduse, pentru fiecare zonă, luând în considerare numărul de persoane potenţial în pericol aflate în zona structurii raportat la numărul de persoane prezent în structură.

Tabelul A6.9.11

Caracteristicile zonei Z_1 (zona de intrare în clădire)

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare
Tipul suprafeţei solului	Marmură	r_a	10^{-3}
Protecţie împotriva şocurilor electrice	Fără	P_A	1
Pierdere datorită tensiunilor de atingere şi de pas	Da	L_t	2×10^{-4}
Persoane potenţial în pericol aflate în zonă			4

Tabelul A6.9.12

Caracteristicile zonei Z_2 (grădină)

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare
Tipul suprafeţei solului	Iarbă	r_a	10^{-2}
Protecţie împotriva şocurilor electrice	Gard	P_A	0
Pierdere datorită tensiunilor de atingere şi de pas	Da	L_t	10^{-4}
Persoane potenţial în pericol aflate în zonă			2

Tabelul A6.9.13

Caracteristicile zonei Z_3 (arhivă)

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare
Tipul suprafeţei planşeului	Linoleum	r_u	10^{-5}
Risc de incendiu	Ridicat	r_f	10^{-1}
Pericol special	Panică redusă	h_z	2
Protecţie împotriva incendiului	Fără	r_p	1
Ecran tridimensional	Fără	K_{S2}	1
Reţele interioare de alimentare cu energie electrică	Da	Conectate la linia de alimentare cu energie electrică la JT	–
Sisteme interioare de telefonie	Da	Conectate la linia de telecomunicaţii	–
Pierdere datorită tensiunilor de atingere şi de pas	Da	L_t	10^{-5}
Pierdere datorită avariilor fizice	Da	L_f	10^{-3}
Persoane potenţial în pericol în zonă			20

Tabelul A6.9.14

Caracteristicile zonei Z_4 (birouri)

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare
Tipul suprafeţei planşeului	Linoleum	r_u	10^{-5}
Risc de incendiu	Redus	r_f	10^{-3}
Pericol special	Panică redusă	h_z	2
Protecţie împotriva incendiului	Fără	r_p	1
Ecran tridimensional	Fără	K_{S2}	1
Reţele interioare de alimentare cu energie electrică	Da	Conectate la linia de alimentare cu energie electrică la JT	–
Sisteme interioare de telefonie	Da	Conectate la linia de telecomunicaţii	–
Pierdere datorită tensiunilor de atingere şi de pas	Da	L_t	8×10^{-5}
Pierdere datorită avariilor fizice	Da	L_f	8×10^{-3}
Persoane potenţial în pericol aflate în zonă			160

Tabelul A6.9.15

Caracteristicile zonei Z_5 (centru informatic)

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare
Tipul suprafeţei planşeului	Linoleum	r_u	10^{-5}
Risc de incendiu	Redus	r_f	10^{-3}
Pericol special	Panică redusă	h_z	2
Protecţie împotriva incendiului	Fără	r_p	1
Ecran tridimensional	Fără	K_{S2}	1
Reţele interioare de alimentare cu energie electrică	Da	Conectate la linia de alimentare cu energie electrică la JT	–
Sisteme interioare de telefonie	Da	Conectate la linia de telecomunicaţii	–
Pierdere datorită tensiunilor de atingere şi de pas	Da	L_t	7×10^{-6}
Pierdere datorită avariilor fizice	Da	L_f	7×10^{-4}
Persoane potenţial în pericol aflate în zonă			14

6.9 - 11

Calculul mărimilor corespunzătoare

Rezultatul calculelor pentru suprafeţele echivalente de expunere sunt prezentate în tabelul A6.9.16, rezultatul calculelor pentru numărul probabil de evenimente periculoase sunt indicate în tabelul A6.9.17 şi evaluarea pierderilor anuale probabile sunt indicate în tabelul A6.9.18.

Tabelul A6.9.16

Suprafeţe echivalente de expunere ale structurii şi ale liniilor

Simbol	Valoare m^2
A_d	$2,7 \times 10^4$
A_l (Energie electrică)	$4,5 \times 10^3$
A_i (Energie electrică)	2×10^5
A_l (Telecomunicaţii)	$1,45 \times 10^4$
A_i (Telecomunicaţii)	$3,9 \times 10^5$

Tabelul A6.9.17

Numărul anual previzibil de evenimente periculoase

Simbol	Valoare (1/an)
N_D	$1,1 \times 10^{-1}$
N_L (Energie electrică)	$1,81 \times 10^{-2}$
N_i (Energie electrică)	8×10^{-1}
N_L (Telecomunicaţii)	$5,9 \times 10^{-2}$
N_i (Telecomunicaţii)	1,581

Calculul riscului pentru luarea unei decizii privind necesitatea protecţiei

Componentele de risc implicate pentru fiecare zonă şi evaluarea riscului total sunt indicate în tabelul A6.9.18.

Tabelul A6.9.18

Risc R_1 - Valori ale componentelor de risc în funcţie de zone (valori $\times 10^{-5}$)

Simbol	Z_1 Zonă de intrare	Z_2 Grădină	Z_3 Arhivă	Z_4 Birouri	Z_5 Centru informatic	Structură
R_A	0,002	0				0,002
R_B			2,21	0,177	0,016	2,403
R_U (Linie electrică)			$\cong 0$	$\cong 0$	$\cong 0$	$\cong 0$
R_V (Linie electrică)			0,362	0,029	0,002	0,393
R_U (Linie de telecomunicaţii)			$\cong 0$	$\cong 0$	$\cong 0$	$\cong 0$
R_V (Linie de telecomunicaţii			1,18	0,094	0,008	1,282
TOTAL	0,002	0	3,752	0,3	0,026	**4,08**

Concluzie din evaluarea lui R_1

Deoarece $R_1 = 4{,}08 \times 10^{-5}$ este mai mare decât valoarea acceptabilă $R_T = 10^{-5}$, este necesară protecţia împotriva trăsnetului a structurii.

Alegerea măsurilor de protecţie

Compunerea componentelor de risc este indicată în tabelul A6.9.19.

Tabelul A6.9.19

Compunerea componentelor de risc R_1 în funcţie de zone (valori $\times 10^{-5}$)

Simbol	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structură
	Zonă de intrare	Grădină	Arhivă	Birouri	Centru informatic	
R_D	0,002	0	2,21	0,177	0,016	2,405
R_I	0	0	1,542	0,123	0,01	1,673
TOTAL	0,002	0	3,752	0,3	0,026	**4,08**
R_S	0,002	0	$\cong 0$	$\cong 0$	$\cong 0$	0,002
R_F	0	0	3,752	0,3	0,026	4,312
R_O	0	0	0	0	$\cong 0$	0
TOTAL	0,002	0	3,752	0,3	0,026	**4,08**

unde:

$R_D = R_A + R_B + R_C$

$R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$

$R_S = R_A + R_U$

$R_F = R_B + R_V$

$R_O = R_M + R_C + R_W$

şi

R_D este riscul datorită căderii trăsnetelor pe structură (sursă S1);

R_I – riscul datorat trăsnetelor care nu cad pe structură, dar o influenţează (surse: S2, S3 şi S4);

R_S – riscul datorită vătămării fiinţelor vii;

R_F – riscul datorită avariilor fizice;

R_O – riscul datorită defectării sistemelor interioare.

Această compunere arată că riscul pentru structură este în principal datorită avariilor fizice în zona Z_3 cauzate de trăsnetele care cad pe structură sau pe liniile racordate; riscul de incendiu (avarie fizică) în zona Z_3 este 92 % din riscul total.

Conform tabelului A6.9.18, principalele contribuţii la valoarea riscului R_1 în zona Z_3 sunt date de:

–componenta R_B (căderea trăsnetului pe structură) pentru 54 %;

–componenta R_V (Linie electrică) (căderea trăsnetului pe linia de alimentare cu energie electrică) pentru ≈ 9 %;

–componenta R_V (linie de telecomunicaţii) (căderea trăsnetului pe linia de telecomunicaţii) pentru ≅ 29 %.

Pentru a reduce riscul la o valoare acceptabilă pot fi adoptate măsurile de protecţie următoare:

a) protejarea clădirii cu SPT clasa IV conform cu prescripţiile din SR EN 62305-3 pentru a reduce componenta R_B. Acest SPT nu are caracteristicile unui ecran tridimensional tip grilă. Parametrii din tabelele A6.9.8, A6.9.9, şi A6.9.10 se schimbă după cum urmează:
   – $P_B = 0{,}2$;
   – $P_U = P_V = 0{,}03$ (datorită SPD pe liniile racordate).

b) instalarea în arhivă (zona Z_3) a unui sistem automat de stingere (sau detectare) a incendiului, pentru a reduce componentele R_B şi R_V în această zonă şi SPD cu NPT IV în punctul de racordare la clădire atât a liniilor de alimentare cu energie electrică cât şi a liniilor de telecomunicaţii. Parametrii din tabelele A6.9.9, A6.9.10 şi A6.9.13 se schimbă după cum urmează:
   $r_p = 0{,}2$ numai pentru zona Z_3;
   $P_U = P_V = 0{,}03$ (datorită SPD pe liniile racordate).

Valorile riscului pentru fiecare zonă sunt indicate în tabelul A6.9.20.

Tabelul A6.9.20

Valorile riscului R_1 în funcţie de soluţia aleasă (valori × 10^{-5})

	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	TOTAL
Soluţia a)	0,002	0	0,488	0,039	0,003	**0,532**
Soluţia b)	0,002	0	0,451	0,18	0,015 8	**0,649**

Ambele soluţii reduc riscul sub valoarea acceptabilă.Soluţia care se va adopta va depinde de cel mai bun compromis între aspectele tehnice şi cele economice.

