

# NORMATIV PRIVIND PROTECȚIA CONSTRUCȚIILOR ÎMPOTRIVA TRĂSNETULUI

Indicativ: I 20-2000

Înlocuiește: I 20-94

## Cuprins

- \* **GENERALITATI**
- \* **INSTALATII DE PROTECTIE ÎMPOTRIVA TRASNETULUI (IPT)**
- \* **CONDITII SUPLIMENTARE PENTRU PROTECTIA ÎMPOTRIVA TRASNETULUI A UNOR CONSTRUCȚII SI INSTALATII AVAND CARACTER DEOSEBIT**
- \* **IPT CU DISPOZITIVE DE AMORSARE**
- \* **VERIFICARI**
- \* **ANEXA 1: Prescriptii conexe normativului**
- \* **ANEXA 2: Numarul mediu anual de zile cu oraje (furtuni) (1961-1990)**
- \* **ANEXA 3: Volumul protejat printr-un dispozitiv de captare**
- \* **ANEXA 4: Rezistivitatea diferitelor soluri si ape**

## 1. GENERALITĂȚI

### 1.1. Domeniu de aplicare

1.1.1. Prevederile prezentului normativ se aplică la proiectarea și executarea instalațiilor de protecție împotriva trăsnetului IPT, pentru construcții având caracter deosebit menționate în cap. 3 al normativului.

1.1.2. Nu face obiectul prezentului normativ protecția împotriva trăsnetului pentru:

- construcții pentru fabricarea, prelucrarea, ambalarea, utilizarea sau depozitarea substanțelor sau materialelor pirotehnice;

- construcții nucleare-electrice, cu excepția părții clasice a acestor obiective;
- căi ferate;
- platforme maritime petroliere;
- instalații de funiculare;
- instalații tehnologice din domeniul telecomunicațiilor, din exteriorul construcțiilor;
- instalații de producere, transport și distribuție a energiei electrice, din exteriorul construcțiilor;
- instalații tehnologice ale exploatărilor miniere.

1.1.3. Prezentul normativ se aplică la lucrările noi și la lucrările de reabilitări sau modernizări ale instalațiilor de protecție împotriva trăsnetului.

1.1.4. La construcțiile în curs de execuție, instalația de protecție împotriva trăsnetului (IPT) necesară se realizează și se finalizează de regulă imediat după ce structurile de rezistență și închiderile exterioare au fost terminate.

1.1.5. La proiectarea și executarea instalației de protecție împotriva trăsnetului (IPT), atunci când se folosesc componente noi (de exemplu: elemente de captare cu dispozitive de amorsare, dispozitive de protecție la supratensiuni, contoare pentru lovituri de trăsnet etc.), acestea trebuie să aibă agrement tehnic, conform Legii nr. 10/1995 privind calitatea în construcții.

1.1.6. La proiectarea și executarea instalației de protecție împotriva trăsnetului (IPT) pentru o concepție optimă tehnic și economic a acesteia, factorii interesați (ingineri de instalații, arhitecți, constructori) trebuie să asigure utilizarea în instalația de protecție împotriva trăsnetului (IPT) a elementelor și echipamentelor metalice naturale ale construcției.

1.1.7. Prescripțiile tehnice conexe normativului sunt prezentate în anexa 1.

## 1.2. Termeni, definiții, abrevieri

1.2.1. Armături de oțel interconectate: Elemente metalice existente în structura din beton a elementelor de construcție la care se asigură continuitatea electrică.

1.2.2. Avans de amorsare ( $\Delta T$ , [ $\mu s$ ]): Câștigul mediu de timp în momentul amorsării liderului ascendent al PDA în raport cu acela al unui captator cu tijă simplă, în aceleași condiții.

1.2.3. Bară de egalizare a potențialelor pentru instalație de protecție împotriva trăsnetului (BEP): Dispozitiv de colectoare care permite legarea la instalația de protecție împotriva trăsnetului (IPT) a elementelor naturale conductoare, a maselor, a armăturilor și conductoarelor de protecție ale instalațiilor electrice și de telecomunicații, a prizelor de pământ etc.

1.2.4. Bornă de separare; Dispozitiv de separare a prizei de pământ artificiale de restul instalației de protecție la trăsnet.

1.2.5. Componentă "naturală" a instalației de protecție împotriva trăsnetului (IPT): Element care asigură o funcție de protecție împotriva trăsnetului, dar nu este instalat în mod special în acest scop (ex. de utilizare a acestui termen sunt: captatoare "naturale" - acoperiș din tablă, coborâri "naturale" - elemente metalice de fațadă, prize de pământ "naturale" - prize de fundație).

1.2.6. Conductor de centură pentru coborâri: Element metalic care formează o buclă în jurul construcției și realizează interconectarea conductoarelor de coborâre pentru o repartiție mai bună a curentului de trăsnet.