III. Spital

Studiul de caz care urmează, cuprinde instalaţiile unui spital tipic, cu un bloc operator şi cu o unitate de terapie intensivă.

Pierderile de vieţi omeneşti (L1) şi pierderile economice (L4) sunt componentele caracteristice acestui tip de structură. Este necesar să se evalueze necesitatea protecţiei şi impactul economic al măsurilor de protecţie, astfel încât urmează să fie evaluate riscurile R_1 şi R_4.

6.9 - 14

Date şi caracteristici importante

Date şi caracteristici ale:

1) clădirii şi ale împrejurimilor sale sunt indicate în tabelul A6.9.21;
2) reţelei electrice interioare şi ale liniei aferente de alimentare cu energie electrică la ÎT care pătrunde în structură sunt indicate în tabelul A6.9.22;
3) sistemelor electronice interioare şi ale liniei aferente de telecomunicaţii care pătrunde în structură sunt indicate în tabelul A6.9.23.

Tabelul A6.9.21

Date caracteristice ale structurii

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare
Dimensiuni (m)	–	$L_b \times W_b \times H_b$	50 × 150 × 10
Factor de amplasare	Izolat	C_d	1
SPT	Fără	P_B	1
Ecran la frontiera structurii	Fără	K_{S1}	1
Ecran în interiorul structurii	Fără	K_{S2}	1
Densitate de trăsnete	1/km2/an	N_g	4
Persoane prezente în clădire	În interiorul şi în exteriorul structurii	n_t	1 000

Tabelul A6.9.22

Caracteristicile reţelei interioare de alimentare cu energie electrică şi ale liniei electrice aferente care pătrunde în structură

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare
Rezistivitate a solului	Ωm	ρ	200
Lungime (m)	–	L_c	500
Înălţime (m)	Îngropată	–	–
Transformator ÎT/JT	La intrare în clădire	C_t	0,2
Factor de amplasare a liniei	Înconjurată de obiecte mici	C_d	0,5
Factor de mediu al liniei	Suburban	C_e	0,5
Ecranul liniei: conectat la bara de echipotenţializare şi echipamentul conectat la aceeaşi bară	$R_S \leq 1$ (Ω/km)	P_{LD}	0,2
		P_{LI}	0,008
Măsuri luate la instalarea cablurilor interioare	Cablu neecranat – Măsuri uzuale privind traseele pentru evitarea buclelor mari	K_{S3}	0,2
Tensiune de ţinere a echipamentului U_W	U_W = 2,5 kV	K_{S4}	0,6
Protecţie cu SPD coordonate	Fără	P_{SPD}	1
Extremitate “a” a liniei, dimensiunile structurii (m)	Fără	$L_a \times W_a \times H_a$	–

6.9 - 15

Tabelul A6.9.23

Caracteristici ale sistemului interior de telecomunicaţii şi ale liniei aferente care pătrunde în structură

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare
Rezistivitate a solului	Ωm	ρ	200
Lungime (m)	–	L_c	300
Înălţime (m)	Îngropată	–	–
Factor de amplasare a liniei	Înconjurat de obiecte mici	C_d	0,5
Factor de mediu al liniei	Suburban	C_e	0,5
Ecranul liniei: conectat la bara de echipotenţializare şi echipamentul conectat la aceeaşi bară	$1 < R_S \leq 5$ (Ω/km)	P_{LD}	0,8
		P_{LI}	0,04
Măsuri luate la instalarea cablurilor interioare	Cablu neecranat – Măsuri uzuale privind traseele pentru evitarea buclelor mari	K_{S3}	0,02
Tensiune de ţinere a echipamentului U_W	U_W = 1,5 kV	K_{S4}	1
Protecţie cu SPD coordonate	Fără	P_{SPD}	1
Extremitate "a" a liniei, dimensiunile structurii (m)	Fără	$L_a \times W_a \times H_a$	20 × 30 × 5
Factor de amplasare a structurii "a"	Izolată	C_{da}	1

Definirea zonelor din spital şi caracteristici ale acestora

Ţinând seama de elementele următoare

– tipul suprafeţei solului este diferit în exteriorul structurii de cel din interiorul acesteia;
– structura şi blocul operator sunt compartimente rezistente la foc;
– nu există ecrane tridimensionale;
– blocul de terapie intensivă conţine numeroase sisteme electronice sensibile şi un ecran tridimensional ar putea fi adoptat ca măsură de protecţie;
– în blocul de terapie intensivă pierderile *L* sunt estimate ca fiind mai mari decât în alte părţi ale structurii,

pot fi definite următoarele zone principale:

Z_1 (în afara clădirii);

Z_2 (blocul saloanelor);

Z_3 (blocul operator);

Z_4 (unitatea de terapie intensivă).

Caracteristicile acestor zone sunt indicate în tabelul A6.9.24 pentru zona Z_1, în tabelul A6.9.25 pentru zona Z_2, în tabelul A6.9.26 pentru zona Z_3 şi în tabelul A6.9.27 pentru zona Z_4.

Aşa cum rezultă din evaluarea realizată de proiectantul sistemului de protecţie împotriva trăsnetului, valorile medii tipice ale volumului relativ al pierderilor anuale corespunzătoare riscului R_1 (a se vedea tabelul A6.3.1),

$L_t = 10^{-2}$ (în afara structurii),

$L_t = 10^{-4}$ (în interiorul structurii),

$L_f = 10^{-1}$,

$L_o = 10^{-3}$,

au fost reduse pentru zonele Z_1, Z_2 şi Z_3. Pentru zona Z_4 a fost adoptată valoarea iniţială, fără reducere, datorită caracteristicilor particulare ale acestei zone: $L_o = 10^{-3}$.

Pentru riscul R_4 au fost adoptate valorile medii tipice ale volumului relativ al pierderilor (a se vedea tabelul A6.3.1) au fost asumate:

- $L_f = 5 \times 10^{-1}$
- $L_o = 10^{-2}$

Tabelul A6.9.24

Caracteristicile zonei Z_1 (în afara clădirii)

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare
Tipul suprafeţei solului	Beton	r_a	1×10^{-2}
Protecţia împotriva şocurilor electrice	Fără	P_A	1
Pierderi prin tensiunile de atingere şi de pas	Da	L_t	1×10^{-4}
Persoane potenţial în pericol aflate în zonă			10

Tabelul A6.9.25

Caracteristicile zonei Z_2 (blocul de saloane)

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare
Tipul suprafeţei planşeului	Linoleum	r_u	1×10^{-5}
Risc de incendiu	Normal	r_f	1×10^{-2}
Pericol special (corespunzător lui R_1)	Dificultate a evacuării	h_z	5
Pericol special (corespunzător lui R_4)	Fără	h_z	1
Protecţie împotriva incendiului	Fără	r_p	1
Ecran tridimensional	Fără	K_{S2}	1
Reţea interioară de alimentare cu energie electrică	Conectată la linia electrică de alimentare	–	–
Sisteme interioare de telecomunicaţii	Conectate la linia de telecomunicaţii	–	–
Pierderi prin tensiunile de atingere şi de pas (corespunzătoare lui R_1)	Da	L_t	$9{,}5 \times 10^{-5}$
Pierderi prin avarii fizice (corespunzătoare lui R_1)	Da	L_f	$9{,}5 \times 10^{-2}$
Pierderi prin defectări ale sistemelor interioare (corespunzătoare lui R_1)	Fără	L_o	–
Persoane potenţial în pericol aflate în zonă			950
Pierderi prin avarii fizice (corespunzătoare lui R_4)	Da	L_f	5×10^{-1}
Pierderi prin defectări ale sistemelor interioare (corespunzătoare lui R_4)	Da	L_o	1×10^{-2}

6.9 - 17

Tabelul A6.9.26

Caracteristici ale zonei Z_3 (bloc operator)

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare
Tipul suprafeţei planşeului	Linoleum	r_u	1×10^{-5}
Risc de incendiu	Redus	r_f	1×10^{-3}
Pericol special (corespunzător lui R_1)	Dificultate a evacuării	h_z	5
Pericol special (corespunzător lui R_4)	Fără	h_z	1
Protecţie împotriva incendiului	Fără	r_p	1
Ecran tridimensional	Fără	K_{S2}	1
Reţea interioară de alimentare cu energie electrică	Conectată la linia electrică de alimentare	–	–
Sisteme interioare de telecomunicaţii	Conectate la linia de telecomunicaţii	–	–
Pierderi prin tensiunile de atingere şi de pas (corespunzătoare lui R_1)	Da	L_t	$3{,}5 \times 10^{-6}$
Pierderi prin avarii fizice (corespunzătoare lui R_1)	Da	L_f	$3{,}5 \times 10^{-3}$
Pierderi prin defectări ale sistemelor interioare (corespunzătoare lui R_1)	Fără	L_o	1×10^{-3}
Persoane potenţial în pericol aflate în zonă			35
Pierderi prin avarii fizice (corespunzătoare lui R_4)	Da	L_f	5×10^{-1}
Pierderi prin defectări ale sistemelor interioare (corespunzătoare lui R_4)	Da	L_o	1×10^{-2}

Tabelul A6.9.27

Caracteristici ale zonei Z_4 (unitate de terapie intensivă)

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare
Tipul suprafeţei planşeului	Linoleum	r_u	10^{-5}
Risc de incendiu	Redus	r_f	10^{-3}
Pericol special (corespunzător lui R_1)	Dificultate a evacuării	h_z	5
Pericol special (corespunzător lui R_4)	Fără	h_z	1
Protecţie împotriva incendiului	Fără	r_p	1
Ecran tridimensional	Fără	K_{S2}	1
Reţea interioară de alimentare cu energie electrică	Conectată la linia electrică de alimentare	–	–
Sisteme interioare de telecomunicaţii	Conectate la linia de telecomunicaţii	-	-
Pierderi prin tensiunile de atingere şi de pas (corespunzătoare lui R_1)	Da	L_t	5×10^{-7}
Pierderi prin avarii fizice (corespunzătoare lui R_1)	Da	L_f	5×10^{-4}
Pierderi prin defectări ale sistemelor interioare (corespunzătoare lui R_1)	Da	L_o	1×10^{-3}
Persoane potenţial în pericol aflate în zonă			5
Pierderi prin avarii fizice (corespunzătoare lui R_4)	Da	L_f	5×10^{-1}
Pierderi prin defectări ale sistemelor interioare (corespunzătoare lui R_4)	Da	L_o	1×10^{-2}

6.9 - 18

Număr anual previzibil de evenimente periculoase

Numărul anual previzibil de evenimente periculoase este evaluat conform anexei A6.1. Datele rezultate sunt indicate în tabelul A6.9.28.

Tabelul A6.9.28

Numărul anual previzibil de evenimente periculoase

Simbol	Valoare (1/an)
N_D	$8{,}98 \times 10^{-2}$
N_M	1,13
N_L (Energie electrică)	$2{,}67 \times 10^{-3}$
N_i (Energie electrică)	$7{,}1 \times 10^{-2}$
N_L (Telecomunicaţii)	$7{,}26 \times 10^{-3}$
N_i (Telecomunicaţii)	$2{,}13 \times 10^{-1}$
N_{Da} (Telecomunicaţii)	$1{,}13 \times 10^{-2}$

Evaluarea riscului pierderii de vieţi omeneşti: R_1

Parametrii necesari pentru evaluarea componentelor de risc sunt indicaţi în tabelele de la A6.9.21 până la A6.9.28.

Componentele de risc care trebuie evaluate sunt indicate în tabelul A6.9.29.

Valorile probabilităţii P sunt indicate în tabelul A6.9.30.

Tabelul A6.9.29

Risc R_1 – Componente de risc care trebuie considerate în funcţie de zone

Simbol	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
R_A	X			
R_B		X	X	X
R_C			X	X
R_M			X	X
R_U(Linie electrică)		X	X	X
R_V(Linie electrică)		X	X	X
R_W(Linie electrică)			X	X
R_Z(Linie electrică)			X	X
R_U(Linie de telecomunicaţii)		X	X	X
R_V(Linie de telecomunicaţii)		X	X	X
R_W(Linie de telecomunicaţii)			X	X
R_Z(Linie de telecomunicaţii)			X	X

Tabelul A6.9.30

Risc R_1 – Valori ale probabilităţii *P* pentru o structură neprotejată

Probabilitate	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
P_A	1	–		
P_B	–	1		
P_C(Reţea electrică)	–	1		
P_C(Sistem de telecomunicaţii)	–	1		
P_C	–	1		
P_M(Reţea electrică)	–	0,75		
P_M(Sistem de telecomunicaţii)	–	0,009		
P_M	–	0,752		
P_U(Linie electrică)	–	0,2		
P_V(Linie electrică)	–	0,2		
P_W(Linie electrică)	–	0,2		
P_Z(Linie electrică)	–	0,008		
P_U(Linie de telecomunicaţii)	–	0,8		
P_V(Linie de telecomunicaţii)	–	0,8		
P_W(Linie de telecomunicaţii)	–	0,8		
P_Z(Linie de telecomunicaţii)	–	0,04		

Valorile componentelor de risc pentru o structură neprotejată sunt indicate în tabelul A6.9.31.

Tabelul A6.9.31

Risc R_1 . Valori ale componentelor de risc pentru o structură neprotejată în funcţie de zone (valori × 10^{-5})

Simbol	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Structură
R_A	0,009				0,009
R_B		42,7	0,157	0,022	44,01
R_C			8,98	8,98	8,98
R_M			85,2	85,2	85,2
R_U(Linie electrică)		≅ 0	≅ 0	≅ 0	≅ 0
R_V(Linie electrică)		0,25	≅ 0	≅ 0	0,26
R_W(Linie electrică)			0,053	0,053	0,053
R_Z(Linie electrică)			0,055	0,055	0,055
R_U(Linie de telecomunicaţii)		≅ 0	≅ 0	≅ 0	≅ 0
R_V(Linie de telecomunicaţii)		7,05	0,026	0,004	7,278
R_W(Linie de telecomunicaţii)			1,48	1,48	1,48
R_Z(Linie de telecomunicaţii)			0,825	0,825	0,825
TOTAL	**0,009**	**50**	**96,8**	**96,62**	**243,4**

Concluzie din evaluarea lui R_1

Deoarece $R_1 = 243{,}4 \times 10^{-5}$ este mai mare decât valoarea acceptabilă $R_T = 10^{-5}$, este necesară o protecţie împotriva trăsnetului a structurii.

Alegerea măsurilor de protecţie

Compunerea componentelor de risc este prezentată în tabelul A6.9.32

Tabelul A6.9.32

Compunerea componentelor de risc R_1 în funcţie de zone (valori $\times 10^{-5}$)

Simbol	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Structură
R_D	0,009	42,7	9,14	9,02	53,02
R_I	0	7,3	87,66	87,6	95,13
TOTAL	**0,009**	**50**	**96,8**	**96,62**	**243,4**
R_S	0,009	0	$\cong 0$	$\cong 0$	0,009
R_F	0	50	0,2	0,026	50,22
R_O	0	0	96,6	96,6	193,2
TOTAL	**0,009**	**50**	**96,8**	**96,62**	**243,4**

$R_D = R_A + R_B + R_C$

$R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$

$R_S = R_A + R_U$

$R_F = R_B + R_V$

$R_O = R_M + R_C + R_W$

unde

R_D este riscul datorită căderii trăsnetului pe structură (sursă S1);

R_I – riscul datorită trăsnetelor care nu cad pe structură, dar o influenţează (surse: S2, S3 şi S4);

R_S – riscul datorită vătămării fiinţelor vii;

R_F – riscul datorită avariilor fizice;

R_O – riscul datorită defectării sistemelor interioare.

Această compunere arată că riscul R_1 pentru structură se datorează în principal defectării sistemelor interioare în zonele Z_3 şi Z_4 cauzate de trăsnetele care cad lângă structură.

Riscul R_1 este influenţat de

- defectări ale sistemelor interioare în zonele Z_3 şi Z_4 (componentele $R_M \cong 57\%$ şi $R_C \cong 6\%$ din riscul total),
- avarii fizice în zona Z_2 (componentele $R_B \cong 27\%$ şi $R_V \cong 4\%$ din riscul total).

Componenta R_B poate fi redusă cu una din următoarele două variante

- un SPT conform SR EN 62305-3 pentru întreaga clădire,
- echiparea zonei Z_2 cu măsuri de protecţie pentru a se reduce consecinţele unui incendiu (cum ar fi extinctoare, sisteme automate de detectare a incendiului etc.).

Componentele R_C şi R_V pot fi reduse prin echiparea reţelelor interioare de alimentare cu energie electrică şi a celor de telecomunicaţii cu o protecţie cu SPD coordonate conform recomandărilor SR EN 62305-4.

Componenta R_M din zonele Z_3 şi Z_4 poate fi redusă prin:

– echiparea sistemelor interioare de alimentare cu energie electrică şi a celor de telecomunicaţii cu o protecţie cu SPD coordonate conform recomandărilor SR EN 62305-4;
– echiparea zonelor Z_3 şi Z_4 cu un ecran tridimensional tip grilă corespunzător, conform recomandărilor SR EN 62305-4.

Pentru măsurile de protecţie pot fi adoptate soluţiile următoare:

a) Prima soluţie
   – Protejare a clădirii cu un SPT de clasă I.
   – Instalarea unei protecţii întărite cu (1,5x) SPD coordonate cu P_{SPD} = 0,005 pe reţeaua interioară de alimentare cu energie electrică şi pe sistemul de telecomunicaţii.
   – Echiparea zonei Z_2 cu un sistem automat de detectare a incendiului.
   – Echipare a zonelor Z_3 şi Z_4 cu un ecran cu ochiuri cu latura w = 0,5 m.

Utilizând această soluţie, parametrii din tabelul A6.9.25 se schimbă, conducând la probabilităţile indicate în tabelul A6.9.33. Pentru zona Z_2, factorul de reducere a pierderilor se schimbă la r_p = 0,2 datorită echipării împotriva incendiului.

Tabelul A6.9.33

Risc R_1 – Valori ale probabilităţii P pentru structura protejată după soluţia a)

Probabilitate	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
P_A	1	–		
P_B	–	0,02		
P_C(Reţea electrică)	–		0,005	
P_C(Sistem de telecomunicaţii)	–		0,005	
P_C	–		0,001 99	
P_M(Reţea electrică)	–		0,000 1	
P_M(Sistem de telecomunicaţii)	–		0,000 1	
P_M	–		0,0 002	
P_U (Linie electrică)	–	0,005		
P_V (Linie electrică)	–	0,005		
P_W (Linie electrică)	–		0,005	
P_Z (Linie electrică)	–		0,005	
P_U (Linie de telecomunicaţii)	–	0,005		
P_V (Linie de telecomunicaţii)	–	0,005		
P_W (Linie de telecomunicaţii)	–		0,005	
P_Z (Linie de telecomunicaţii)	–		0,005	

b) A doua soluţie
- Protejare a clădirii cu SPT de clasă I.
- Instalarea unei protecţii întărite cu (3x) SPD coordonate cu P_{SPD} = 0,001 pe reţeaua interioară de alimentare cu energie electrică şi pe sistemul de telecomunicaţii.
- Echipare a zonei Z_2 cu un sistem automat de detectare a incendiului.