1.2.7. Conductor de echipotențializare: Element metalic care asigură egalizarea potențialelor.

1.2.8. Conductor de coborâre: Parte a instalației de protecție la trăsnet (IPT) destinată să comunice dispozitivului de captare potențialul pământului și să conducă curentul de descărcare atmosferică de la dispozitivul de captare la un electrod al prizei de pământ.

1.2.9. Construcție sau spațiu de protejat: Construcție sau spațiu pentru care este necesară o protecție împotriva efectelor trăsnetului conform acestui normativ.

1.2.10. Curent de trăsnet (i): Curentul care se scurge în timpul de impact.

1.2.11. Descărcare periculoasă: Arc electric provocat de curentul de trăsnet în interiorul construcției sau în spațiul de protejat.

1.2.12. Dispozitiv de captare: Parte a IEPT destinată să capteze trăsnetul.

1.2.13. Distanța de protecție (S): Lungimea minimă dintre două elemente conductoare din interiorul construcției sau din spațiul de protejat pentru care o descărcare periculoasă este puțin probabilă.

1.2.14. Durata unei lovituri de trăsnet (T): Timpul în care curentul de trăsnet se scurge spre punctul de impact.

1.2.15. Efecte directe ale trăsnetului: Efectele datorate curentului direct dintre construcția care a primit lovitura de trăsnet și canalul de descărcare a trăsnetului manifestate prin efecte termice, mecanice, electrice și chimice.

1.2.16. Efecte indirecte ale trăsnetului: Efecte datorate fenomenelor electromagnetice produse de către curentul de trăsnet în interiorul construcției sau spațiului protejat.

1.2.17. Eficacitatea instalației de protecție împotriva trăsnetului (E): Raportul între diferența dintre parametrii  $N_d$  și  $N_c$  și parametrul  $N_d$  definiți la art. 1.2.23. și respectiv 1.2.24.

1.2.18. Electrozi al prizei de pământ: Element al prizei de pământ care asigură contactul direct cu pământul.

1.2.19. Electrozi în buclă: Element al prizei de pământ care formează o buclă închisă.

1.2.20. Electrozi de fundație: Element al prizei de pământ înglobat în fundația de beton a construcției.

1.2.21. Elemente conductoare (echipamente metalice): Elemente metalice care se găsesc în spațiul de protejat sau conducte metalice care aparțin construcției de protejat și intră în sau/și ies din aceasta și prin care se poate scurge curentul de trăsnet, cum sunt de exemplu: șinele de ascensor,

tuburile de ventilare, de încălzire, de condiționare, armături de oțel interconectate, fațadele metalice, conductele de apă, de gaz, ecranele de cabluri etc.

1.2.22. Energia specifică (ES): Energia disipată de curentul de trăsnet într-o rezistență a cărei valoare este unitară, fiind integrala în raport cu timpul a pătratului curentului de trăsnet pentru durata unui curent de trăsnet.

1.2.23. Frecvența loviturilor directe de trăsnet ( $N_d$ ): Numărul mediu anual de lovituri de trăsnet care pot să apară în regiunea geografică în care este amplasată o construcție și care depinde și de geometria construcției.

1.2.24. Frecvența anuală acceptată de lovituri de trăsnet ( $N_c$ ): Valoarea maximă acceptată a numărului mediu anual de lovituri directe de trăsnet care pot cauza avarii într-o construcție.

1.2.25. Indicele keraunic (nivelul keraunic) ( $N_k$ ): Numărul mediu anual de zile cu oraje (furtuni) pentru o zonă, o localitate.

1.2.26. Instalație de protecție împotriva trăsnetului (IPT): Instalație care realizează protecția unei construcții sau a unei zone deschise împotriva efectelor trăsnetului. Este formată dintr-o instalație exterioară de protecție la trăsnet și dacă este necesar și o instalație interioară de protecție la trăsnet.

1.2.27. Instalație exterioară de protecție împotriva trăsnetului (IEPT): Instalație de protecție împotriva trăsnetului amplasată în exteriorul construcției de protejat, compusă din unul sau mai multe dispozitive de captare, unul sau mai multe conductoare de coborâre și una sau mai multe prize de pământ, care servește pentru protecția împotriva efectelor directe ale trăsnetului.

1.2.28. Instalație interioară de protecție împotriva trăsnetului (IIPT): Instalație de protecție împotriva efectelor secundare ale trăsnetului amplasată în interiorul construcției de protejat, compusă din dispozitive care reduc efectele electromagnetice ale curentului de descărcare atmosferică în interiorul construcției respective.