Utilizând această soluţie, se schimbă parametrii din tabelul A6.9.25, conducând la probabilităţile indicate în tabelul A6.9.34. Factorul de reducere a pierderilor datorită măsurilor împotriva incendiului se modifică, pentru zona Z2, în r_p = 0,5.

Tabelul A6.9.34

Risc R_1 – Valori ale probabilităţii P pentru o structură protejată după soluţia b)

Probabilitate	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
P_A	1	–		
P_B	–	0,02		
P_C (Reţea electrică)	–	0,001		
P_C (Sistem de telecomunicaţii)	–	0,001		
P_C	–	0,002		
P_M (Reţea electrică)	–	0,001		
P_M (Sistem de telecomunicaţii)	–	0,001		
P_M	–	0,002		
P_U (Linie electrică)	–	0,001		
P_V (Linie electrică)	–	0,001		
P_W (Linie electrică)	–	0,001		
P_Z (Linie electrică)	–	0,001		
P_U (Linie de telecomunicaţie)	–	0,001		
P_V Linie de telecomunicaţie)	–	0,001		
P_W (Linie de telecomunicaţie)	–	0,001		
P_Z (Linie de telecomunicaţie)	–	0,001		

c) A treia soluţie
- Protejarea clădirii cu SPT de clasă I.
- Instalarea unei protecţii întărite cu (2x) SPD coordonate cu P_{SPD} = 0,002 pe reţeaua interioară de alimentare cu energie electrică şi pe sistemul de telecomunicaţii.
- Echiparea zonei Z_2 cu un sistem automat de detectare a incendiului.
- Echiparea zonelor Z_3 şi Z_4 cu un ecran cu ochiuri având latura w = 0,1 m.

Utilizând această soluţie, se schimbă parametrii din tabelul A6.9.25, conducând la probabilităţile indicate în tabelul A6.9.35. Factorul de reducere a pierderilor datorită măsurilor împotriva incendiului se modifică pentru zona Z_2, la r_p = 0,2**.**

6.9 - 23

Tabelul A6.9.35

Risc R_1 – Valorile probabilităţii *P* pentru o structură protejată după soluţia c)

Probabilitate	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
P_A	1	-		
P_B	–	0,02		
P_C(Reţea electrică)	–		0,002	
P_C(Sistem de telecomunicaţii)	–		0,002	
P_C	–		0,004	
P_M(Reţea electrică)	–		0,000 1	
P_M(Sistem de telecomunicaţii)	–		0,000 1	
P_M	–		0,000 2	
P_U(Linie electrică)	–	0,002		
P_V(Linie electrică)	–	0,002		
P_W(Linie electrică)	–		0,002	
P_Z(Linie electrică)	–		0,002	
P_U(Linie de telecomunicaţii)	–	0,002		
P_V(Linie de telecomunicaţii)	–	0,002		
P_W(Linie de telecomunicaţii)	–		0,002	
P_Z(Linie de telecomunicaţii)	–		0,002	

Valorile riscului pentru fiecare zonă în funcţie de soluţia selectată sunt indicate în tabelul A6.9.36.

Tabelul A6.9.36

Risc R_1 – Valori ale riscului în funcţie de soluţia aleasă (valori × 10^{-5})

	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	TOTAL
Soluţia a)	0,009	0,181	0,263	0,261	**0,714**
Soluţia b)	0,009	0,173	0,277	0,274	**0,733**
Soluţia c)	0,009	0,175	0,121	0,118	**0,423**

Toate soluţiile reduc riscul sub valoarea acceptabilă.

Soluţia care se va adopta va depinde de cel mai bun compromis între aspectele tehnice şi cele economice.

Date pentru analiza cost-beneficiu

Costul pierderilor totale C_L poate fi calculat cu relaţia (A6.7.1).

Valorile economice, inclusiv pierderile de activitate, sunt indicate în tabelul A6.9.37 pentru fiecare zonă.

Tabelul A6.9.37

Valorile costurilor pierderilor corespunzătoare zonelor (valori în $ ×10^6)

Simbol	Clădire B	Conţinut I	Reţea de alimentare cu energie electrică A	Sistem de telecomunicaţii A	Total
Z_1	–	–	–		–
Z_2	70	6	3	0,5	**79,5**
Z_3	2	0,9	5	0,5	**8,4**
Z_4	1	0,1	0,015	1	**2,1**
Total	**73**	**7**	**8**	**2**	**90**

Valorile estimate pentru rata dobânzii, rata de amortizare şi rata de mentenanţă corespunzătoare măsurilor de protecţie sunt indicate în tabelul A6.9.38.

Tabelul A6.9.38

Valori importante ale ratelor

Rată	Simbol	Valoare
Dobândă	*i*	0,04
Amortizare	*a*	0,05
Mentenanţă	*m*	0,01

Evaluarea riscului pentru pierderile economice: R_4

Parametrii necesari pentru evaluarea componentelor de risc sunt indicaţi în tabelele de la A6.9.31 până la A6.9.39.

Valorile componentelor de risc pentru o structură neprotejată sunt indicate în tabelul A6.9.39.

Tabelul A6.9.39

Risc R_4 – Valori ale componentelor de risc pentru o structură neprotejată în funcţie de zone (valori $\times 10^{-5}$)

Simbol	Z_2	Z_3	Z_4
R_B	44,9	4,49	4,49
R_C(Linie electrică)	89,8	89,8	89,8
R_C(Linie de telecomunicaţii)	89,8	89,8	89,8
R_M(Linie electrică)	849	849	849
R_M(Linie de telecomunicaţii)	10,2	10,2	10,2
R_V(Linie electrică)	0,27	0,027	0,027
R_W(Linie electrică)	0,53	0,53	0,53
R_Z(Linie electrică)	0,55	0,55	0,55
R_V(Linie de telecomunicaţii)	7,42	0,74	0,74
R_W(Linie de telecomunicaţii)	14,8	14,8	14,8
R_Z(Linie de telecomunicaţii)	8,25	8,25	8,25

Analiză cost-beneficiu

Costul pierderilor reziduale C_{RL} pot fi calculate utilizând relaţia (A6.7.2) după ce noile valori ale componentelor de risc au fost evaluate funcţie de măsurile de protecţie selectate.

Valorile costurilor pierderilor C_L pentru structura neprotejată şi a pierderilor reziduale C_{RL} pentru structura protejată conform soluţiilor a), b), şi c) sunt indicate în tabelul A6.9.40.

Tabelul A6.9.40

Valoarea pierderilor C_L şi C_{RL} (valori în $)

Simbol	C_L (neprotejată)	C_{RL} (protejată) Soluţia a)	C_{RL} (protejată) Soluţia b)	C_{RL} (protejată) Soluţia c)
Z_2	68 801	3 503	3 325	4 066
Z_3	47 779	2 293	5 011	202
Z_4	1 430	27	927	64
Total	**118 010**	**5 824**	**9 262**	**4 332**

Costul C_P şi costul anual C_{PM} al măsurilor de protecţie sunt indicate în tabelul A6.9.41 (a se vedea relaţia (A6.7.4).

Tabelul A6.9.41

Costurile C_P şi C_{PM} ale măsurilor de protecţie (valori în $)

Măsuri de protecţie	C_P	C_{PM}
SPT de clasă I	100 000	10 000
Sistem de detectare a incendiului	50 000	5 000
Ecran al zonelor Z_3 şi Z_4 (w = 0,5)	100 000	10 000
Ecran al zonelor Z_3 şi Z_4 (w = 0,1)	110 000	11 000
1,5x SPD pe reţeaua electrică	20 000	2 000
2x SPD pe reţeaua electrică	24 000	2 400
3x SPD pe reţeaua electrică	30 000	3 000
1,5x SPD pe sistemul de telecomunicaţii	10 000	1 000
2x SPD pe sistemul de telecomunicaţii	12 000	2 000
3x SPD pe sistemul de telecomunicaţii	15 000	1 500

Economia de cheltuieli anuale

$S = C_L - (C_{RL} + C_{PM})$

este indicată în tabelul A6.9.42

Tabelul A6.9.42

Economii de cheltuieli anuale (valori în $)

Soluţia a)	84 186
Soluţia b)	89 248
Soluţia c)	84 078

IV. Imobil de apartamente

Ca şi pentru studiul de caz precedent, este evaluat riscul $R1$ pentru un imobil de apartamente amplasat într-o regiune cu o densitate de trăsnete la sol N_g = 4 impacturi pe km^2 şi an.

Trebuie evaluate componentele de risc R_B, R_U şi R_V.

Clădirea este izolată: nu există alte structuri în vecinătate.
Serviciile racordate sunt următoarele:
– linie electrică de alimentare cu energie electrică la JT;
– linie telefonică;
Caracteristicile structurii sunt indicate în tabelul A6.9.43.

Tabelul A6.9.43

Caracteristicile structurii

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare
Dimensiuni (m)	–	$L_b \times W_b \times H_b$	30 × 20 × 20
Factor de amplasare	Izolată	C_d	1
SPT	Fără	P_B	1
Densitate de trăsnete la sol	1/km2/an	N_g	4

Se pot defini următoarele zone:
- Z_1 (în afara clădirii);
- Z_2 (în interiorul clădirii).

Deoarece nu sunt persoane stabilite în exteriorul clădirii; ca urmare riscul R_1 pentru zona Z_1 poate fi neglijat.
Nu este solicitată o evaluare economică.
Parametrii pentru zona Z_2 sunt indicaţi în tabelul A6.9.44.