1.2.29. Instalație exterioară izolată de construcția de protejat: Instalație exterioară la care dispozitivul de captare și conductoarele de coborâre sunt dispuse astfel încât traseele curentului de trăsnet nu au nici un contact cu construcția de protejat.

- 1.2.30. Instalație exterioară neizolată față de construcția de protejat: Instalație exterioară la care dispozitivul de captare și conductoarele de coborâre sunt dispuse astfel încât traseele curentului de trăsnet pot fi sau sunt în contact cu construcția de protejat.
- 1.2.31. Legătura echipotențială: Conexiune care pune la același potențial sau la potențiale apropiate masele și elementele conductoare.
- 1.2.32. Lider ascendent: Canal de descărcare al trăsnetului care se dezvoltă de la sol (de la punctul de impact) către nor.
- 1.2.33. Lider descendent: Canal de descărcare al trăsnetului care se dezvoltă de la nor către sol (către punctul de impact).
- 1.2.34. Limitator de tensiune: Dispozitiv destinat să limiteze supratensiunile tranzitorii și să ramifice undele de curent. Poate sau nu să conțină și o componentă neliniară (de ex. descărcătoare, eclatoare, dispozitive cu rezistență variabilă - DRV etc.)
- 1.2.35. Lovitură de trăsnet negativă. Descărcarea electrică a unui nor de potențial negativ și care se produce în impulsuri succesive de durată scurtă.
- 1.2.36. Lovitură de trăsnet pozitivă: Descărcare electrică a unui nor de potențial pozitiv și care se produce într-o singură de descărcare de durată mai lungă decât cele negative.
- 1.2.37. Metoda unghiului de protecție: Procedeu de stabilire a limitelor întinderii volumului (zonei) de protecție la trăsnet pe baza unei anumite valori acceptate pentru unghiul de protecție în funcție de nivelul de protecție și de înălțimea maximă a dispozitivului de captare.
- 1.2.38. Metoda sferei rotative fictive (metoda electrogeometrică): Procedeu de analiză și de stabilire a limitelor întinderii volumului (zonei) de protecție la trăsnet cu ajutorul unei sfere imaginare cu centru în capătul dinspre pământ al canalului de trăsnet pe care îl însoțește permanent pe traseul său aleator. Mărimea razei sferei este diferită în funcție de nivelul protecției la trăsnet.
- 1.2.39. Nivel de protecție: Termen de clasificare a unei IPT din punctul de vedere al eficacității sale.
- 1.2.40. Pantă medie a curentului de trăsnet ( $di/dt$ ): Diferența dintre curenții de trăsnet la începutul și la sfârșitul unui interval de timp specificat [ $i(t_2) - i(t_1)$ ] împărțită la intervalul de timp specificat ( $t_2 - t_1$ ).

- 1.2.41. Piesă de separație: Dispozitiv conceput și amplasat astfel încât să faciliteze măsurările electrice pentru verificarea elementelor IPT.
- 1.2.42. Priză de pământ pentru IPT: Parte a IEPT destinată conducerii și disipării în pământ a curentului de trăsnet.
- 1.2.43. Probabilitatea de avariere ( $p$ ): Probabilitatea unei lovituri de trăsnet de a produce avarii unei construcții.
- 1.2.44. Proces de amorsare: Fenomen fizic produs între apariția efluviiilor de efect Corona și propagarea continuă a unui traseu ascendent.
- 1.2.45. Punct de impact: Locul în care lovitura de trăsnet atinge pământul, o construcție sau IPT.
- 1.2.46. Risc de deteriorare ( $R_d$ ): Media anuală probabilă a curentului de trăsnet pentru timpul în care acesta atinge valoarea de vârf (vezi [fig. 1](#)).
- 1.2.48. Sarcina totală ( $Q_{tot}$ ): Integrala în raport cu timpul a curentului de trăsnet pentru întreaga durată a loviturii de trăsnet (vezi [fig. 1](#)).
- 1.2.49. Suprafața echivalentă de captare ( $A_c$ ): Suprafața de sol plat supusă la lovituri de trăsnet ca și construcția luată în considerare.
- 1.2.50. Supratensiune tranzitorie de origine atmosferică: Supratensiune de scurtă durată (care nu depășește câteva milisecunde), oscilatorie sau nu, în general puternic amortizată.
- 1.2.51. Tijă de captare cu dispozitiv de amorsare: Dispozitiv de captare tip tijă echipat cu un sistem care generează un avans de timp în amorsare, pus în evidență la compararea în aceleași condiții cu o tijă simplă (fără PDA).
- 1.2.52. Trăsnet: Descărcare electrică de origine atmosferică care se produce între nori și pământ, constând din una sau mai multe descărcări succesive.
- 1.2.53. Unghi de protecție ( $\alpha$ ): Unghiul la vârf, față de verticală, pe care îl formează linia ce limitează volumul de protecție.
- 1.2.54. Valoarea de vârf a curentului ( $I$ ): Valoarea maximă a curentului de trăsnet.

1.2.55. Volum (zonă) protejat(ă): Volumul (zona) teoretic protejat(ă) de către instalația de protecție împotriva trăsnetului.

1.2.56. Abrevieri:

IPT - Instalație de protecție împotriva trăsnetului.

IEPT - Instalație exterioară de protecție împotriva trăsnetului.

IIPT - Instalație interioară de protecție împotriva trăsnetului.

BEP - Bară pentru egalizarea potențialelor în IPT.

DRV - Dispozitiv cu rezistență variabilă.

PDA - Protecție cu dispozitiv de amorsare.

PRS - Protecție cu tijă simplă.

### **1.3. Parametrii caracteristici ai curentului de trăsnet**

1.3.1. Valorile informative ale parametrilor curentului de trăsnet (vezi [fig. 1](#)) valabile pentru construcții cu înălțimea sub 60 m corespunzătoare diferitelor niveluri de protecție se dau în tabelul 1.

Valorile cele mai ridicate ale parametrilor sunt obținute pentru lovituri de trăsnet pozitive și la lovituri de trăsnet negative consecutive.

Tabelul 1

#### **Valorile parametrilor curentului de trăsnet corespunzătoare nivelurilor de protecție**



Parametrii curentului de trăsnet	Simbol	Unități de măsură	Niveluri de protecție		
			I	II	III-IV
Valoarea de vârf a curentului	I	kA	200	150	100
Sarcina totală	$Q_{tot}$	C	300	225	150
Sarcina impulsului	$Q_{imp}$	C	100	75	50
Energia specifică	ES	$\text{kJ}/\Omega$	10000	5600	2500
Panta medie	$di/dt$	$\text{kA}/\mu\text{s}$	200	150	100

NOTĂ: În tabel sunt date valorile parametrilor loviturii de trăsnet pentru nivelul întărit de protecție (nivel I), în punctul de impact cu o probabilitate de 99%.

Pentru celelalte niveluri de protecție, valorile se deduc ca fiind 0,75 și respectiv 0,5 din valorile pentru nivelul I de protecție.

1.3.2. Pentru dimensionarea IPT se vor avea în vedere următoarele:

- efectele mecanice datorate trăsnetului sunt legate și de energia specifică (ES);
- efectele termice depind de energia specifică (ES), sarcina totală ( $Q_{tot}$ ) sau de sarcina de impuls ( $Q_{imp}$ );
- deteriorările datorate cuplajului rezistiv depind de valoarea de vârf a curentului (I).

1.3.3. Descărcările periculoase datorate unui cuplaj inductiv sunt legate de panta de creștere a curentului. Se ia în considerare o pantă de creștere a curentului. Se ia în considerare o pantă de creștere de 30%...60% a curentului de vârf (vezi [fig. 1](#) - forma de variație a curentului de trăsnet în timp).

[\[top\]](#)

## 2. INSTALAȚII DE PROTECȚIE ÎMPOTRIVA TRĂSNETULUI

### 2.1. Stabilirea necesității prevederii unei IPT pentru o construcție și alegerea nivelului de protecție împotriva trăsnetului

2.1.1. La evaluarea riscului de trăsnet se ține seama de următorii factori:

- a. mediul înconjurător al construcției;
- b. tipul construcției;
- c. conținutul construcției;
- d. gradul de ocupare al construcției;
- e. consecințele trăsnetului.

2.1.2. Stabilirea necesității de a se prevedea IPT pentru un caz dat, cu excepția celor de la art. 2.2 și alegerea nivelului de protecție pentru IEPT se bazează pe determinarea frecvenței prevăzute de lovituri de trăsnet directe pe construcție sau pe volumul de protejat  $N_d$  și a frecvenței anuale acceptate de lovituri de trăsnet  $N_c$  și pe compararea valorilor obținute pentru  $N_d$  și  $N_c$ .

**Determinarea parametrilor  $N_d$  - frecvența loviturilor directe de trăsnet și  $N_c$  - frecvența anuală acceptată de lovituri de trăsnet**

2.1.3. Densitatea trăsnetelor la sol exprimată în număr de lovituri de trăsnet pe km<sup>2</sup> și an se poate determina, utilizând harta keraunică din anexa 2 și cu relația:

$$N_g = 0,04 \cdot N_k^{1,25} \text{ [nr. impact/km}^2\text{an]}$$

în care  $N_k$  este indicele keraunic din harta keraunică.

Valorile coeficienților  $N_g$  sunt dați în tabelul 2.