Tabelul A6.9.44

Parametrii zonei Z_2

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare
Tipul suprafeţei planşeului	Lemn	r_u	10^{-5}
Risc de incendiu	Variabil	r_f	–
Pericol special	Fără	h_z	1
Protecţie împotriva incendiului	Fără	r_p	1
Protecţie împotriva şocurilor electrice	Fără	–	–
Reţea electrică interioară de alimentare cu energie electrică	Conectată la linia electrică de alimentare la JT	–	–
Sisteme telefonice interioare	Conectate la linia de telecomunicaţii	–	–
Pierderi prin tensiunile de atingere şi de pas (corespunzătoare lui R_1)	Da	L_t	10^{-4}
Pierderi prin avarii fizice (corespunzătoare lui R_1)	Da	L_f	10^{-1}

6.9 - 27

Caracteristicile sistemelor interioare şi a liniilor corespunzătoare racordate sunt indicate în tabelul A6.9.45 pentru o reţea de alimentare cu energie electrică şi în tabelul A6.9.46 pentru un sistem de telecomunicaţii.

Tabelul A6.9.45

Parametrii reţelei interioare de alimentare cu energie electrică şi ai liniei electrice de racord care pătrunde în structură

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare
Rezistivitate a solului	Ωm	ρ	250
Lungime (m)	–	L_c	200
Înălţime (m)	Îngropată	–	–
Transformator ÎT/JT	Fără	C_t	1
Factor de amplasare a liniei	Înconjurată de obiecte mai mici	C_d	0,5
Factor de mediu al liniei	Suburban	C_e	0,5
Ecranul liniei	Neecranată	P_{LD}	1
		P_{LI}	0,4
Tensiune de ţinere a echipamentului U_W	U_W = 2,5 kV	K_{S4}	0,6
Protecţie cu SPD coordonate	Fără	P_{SPD}	1
Extremitate “a” a liniei, dimensiunile structurii (m)	Fără	$L_a \times W_a \times H_a$	–

Tabelul A6.9.46

Parametrii sistemului interior de telecomunicaţii şi ai liniei aferente care pătrunde în structură

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare
Rezistivitate a solului	(Ωm)	ρ	250
Lungime (m)	–	L_c	100
Înălţime (m)	Îngropată	-	-
Factor de amplasare a liniei	Înconjurată de obiecte mai mici	C_d	0,5
Factor de mediu al liniei	Suburban	C_e	0,5
Ecranul liniei	Fără	P_{LD}	1
		P_{LI}	1
Tensiune de ţinere a echipamentului U_W	U_W = 1,5 kV	K_{S4}	1
Protecţie cu SPD coordonate	Fără	P_{SPD}	1
Extremitate “a” a liniei, dimensiunile structurii (m)	Fără	$(L_a \times W_a \times H_a)$	-

6.9 - 28

Valorile riscului R1 şi măsurile de protecţie de adoptat pentru a reduce riscul la nivelul valorii acceptabile R_T = 10–5 sunt indicate în tabelul A6.9.47 în funcţie de înălţimea clădirii şi de riscul de incendiu.

Tabelul A6.9.47

Măsuri de protecţie care pot fi adoptate în funcţie de înălţimea clădirii şi de riscul său de incendiu

Risc de incendiu	**Înălţime** m	**Clasa SPT**	**Protecţie împotriva incendiului**	R_1 **(×10^{-5})**	**Structură protejată**
Redus	20	–	–	0,77	x
Normal		–	–	7,7	Nu
		III	–	0,74	x
		IV	(2)	0,73	x
Ridicat		–	–	77	Nu
		II	(3)	0,74	x
		I	–	1,49	Nu
		I	(1)	0,74	x
Redus	40	–	–	2,33	Nu
		–	(3)	0,46	x
		IV	–	0,46	x
Normal		–	–	23,3	Nu
		IV	(3)	0,93	x
		I	–	0,46	x
Ridicat		–	–	233	Nu
		I	(3)	0,93	X

(1) Extinctoare
(2) Hidranţi
(3) Alarmă automată

Anexa 6.10
6.10 – 1

Informaţii suplimentare pentru SPT în cazul unor structuri cu risc de explozie

6.10.1 Generalităţi

Această anexă furnizează informaţii suplimentare pentru proiectarea, construcţia, dezvoltarea şi modificarea sistemelor de protecţie împotriva trăsnetului pentru structuri cu risc de explozie.
Dacă protecţia împotriva trăsnetului este cerută de autoritatea competentă sau este rezultatul evaluării riscului realizat conform cerinţelor din SR EN 62305-2, trebuie adoptat un SPT cel puţin de clasă II.

6.10.2 Termeni şi definiţii suplimentare

În completarea termenilor şi definiţiilor din capitolul 6, pentru această anexă se aplică termenii şi definiţiile următoare.

eclator de izolare
componentă cu distanţă de descărcare pentru izolarea părţilor conductoare electric ale unei instalaţii
În cazul unui impact al trăsnetului, părţile instalaţiei sunt temporar conectate ca rezultat al unei descărcări electrice.

materiale solide explozibile
compus chimic solid, amestec sau dispozitiv al cărui scop este de a funcţiona ca o explozie

zonă 0
arie în care o atmosferă explozivă care constă dintr-un amestec de aer şi substanţe inflamabile sub formă de gaz, vapori sau aerosoli este prezentă în permanenţă sau pentru perioade lungi de timp sau frecvent

zonă 1
arie în care o atmosferă explozivă care constă dintr-un amestec de aer şi substanţe inflamabile sub formă de gaz, vapori sau aerosoli este posibil să se formeze ocazional în condiţii normale de funcţionare

zonă 2
arie în care o atmosferă explozivă care constă dintr-un amestec de aer şi de substanţe inflamabile sub formă de gaz, vapori sau aerosoli nu este posibil să se formeze în condiţii normale de funcţionare dar dacă pot apare, persistă numai pentru o perioadă scurtă de timp
În această definiţie, cuvântul "persistă" înseamnă timpul total în care există atmosfera explozivă. Acesta cuprinde în mod normal, durata totală de eliberare a gazului, plus timpul necesar de dispersie a atmosferei inflamabile după ce eliberarea a fost oprită.

zonă 20
arie în care o atmosferă explozivă sub forma unui nor de praf combustibil este prezentă în permanenţă sau pentru perioade lungi de timp sau frecvent

zonă 21
arie în care o atmosferă explozivă sub forma unui nor de praf combustibil este posibil să apară ocazional în condiţii normale de funcţionare

zonă 22
arie în care o atmosferă explozivă sub forma unui nor de praf combustibil nu este posibil să apară în condiţii normale de funcţionare dar dacă poate să apară, va persista numai o perioadă scurtă de timp

6.10.3 Prescripţii fundamentale

6.10.3.1 Sistemul de protecţie împotriva trăsnetului trebuie proiectat şi instalat în aşa fel încât în cazul unei căderi directe a trăsnetului, să nu apară efecte de topire sau de pulverizare.

Scânteile sau deteriorările în punctul de impact al trăsnetului pot fi verificate. Acestea trebuie luate în considerare în determinarea poziţionării dispozitivelor de captare. Conductoarele de coborâre trebuie instalate astfel încât temperatura de autoaprindere dată de sursa zonei periculoase să nu fie depăşită în acele aplicaţii în care nu este posibilă instalarea de conductoare de coborâre în afara zonei periculoase.

6.10.3.2 Informaţii necesare

Instalatorului/proiectantului sistemului de protecţie împotriva trăsnetului trebuie să i se pună la dispoziţie desenele tehnice ale instalaţiei (instalaţiilor) de protejat, cu zonele în care materialele solide explozibile care vor fi manipulate sau depozitate şi cu zonele periculoase marcate corespunzător conform cerinţelor din SR EN 60079-10 şi NP 099-04.

6.10.3.3 Legare la pământ

Pentru toate sistemele de protecţie împotriva trăsnetului ale structurilor cu pericol de explozie priza de pământ trebuie să fie de tip B.

Construcţia unei structuri poate furniza echivalentul efectiv al unui conductor în buclă al dispunerii de tip B (de exemplu rezervoarele metalice de depozitare).

Rezistenţa electrică de dispersie a prizelor de pământ pentru structuri care conţin materiale solide explozibile sau amestecuri explozibile trebuie să fie cât mai mică posibil dar nu mai mare de 1 Ω.

6.10.3.4 Legătură de echipotenţializare

Legătura de echipotenţializare între componentele SPT şi alte instalaţii conductoare, precum şi între componentele tuturor instalaţiilor conductoare, conform 6.2, trebuie să fie asigurată în interiorul zonelor periculoase şi a amplasamentelor unde pot fi prezente materiale explozibile:

– la nivelul solului;
– acolo unde distanţa între părţile conductoare este mai mică decât distanţa de separare *s* calculată considerând $k_C = 1$.

Datorită descărcărilor electrice locale periculoase, distanţele de separare pot fi considerate numai în zonele fără amestecuri explozibile. În acele zone în care scânteile pot produce incendierea mediului, sunt necesare legături de echipotenţializare suplimentare în vederea asigurării că nu vor fi scântei în interiorul zonelor periculoase zona 0 şi zona 20.

6.10.4 Structuri care conţin materiale solide explozibile

În proiectarea protecţiei împotriva trăsnetului a structurilor care conţin materiale solide explozibile trebuie să se ţină seama de sensibilitatea materialelor din configuraţia în care sunt utilizate sau depozitate. De exemplu, unele materiale explozive în vrac pot să nu necesite alte considerente decât cele conţinute în această anexă. Totuşi, există unele configuraţii de materiale solide explozibile care pot fi sensibile la schimbarea rapidă a câmpului electric şi/sau radiat de câmpul electromagnetic generat de trăsnet. Poate fi necesar să se stabilească legături de echipotenţializare suplimentare sau prescripţii pentru ecrane în astfel de aplicaţii.