Tabelul 2

**Valorile  $N_g$  în funcție de indicele keraunic**

Indicele keraunic $N_k$	15	20	25	30	35	40	45	50	60
$N_g$	1,18	1,69	2,24	2,81	3,41	4,02	4,66	5,32	6,68

2.1.4. Frecvența loviturilor directe de trăsnet ( $N_d$ ) pe o construcție se determină cu relația:

$$N_d = N_g \times A_e \times C_1 \times 10^{-6} \text{ [lovituri/an]}$$

în care:

$N_g$  este densitatea anuală a loviturilor de trăsnet din regiunea în care este amplasată construcția (nr. impact./km<sup>2</sup>an);

$A_e$  este suprafața echivalentă de captare a construcției (m<sup>2</sup>);

$C_1$  este un coeficient ce ține seama de mediul înconjurător.

Pentru o construcție dreptunghiulară izolată, conform tabelului 3, coeficientul  $C_1$  este 1. Dacă această construcție are lungimea  $L$ , lățimea  $I$  și înălțimea  $H$ , suprafața echivalentă de captare, se calculează conform [fig. 2](#), cu relația:

$$A_e = L \times I + 6H(L + I) + 9\pi H^2$$

2.1.5. Coeficientul  $C_1$  ține seama de topografia locului în care se află obiectivul de protejat și de obiectele amplasate în interiorul distanței  $3H$  și are valorile din tabelul 3.

2.1.6. Când suprafața de captare echivalentă a unei construcții acoperă complet pe cea a altei construcții, aceasta din urmă nu se ia în considerare ([fig. 3a](#)).

Tabelul 3

#### Valorile coeficientului $C_1$

Amplasarea construcției	$C_1$
Construcție amplasată într-o zonă cu alte construcții sau cu arbori	0,25
Construcție înconjurată de construcții cu înălțimi mai mici	0,5
Construcție izolată, fără alte construcții pe o rază de cel puțin $3H$	1
Construcție izolată pe vârful unei coline sau promontoriu	2

2.1.7. Dacă suprafețele de captare ale mai multor construcții se suprapun, suprafața comună rezultată se consideră ca o singură suprafață de captare ([fig. 3b](#)).

2.1.8. În cazul în care o construcție are o parte proeminentă, suprafața echivalentă de captare a proeminenței înglobează o parte sau toată suprafața echivalentă de captare a părții de construcție mai joasă (conf. [fig. 3a](#)).

În această situație, suprafața echivalentă de captare se calculează cu relația:

$$A_e = 9\pi H^2 \text{ [m}^2\text{]}$$

2.1.9. Valorile coeficientului (factorului)  $N_c$  depind de următorii factori specifici:

- tipul construcției;
- conținutul construcției;
- gradul de ocupare a construcției;
- consecințele trăsnetului;

și se determină cu relația:

în care:

$$C = C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5$$

Valorile coeficienților  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ ,  $C_5$  sunt date în tabelele 4, 5, 6, 7.

Tabelul 4

**Valorile coeficientului  $C_2$  în funcție de natura construcției**

	<b>Coeficientul <math>C_2</math></b>		
<b>Acoperiș</b>	Metal	Beton	Combustibil
<b>Structură</b>			
Metal	0,5	1	2
Beton	1	1	2,5
Combustibilă	2	2,5	3

Tabelul 5

**Valorile coeficientului  $C_3$  în funcție de conținutul construcției**

<b>Coeficientul <math>C_3</math></b>	
Fără valori și incombustibile	0,5
Valori obișnuite și normal combustibile	1

Valori importante sau combustibile	2
Valori inestimabile, de patrimoniu sau ușor combustibile, explozive	3

Tabelul 6

**Valorile coeficientului  $C_4$  în funcție de gradul de ocupare al construcției**

<b>Coeficientul <math>C_4</math></b>	
Neocupate	0,5
Normal ocupate	1
Evacuare dificilă sau risc de panică	3

Tabelul 7

**Valorile coeficientului  $C_5$  în funcție de consecințele trăsnetului**

<b>Coeficientul <math>C_5</math></b>	
Nu necesită continuarea lucrului și nu are efecte dăunătoare asupra mediului înconjurător	1
Necesită continuitatea lucrului și nu are efecte dăunătoare asupra	5

mediului înconjurător	
Efecte dăunătoare asupra mediului	10

2.1.10. Dacă  $N_d \leq N_c$  atunci nu este necesară instalarea unei IPT sau se instalează la cererea expresă a beneficiarului.

Dacă  $N_d > N_c$ , atunci este necesară instalarea unei IPT a cărei eficacitate se determină cu relația:

Cu ajutorul valorii E se determină, din tabelul 8, nivelul de protecție.

Tabelul 8

**Determinarea nivelului de protecție al IPT în funcție de eficacitatea E calculată**

E	Nivel de protecție corespunzător	I (kA)	Distanța de amorsare (raza sferei fictive) R (m)
$0,95 < E \leq 0,98$	Întărit (I)	2,8	20
$0,90 < E \leq 0,95$	Întărit (II)	5,2	30



$0,80 < E \leq 0,90$	Normal (III)	9,5	45
$0 < E \leq 0,80$	Normal (IV)	14,7	60

2.1.11. Proiectarea și executarea IPT trebuie să respecte prevederile prezentului normativ și să fie corespunzătoare nivelului de protecție ales.

2.1.12. Dacă o IPT este instalată și are eficacitatea E mai mică decât cea calculată, trebuie să se ia măsuri suplimentare de protecție care pot fi:

- limitarea tensiunii de pas sau de atingere;
- limitarea propagării focului;
- reducerea efectelor supratensiunilor induse de trăsnet asupra echipamentelor sensibile.

În tabelul 9 se dă breviarul de calcul pentru alegerea nivelului de protecție.

Tabelul 9

#### **Determinarea necesității prevederii IPT și alegerea nivelului de protecție**

Formule și date de intrare	Calcul	Rezultate
Suprafața echivalentă de captare	L =	A <sub>e</sub>
- pt. volume paralelipipedice:	l =	

$A_e = L \times l + 6H(L + l) + 9\pi H^2$ <p>- pentru construcții cu proeminențe:</p> $A_e = 9\pi H^2$	$H =$ $H^2 =$	
$N_d = N_g \times A_e \times C_1 \times 10^{-6}$	$N_g =$ $A_e =$ $C_1 =$	$N_d$
$C = C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5$	$C_2 =$ $C_3 =$ $C_4 =$ $C_5 =$	$N_c$
<p>Dacă <math>N_d \leq N_c</math> - IPT nu este necesară sau se prevede la cererea expresă a beneficiarului.</p> <p>Dacă <math>N_d &gt; N_c</math> - IPT este necesară și se determină eficacitatea E.</p> <p style="text-align: center;">, cu care se alege din tabelul 8 nivelul de protecție.</p>		

2.1.3. La cererea beneficiarului o construcție poate fi echipată cu IPT chiar dacă aceasta nu rezultă ca necesară din aplicarea condițiilor de la art. 2.1.2. La realizarea ei trebuie respectate însă cel puțin cerințele minime pentru proiectare și execuție din normativ pentru nivelul IV de protecție împotriva trăsnetului.

2.1.14. Instalația de protecție împotriva trăsnetului este în general formată din:

A. Instalație exterioară IEPT, compusă din următoarele elemente legate între ele (vezi [fig. 4](#)):

- dispozitivul de captare cu sau fără unul sau mai multe PDA;
- conductoare de coborâre;
- piese de separație pentru fiecare coborâre;
- priză de pământ tip IPT;
- piesă de legătură deconectabilă;
- legături între prizele de pământ;
- legături echipotențiale;
- legături echipotențiale prin intermediul eclatoarelor la suportul antenei;

B. Instalația interioară de protecție împotriva trăsnetului IIPT (vezi [fig. 4](#)), compusă din:

- legături echipotențiale;
- bare pentru egalizarea potențialelor (BEP);

2.1.15. O construcție sau o parte a unei construcții pentru care este necesară o IPT normală (de nivel III sau IV) nu este necesar să fie echipată cu IEPT dacă intră complet în volumul de protecție creat de IEPT al unei alte construcții (cu excepția situației în care dispozitivul de captare este constituit dintr-o singură tijă simplă).

Dacă IEPT este echipată cu PDA, aceasta poate asigura protecția construcției vecine cuprinsă în raza de protecție a instalației.

În toate cazurile însă se prevăd IIPT pentru construcțiile care intră în raza de protecție.

2.1.16. În situațiile în care numai unele spații dintr-o construcție necesită IPT, conform art. 2.1.1. și aceste spații nu determină încadrarea întregii construcții în categoria lor (deci nu se impune IPT pentru întreaga construcție) se procedează astfel:

- dacă spațiile sunt situate la ultimul nivel al construcției, se realizează IPT numai pentru spațiile respective;

- dacă spațiile se găsesc la parterul sau la etajele intermediare ale unei construcții etajate și există pericolul ca efectele secundare ale trăsnetului să producă daune, se realizează IIPT necesare în spațiile respective.

2.1.17. La construcțiile etajate cu arhitectură asimetrică sau formate din mai multe corpuri de clădiri de înălțimi diferite, IPT se rezolvă separat pentru fiecare corp de clădire și se leagă între ele.