Pentru structurile care conţin materiale solide explozibile, se recomandă un SPT exterior izolată. Structurile conţinute în totalitate în interiorul unui acoperiş de tablă din oţel de 5 mm grosime sau echivalent (7 mm pentru structuri din aluminiu) pot fi considerate ca fiind protejate prin dispozitive de captare naturale. Pentru astfel de structuri sunt aplicabile prescripţiile de legare la pământ de la 5.5.
Dispozitivele de protecţie împotriva supratensiunilor şi supracurenţilor electrici (SPD) trebuie prevăzute ca parte a SPT pentru toate amplasamentele în care sunt prezente materiale explozibile. Dacă este posibil, SPD trebuie să fie poziţionate în afara amplasamentelor în care sunt prezente materiale explozibile. SPD poziţionate în interiorul amplasamentelor în care sunt prezenţi explozibili în vrac sau praf explozibil trebuie să fie de tip rezistent la explozie sau să fie în interiorul unor anvelope antiexplozive.

6.10.5 Structuri care conţin zone periculoase

Toate părţile unui SPT exterior (dispozitive de captare şi conductoare de coborâre) trebuie să fie la cel puţin 1 m depărtare de zona periculoasă. Dacă acest lucru nu este posibil, conductoarele care trec la mai puţin de 0,5 m de zona periculoasă trebuie să fie continui sau conexiunile trebuie să fie realizate prin presare sau prin sudare.
Dacă o zonă periculoasă este amplasată direct sub o învelitoare din metal care poate fi perforată de trăsnet, dispozitivul de captare trebuie prevăzut în conformitate cu prescripţiile din prezentul normativ.

6.10.5.1 Limitarea supratensiunilor şi supracurenţilor electrici

Dispozitivele de protecţie împotriva supratensiunilor şi supracurenţilor electrici trebuie să fie poziţionate în afara zonei periculoase. Dispozitivele de protecţie împotriva supratensiunilor şi supracurenţilor electrici situate în interiorul zonei periculoase trebuie să fie destinate pentru zona periculoasă în care acestea sunt instalate sau trebuie să fie în interiorul unei anvelope şi anvelopele care conţin aceste dispozitive trebuie să fie agrementate pentru această utilizare.

6.10.5.2 Legătură de echipotenţializare

În plus faţă de prescripţiile de echipotenţializare de la 6.10.3.4, trebuie prevăzută o legătură de echipotenţializare comună pentru sistemul de protecţie împotriva trăsnetului în conformitate cu prescripţiile din SR EN 60079-14 şi NP 099-04.
Conexiunile la conducte trebuie să fie în aşa fel încât la circulaţia curentului electric de trăsnet să nu existe nici o scânteie. Conexiunile corespunzătoare pentru conducte sunt prin sudarea pe flanşe a urechilor, a bolţurilor sau a plăcuţelor cu găuri filetate care să permită fixarea conexiunilor prin înşurubare. Containerele şi rezervoarele trebuie prevăzute cu racordări între ele cât şi pentru conectarea la pământ.

6.10.5.3 Structuri care conţin zonele 2 şi 22

Structurile în care există suprafeţe definite ca zone 2 şi 22 nu necesită măsuri de protecţie suplimentare.
Pentru elementele metalice (de exemplu coloane exterioare, reactoare, containere cu suprafeţe care conţin zone 2 şi 22) de grosime şi de material care corespund prescripţiilor din tabelul 6.17, se aplică următoarele:

– nu sunt necesare dispozitive de captare şi conductoare de coborâre;
– elementele metalice trebuie să fie legate la pământ conform articolului 6.2.

6.10.5.4 Structuri care conţin zonele 1 şi 21

Pentru structurile în care există suprafeţe definite ca zone 1 şi 21 se aplică prescripţiile pentru zonele 2 şi 22 cu completările următoare:

– dacă în conducte există piese electroizolante, operatorul trebuie să determine măsurile de protecţie. De exemplu, o descărcare disruptivă poate fi evitată prin utilizarea unor eclatoare de izolare antiexplozive;
– eclatoarele de izolare şi piesele electroizolante trebuie instalate în afara suprafeţelor cu pericol de explozie.

6.10.5.5 Structuri care conţin zonele 0 şi 20

Pentru structurile în care există suprafeţe definite ca zone 0 şi 20, se aplică prescripţiile de la 6.10.5.4, completate cu recomandările indicate în acest articol, în măsura în care sunt aplicabile.

Conexiunile de echipotenţializare între sistemul de protecţie împotriva trăsnetului şi alte instalaţii/structuri/echipamente vor fi realizate cu acordul operatorului sistemului. Conexiunile de echipotenţializare care utilizează eclatoare nu pot fi realizate fără acordul operatorului sistemului. Astfel de dispozitive trebuie să fie corespunzătoare mediului în care acestea sunt instalate.

Pentru serviciile exterioare cu elementele definite ca zone 0 şi 20, se aplică prescripţiile pentru zonele 1, 2, 21 şi 22 cu completările următoare:

– echipamentul electric din interiorul rezervoarelor care conţin lichide inflamabile trebuie să fie corespunzător acestei utilizări. Măsurile de protecţie împotriva trăsnetului trebuie luate conform cu tipul de construcţie;
– containere din oţel, închise, cu suprafeţe definite în interiorul zonelor 0 şi 20 trebuie să aibă o grosime a peretelui de cel puţin 5 mm în punctele posibile de impact a trăsnetului. În cazul unor pereţi subţiri, trebuie să fie instalate dispozitive de captare.

6.10.5.6 Aplicaţii specifice

6.10.5.6.1 Staţii de alimentare cu carburanţi

La staţiile de alimentare cu carburanţi pentru automobile, căi ferate, vapoare etc., care au zone de risc definite ca zone 2 şi 22, conductele din metal trebuie să fie legate la pământ în conformitate cu articolul 6.2. Legarea conductelor trebuie să se facă la construcţii metalice şi la şine, acolo unde există (dacă este necesar prin intermediul unor eclatoare agrementate pentru zonele de risc în care sunt instalate), ţinând seama de curenţii electrici de retur prin şine, de curenţii electrici vagabonzi, de descărcătoarele trenurilor electrice, de sistemele de protecţie catodică împotriva coroziunii şi de altele similare.

6.10.5.6.2 Rezervoare de depozitare

Anumite tipuri de structuri utilizate pentru depozitarea unor lichide care pot produce vapori inflamabili sau utilizate pentru depozitarea de gaze inflamabile sunt auto-protejate (conţinute în totalitate în containere cu continuitate a părţii metalice având o grosime nu mai mică de 5 mm pentru oţel sau de 7 mm pentru aluminiu, fără eclatoare) şi nu necesită o protecţie suplimentară. În mod similar, rezervoarele şi conductele acoperite cu pământ nu necesită instalarea de dispozitive de captare.

Aparatele de măsurare şi control sau circuitele electrice utilizate în interiorul acestui echipament trebuie să fie agrementate pentru acest tip de utilizare. Măsurile de protecţie împotriva trăsnetului trebuie să fie luate în funcţie de tipul construcţiei.

Rezervoarele izolate sau containerele trebuie să fie legate la pământ în funcţie de cea mai mare dimensiune orizontală (diametru sau lungime):

- până la 2m: o legare la pământ;
- peste 2 m şi până la 10 m: 2 legări la pământ;
- peste 10 m şi până la 20 m: 3 legări la pământ;
- peste 20 m: 4 legări la pământ.

Rezervoarele din depozite de rezervoare trebuie să fie conectate între ele. Punctele de racord ale legăturilor se repartizează cât mai uniform pe circumferinţa sau perimetrul rezervorului.

În cazul rezervoarelor cu capac flotant, capacul flotant trebuie conectat prin legătură de echipotenţializare la peretele rezervorului principal. Proiectarea etanşărilor şi a şunturilor şi a poziţionării lor trebuie luate în considerare astfel încât riscul aprinderii unui posibil amestec explozibil prin scânteie să fie redus la cel mai scăzut nivel practic. Dacă are fixată o scară cu role, un conductor de echipotenţializare flexibil cu lăţimea de 35 mm trebuie aplicat peste articulaţiile de reazem ale scării, între scară şi partea superioară a rezervorului şi între scară şi capacul flotant. Dacă scara cu role nu este fixată de capacul flotant al rezervorului, unul sau mai multe (depinde de mărimea rezervorului) conductoare de echipotenţializare flexibile cu lăţimea de 35 mm, sau echivalente, trebuie să fie aplicate între peretele rezervorului şi capacul flotant. Conductoarele de echipotenţializare trebuie să urmeze fie scurgerea capacului sau să fie amplasate astfel ca acestea să nu poată să formeze bucle de întoarcere. Pe rezervoarele cu capac flotant trebuie să fie prevăzute multiple conectări cu şunt între capacul plutitor şi rezervor la intervale de aproximativ 1,5 m măsurate pe marginea capacului. Alegerea materialului depinde de prescripţiile pentru produs şi/sau de mediu. Mijloace alternative pentru asigurarea unei conectări conductoare adecvate între capacul flotant şi peretele tancului pentru curenţii electrici de impuls asociaţi descărcărilor de trăsnet sunt permise numai dacă sunt asigurate prin încercări şi dacă procedurile sunt utilizate pentru a se asigura fiabilitatea conectării.

A10.5.6.3 Conducte

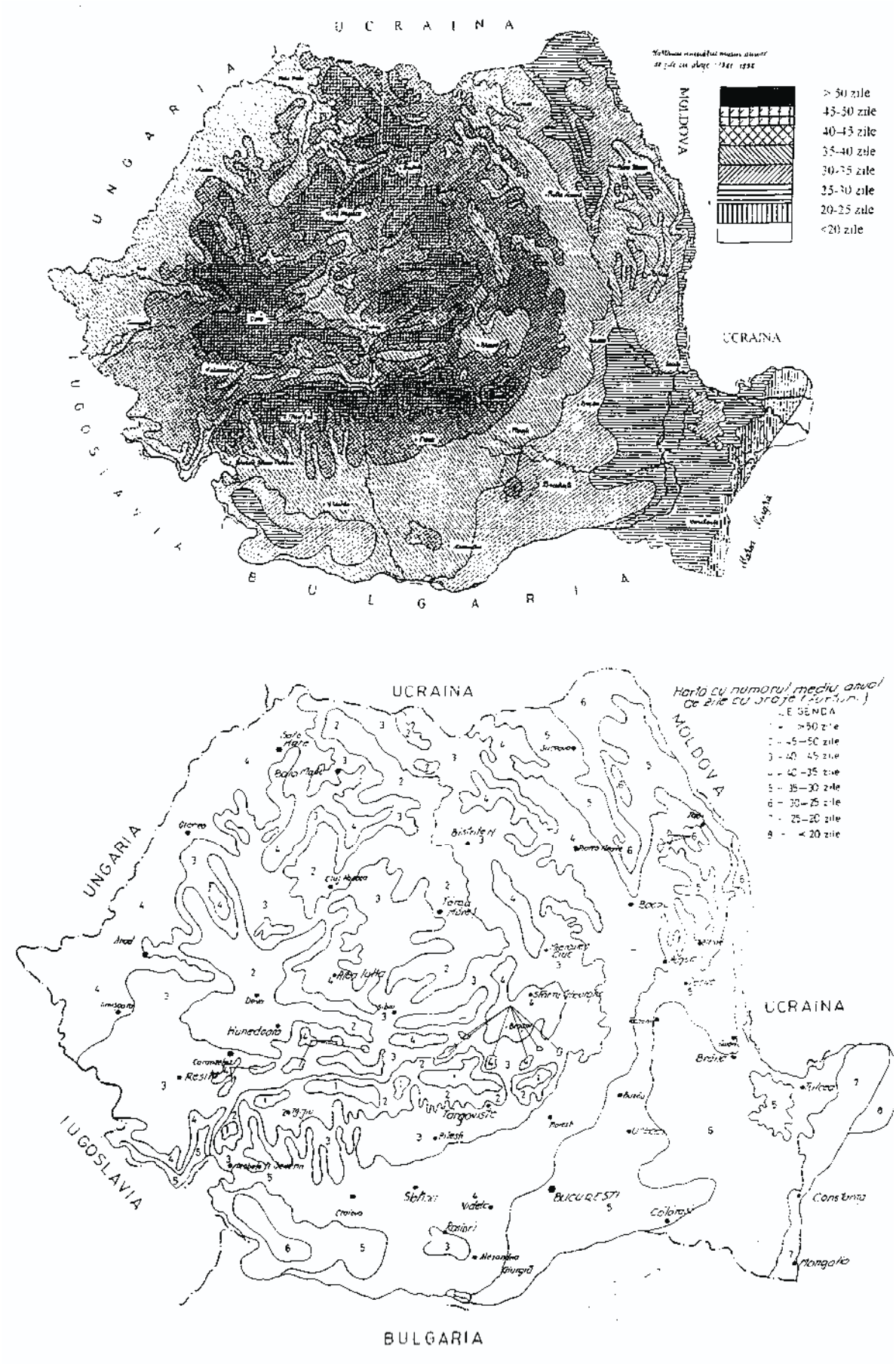
Conductele metalice supraterane, în afara legăturilor tehnologice, trebuie să fie conectate la fiecare 30 m la prizele de pământ sau trebuie să fie legate la pământ cu un electrod de pământ de suprafaţă (orizontal) sau cu un electrod tip tijă (vertical).

Pentru conductele ce transportă lichide inflamabile la distanţă lungă se aplică următoarele.

– în secţiile de pompare, de branşamente şi situaţii similare, toate conductele inclusiv conductele cu manta din metal trebuie şuntate prin conductoare cu secţiuni de cel puţin 50 mm^2;
– conductoarele de şuntare trebuie conectate cu urechi sudate sau cu şuruburi cu autoblocare, în mod sigur, pe flanşele conductelor. Elementele electroizolante trebuie şuntate prin eclatoare.

Anexa 6.11

HARTA KERAUNICA



Anexa 8.1
8.1 – 1

Metode de măsurare a rezistenţei/impedanţei izolaţiei pardoselilor şi a pereţilor în raport cu pământul sau în raport cu conductorul de protecţie

1. Generalităţi

Măsurarea impedanţei sau a rezistenţei de izolaţie a pardoselilor şi a pereţilor trebuie efectuată la tensiunea reţelei faţă de pământ şi la frecvenţa nominală sau la o tensiune mai mică la aceeaşi frecvenţă nominală, combinat cu o măsurare a rezistenţei de izolaţie. Aceasta poate fi efectuată, de exemplu, conform metodelor de măsurare următoare:

1) reţele de tensiune alternativă:
   - prin măsurare cu tensiunea alternativă nominală sau
   - prin măsurare cu tensiuni alternative mici (minimum 25 V) şi suplimentar cu o încercare a izolaţiei utilizând o tensiune de încercare minimă de 500 V tensiune continuă pentru tensiuni nominale ale reţelei care nu depăşesc 500 V şi o tensiune de încercare minimă de 1000 V tensiune continuă pentru tensiuni nominale ale reţelei de peste 500 V.

Opţional pot fi utilizate sursele de tensiune următoare:

a) tensiunea sistemului (tensiune faţă de pământ) care există la punctul de măsurare;
b) tensiunea secundarului unui transformator cu două înfăşurări;
c) o sursă independentă de tensiune la frecvenţa nominală a reţelei.

În cazurile specificate la b) şi c), tensiunea de măsurare trebuie sa fie legată la pământ pentru măsurare. Din motive de securitate, atunci când se măsoară folosind tensiuni mai mari de 50 V, curentul de ieşire maxim trebuie limitat la 3,5 mA

2) reţele de tensiune continuă:
   - încercare a izolaţiei utilizând o tensiune de încercare minimă de 500 V tensiune continuă pentru tensiuni nominale ale reţelei care nu depăşesc 500 V;
   - încercare a izolaţiei utilizând o tensiune de încercare minimă de 1000 V tensiune continuă pentru tensiuni nominale ale reţelei de peste 500 V.

Încercarea izolaţiei trebuie realizată utilizând echipament de măsurare conform recomandărilor din SR EN 61557-2.

8.1 – 2

2. Metodă de încercare pentru măsurarea impedanţei pardoselilor şi a pereţilor cu tensiune alternativă:

Curentul I de la ieşirea unei surse de tensiune sau de la un conductor de fază L parcurge printr-un ampermetru electrodul de încercare. Tensiunea U_x a electrodului este măsurată faţă de PE cu ajutorul unui voltmetru cu o rezistenţă internă de cel puţin 1 MΩ.

Impedanţa de izolaţie a pardoselii este deci: $Z_x = U_x / I$

Măsurarea pentru determinarea impedanţei trebuie efectuată în atâtea puncte câte sunt considerate necesare, alese la întâmplare, dar minim în trei puncte.

Electrozii de încercare pot fi ambii de tipurile de mai jos. În caz de controverse, utilizarea electrodului de încercare 1 este metoda de referinţă.

3. Electrod de încercare 1

Electrodul constă dintr-un trepied metalic ale cărui parţi ce se sprijină pe pardoseală formează vârfurile unui triunghi echilateral (fig. 8.1.1). Fiecare punct de sprijin este prevăzut cu o bază flexibilă care asigură, când se aplică o sarcină, un contact strâns cu suprafaţa care este încercată pe o suprafaţă de aproximativ 900 mm^2 şi prezentând o rezistenţă electrică mai mică de 5000 Ω.

Înainte de a efectua măsurările, suprafaţa încercată este curăţată cu un fluid de curăţare. În timpul măsurărilor se aplică pe trepied o forţă de aproximativ 750 N în cazul pardoselilor sau 250 N în cazul pereţilor.