## **2.2. Cazurile în care echiparea cu IPT este obligatorie**

2.2.1. Se prevede obligatoriu protecție la trăsnet de nivelul stabilit conform art. 2.1. la următoarele categorii de construcții sau instalații:

a) Construcții care cuprind încăperi cu aglomerări de persoane sau săli aglomerate, indiferente de nivelul la care aceste încăperi sunt situate, având următoarele capacități sau suprafețe:

- teatre, cinematografe, săli de concert și 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;
- construcții pentru învățământ - universități, școli, grădinițe de copii și creșe, cu mai multe de 10 săli de clasă sau joc, de laborator sau de atelier;
- restaurante și magazine cu o suprafață desfășurată mai mare de 1000 m<sup>2</sup>, exclusiv depozitele și spațiile anexe de deservire;
- clădiri pentru călători, din categoriile I și II, în care în perioada de vârf a traficului, la ora de maximă aglomerare se pot afla mai mult de 300 de călători.

b) Construcții care constituie sau adăpostesc valori de importanță națională, cum sunt muzeele, expozițiile permanente, monumentele istorice sau de arhitectură, arhivele pentru documente de valoare etc.

În cazul monumentelor istorice soluția se stabilește de comun acord cu forurile de specialitate.

c) Construcții de locuit cu mai mult de P + 11E.

În cazul în care la aceste construcții, deasupra ultimului nivel se mai află o construcție cu un singur nivel ce ocupă până la 50% din aria construită a clădirii și este compusă numai din încăperi pentru spălătorii, uscătorii sau mașini ale ascensoarelor, IPT se prevede și la această porțiune (sau tronson) de construcție.

d) Construcții înalte și foarte înalte definite conform P118.

e) Construcții și instalații tehnologice exterioare care sunt cel puțin de două ori mai înalte decât construcțiile, proeminențele de teren sau copacii din jur și au cel puțin 10 m înălțime (de ex. coșuri de fum, castele de apă, silozuri, turnuri, clădiri în formă de turn etc.).

f) Construcții și instalații tehnologice exterioare amplasate izolat, în zone cu  $N_k$  mai mare de 30 cum sunt: cabanele sau construcțiile similare amplasate izolat, clădirile pentru călători de categoriile III, IV și V de pe liniile de cale ferată.

g) Construcții stabilite ca prezentând importanță pentru diverse domenii pentru economia națională (de ex. clădiri destinate producerii de energie electrică, centrale de telecomunicații, cabinetele de centralizare electrodinamică, centrele de calcul etc.).

h) Construcții și instalații tehnologice exterioare încadrate în categoria C (BE2) de pericol de incendiu, dacă sunt situate în zone cu  $N_k$  mai mare de 30 și dacă materialele combustibile care se prelucrează, utilizează sau depozitează în ele sunt considerate obiecte de bază ale întreprinderii sau ca având valoare mare sau importanță deosebită.

i) Depozite deschise de materiale și substanțe încadrate în clasele de periculozitate P.3, P.4 și P.5, conform P118, dacă sunt situate în zone cu  $N_k$  mai mare de 30 și dacă sunt considerate obiecte de bază ale întreprinderii sau ca având valoare mare sau importanță deosebită.

j) Construcții și instalații tehnologice exterioare încadrate în categoriile A(BE3a) sau B(BE3b) de pericol de incendiu.

k) Construcții 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 animale 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) Instalații mobile de ridicat și transportat, existente în aer liber (de ex. macarale).

### **2.3. Instalații exterioare de protecție împotriva trăsnetului (IEPT)**

## A. Condiții generale

2.3.1. Instalația exterioară de protecție împotriva trăsnetului trebuie să capteze direct loviturile de trăsnet, să conducă curentul de trăsnet între punctul de impact și pământ și să-l disipeze fără deteriorări termice sau mecanice, pentru construcția de protejat și fără supratensiuni periculoase pentru persoane și conținutul construcțiilor.

2.3.2. IEPT neizolată se fixează pe construcția de protejat ([fig. 4](#)).

Folosirea unei IEPT izolate de construcția de protejat este necesară:

- în cazurile în care se prevăd în viitor schimbări ale construcției sau atunci când conținutul sau folosirea volumului de protejat ar putea duce la modificarea IEPT;

- dacă sunt admise efecte termice în punctul de impact sau pe conductoarele prin care trece curentul de trăsnet, deoarece acestea ar produce deteriorări ale construcției sau ale conținutului volumului de protejat.

2.3.3. Descărcările periculoase trebuie evitate astfel:

- în IEPT neizolate de construcție, prin echipotențializare conform subcap. 2.4. sau prin izolare conform subcap. 2.4.B;

- în IEPT izolate de construcție, prin izolare și separare conform subcap. 2.3.E.

2.3.4. Toate componentele unei IEPT, inclusiv cele naturale, trebuie să îndeplinească, în ceea ce privește materialele și dimensiunile minime, condițiile din tabelul 11.