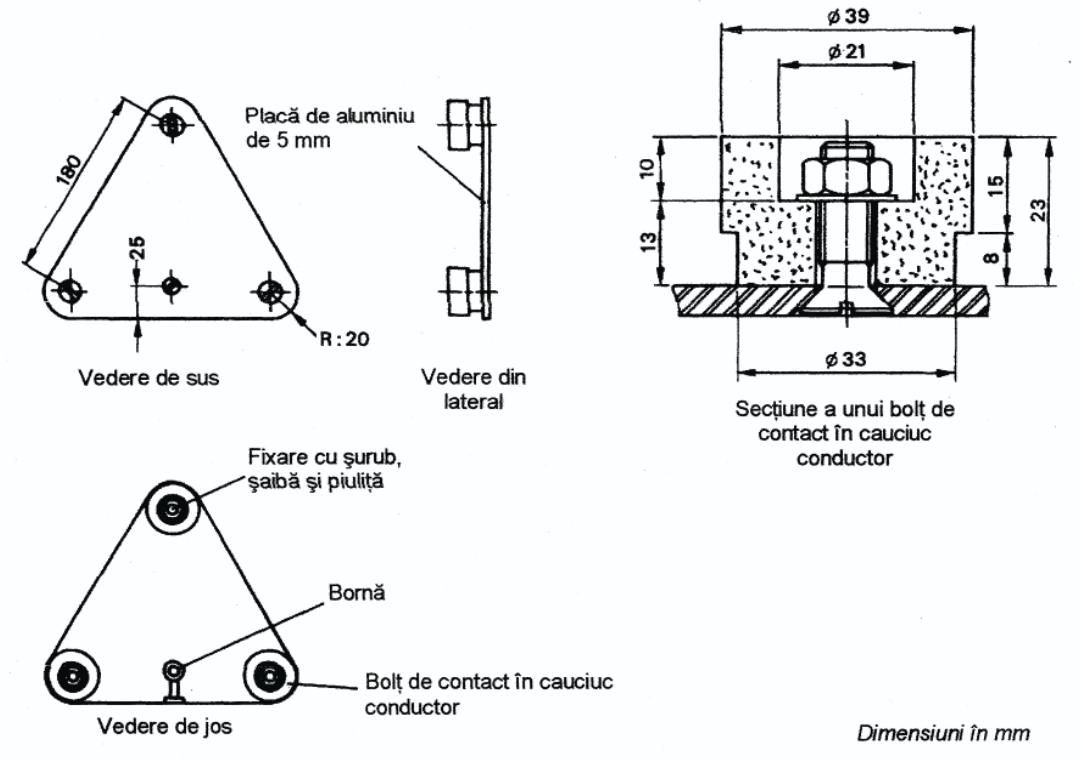


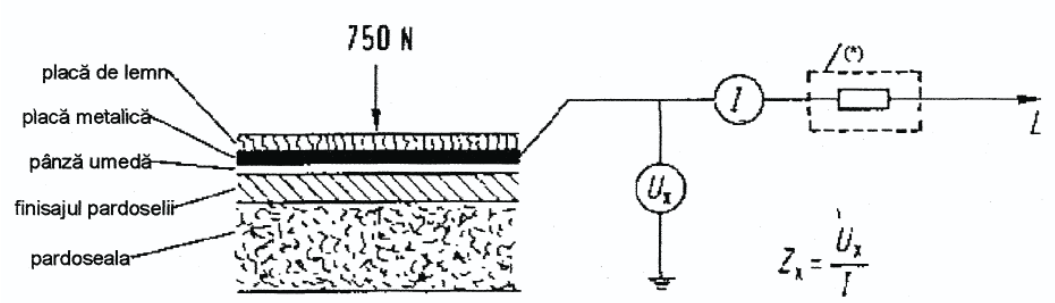
Fig. 8.1.1. – Electrod de încercare 1

8.1 – 3

4. Electrod de încercare 2

Electrodul constă dintr-o placă metalică pătrată cu laturile de 250 mm, şi un pătrat umezit de hârtie absorbantă, sau de pânză, din care a fost îndepărtat surplusul de apă, cu laturile de aproximativ 270 mm (fig. 8.1.2). Hârtia se amplasează între placa metalică şi suprafaţa de încercat.

În timpul măsurărilor se aplică pe placă o forţă de aproximativ 750 N în cazul pardoselilor sau 250 N în cazul pereţilor.



(*) Protecţie împotriva unui contact neintenţionat cu o rezistenţă de limitare a curentului la 3,5 mA

Fig. 8.1.2. – Electrod de încercare 2

Anexa 8.2

Măsurarea rezistenţei / prizei de pământ (electrodului de pământ)

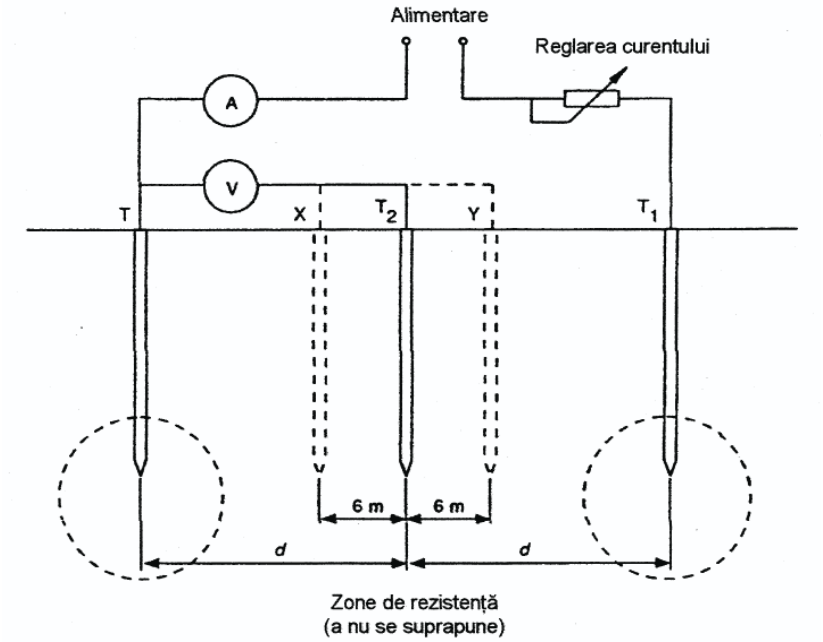
Procedura următoare poate fi adoptată atunci când trebuie efectuată măsurarea rezistenţei electrodului de pământ (fig. 8.2.1.).

Se trece un curent electric alternativ de intensitate constantă între electrodul de pământ, T, şi un electrod auxiliar, T_1, amplasat faţă de T la o astfel de distanţă ca zonele de influenţă ale celor doi electrozi să nu se suprapună.

Al doilea electrod de pământ auxiliar, T_2, care poate fi un ţăruş metalic înfipt în pământ, se inserează apoi la jumătatea distanţei dintre T şi T_1, şi se măsoară căderea de tensiune dintre T şi T_2.

Rezistenţa electrodului de pământ este tensiunea dintre T şi T_2, divizată la curentul care circulă între T şi T_1, cu condiţia să nu fie o suprapunere a celor două zone de influenţă a electrozilor.

Pentru a verifica dacă valoarea rezistenţei de dispersie a electrodului de pământ este corectă, se efectuează încă două citiri cu al doilea electrod de pământ auxiliar T_2 mutat cu 6 m mai departe şi cu 6 m mai aproape de T. Dacă cele trei rezultate sunt în concordanţă, media celor trei citiri se consideră ca fiind valoarea rezistenţei de dispersie a electrodului de pământ T. În caz contrar, încercările se repetă mărind distanţa dintre T şi T_1.



T - electrod de pământ supus încercării, deconectat de la toate sursele de alimentare
T_1 - electrod de pământ auxiliar
T_2 - al doilea electrod de pământ auxiliar
X - poziţie alternativă a lui T_2 pentru măsurare de verificare
Y - poziţie alternativă următoare a lui T_2 pentru altă măsurare de verificare

Fig. 8.2.1. – Măsurarea rezistenţei prizei de pământ (electrodului de pământ)

Anexa 8. 3

Măsurarea impedanţei buclei de defect

Măsurarea impedanţei buclei de defect trebuie efectuată conform standardelor în vigoare. Metoda următoare poate fi utilizată ca exemplu (fig. 8.3.1).

Metoda propusă în această anexă dă numai valori aproximative ale impedanţei buclei de defect deoarece nu ia în considerare natura fazorială a tensiunii, şi anume a condiţiilor existente în momentul real a defectului de punere la pământ. Gradul de aproximaţie este acceptabil cu condiţia ca reactanţa circuitului respectiv sa fie neglijabilă.

Se recomandă efectuarea unei încercări de continuitate între borna principală de legare la pământ şi elementele conductoare expuse înainte de realizarea măsurării impedanţei buclei de defect

Se atrage atenţia asupra faptului că această metoda prezintă dificultăţi în aplicare.

Tensiunea circuitului supus verificării se măsoară cu şi fără conectarea unui rezistor de sarcină variabilă şi impedanţa buclei de defect se calculează cu relaţia:

$$Z=(U_1-U_2) / I_R$$

unde:

Z - este impedanţa buclei de defect;

U_1 - tensiunea măsurată fără conectarea unui rezistor de sarcină;

U_2 - tensiunea măsurată cu conectarea unui rezistor de sarcină;

I_R - este curentul care circulă prin rezistorul de sarcină;

Diferenţa dintre U_1 şi U_2 ar trebui să fie semnificativă.

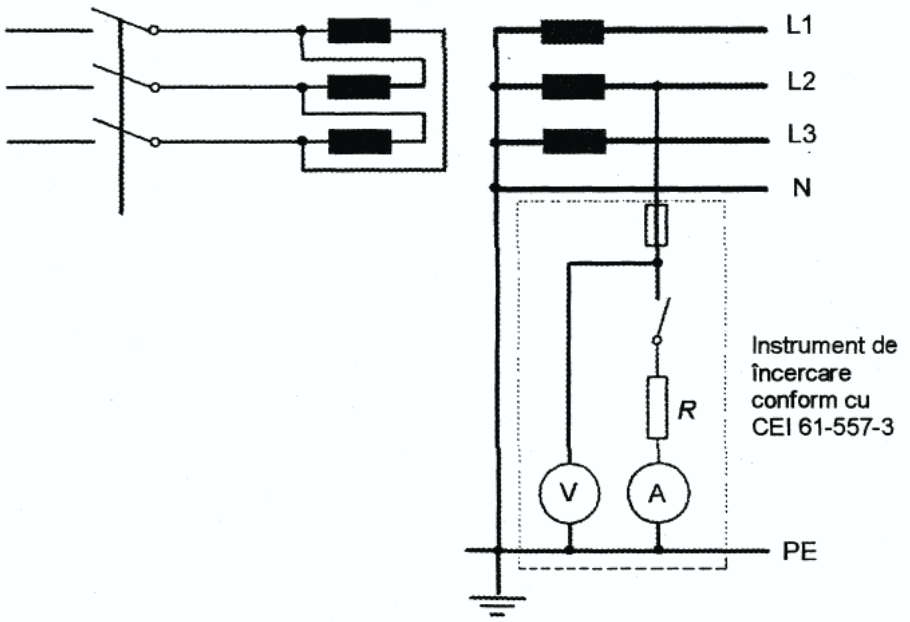


Fig. 8.3.1. – Măsurarea impedanţei buclei de defect