2.3.5. Componentele naturale ale construcției care rămân permanent înglobate în aceasta, a căror modificare în timp nu este în mod normal prevăzută și a căror rezistență poate fi evaluată, pot fi utilizate pentru realizarea IEPT, dar numai cu acordul proiectantului construcției.

Componentele naturale ale construcției pot constitui părți ale IEPT sau le pot completa pe acestea

## B. Dispozitive de captare

2.3.6. Pentru IEPT neizolată de construcție pot fi utilizate ca dispozitive "naturale" de captare, definite la art. 1.2.5, următoarele elemente:

a) Tablele metalice care acoperă construcția de protejat dacă

- îmbinările între elementele din tablă cu grosimile din tabelul 11, sunt astfel executate (de ex. prin falț, lipire, sudură, nituire, sertizare, șuruburi, buloane etc.) încât asigură continuitatea electrică durabilă în timp;

- grosimea tabelelor nu este mai mică decât valoarea "t" dată în tabelul 10, astfel încât să fie protejate împotriva perforațiilor sau să fie evitate riscurile posibile datorate punctelor calde;

- tablele nu sunt acoperite cu material izolant;

- tablele sunt acoperite cu vopsea protectoare, cu bitum cu grosimea de max. 1 mm sau cu PVC cu grosimea de 0,5 mm;

- materialele nemetalice de deasupra tabelor metalice sunt excluse din construcția de protejat.

b) Elemente metalice ale construcției acoperișului (ferme, armături de fier interconectate etc.) acoperite cu materiale nemetalice, cu condiția ca acestea din urmă să poată fi excluse din construcția de protejat.

c) Părțile metalice de tip jgheab, decorațiuni, balustrade etc. a căror secțiune nu este mai mică decât aceea specificată pentru componentele normale ale dispozitivelor de captare.

d) Tuburile și rezervoarele metalice, în general (cu excepțiile din cap. 3), dacă sunt realizate dintr-un material cu o grosime corespunzătoare valorii "t" din tabelul 10 și dacă ridicarea temperaturii pe suprafața interioară, în punctul de impact, nu constituie un pericol.

Fac excepție de la prevederile de mai sus prevederile de la art. 2.3.52.



Tabelul 10

**Grosimi minime pentru table sau țevi metalice pentru dispozitive naturale de captare**

<b>Materiale pe bază de:</b>	<b>Grosimea "t" (mm)</b>
Fe	4
Cu	5
Al	7

Notă: Un strat de vopsea protectoare (sub 500 μm sau de 1 mm de asfalt sau de 0,5 mm PVC nu se consideră izolație).

2.3.7. În cazul în care un risc de perforare sau un punct cald pe table sau țevi metalice este tolerat, sunt admise materiale de grosime mai mică decât acelea din tabelul 10, atât pentru elementele de captare cât și de coborâre.

Grosimile minime pentru acestea se dau în tabelul 11.

Tabelul 11

**Grosimi minime pentru table sau țevi metalice pentru care un risc de perforare sau de punct cald este tolerat**

<b>Mat. de construcție</b>	<b>OL galvanizat (mm)</b>	<b>OL inox (mm)</b>	<b>Cu (mm)</b>	<b>Al/Zn (mm)</b>	<b>Pb (mm)</b>
----------------------------	---------------------------	---------------------	----------------	-------------------	----------------

Table	0,5	0,4	0,5	0,7	2
Țevi și rezervoare metalice	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

2.3.8. În vederea folosirii elementelor metalice ale construcției drept dispozitive de captare naturale se prevăd la proiectare și execuție posibilități de acces și de racordare la acesta. Locurile de acces și elementele de racord se marchează vizibil (de ex. cu vopsea roșie).

2.3.9. Elementele proeminente și supraconstrucțiile metalice de pe acoperișurile ale căror părți metalice componente se folosesc drept dispozitive naturale de captare se leagă pentru protecție la acestea. Dacă nu sunt metalice, se prevăd cu dispozitive de captare în condițiile art. 2.3.14.

2.3.10. În cazurile în care elementele metalice de la partea superioară a construcțiilor sau instalațiilor tehnologice exterioare nu sunt suficiente pentru a constitui dispozitive naturale de captare sau nu îndeplinesc condițiile de continuitate, rezistență mecanică și la coroziune impuse, se execută dispozitive de captare.

Materialele care se pot utiliza în acest scop și condițiile lor de folosire se aleg pe baza prevederilor de la subcap. 2.3. F.

Protecția mecanică se realizează conform subcap. 2.3.H., protecția împotriva coroziunii conform subcap. 2.3.I iar conexiunile conform subcap. 2.3.G.

2.3.11. Dispozitivele de captare pot fi constituite din unul sau mai multe din următoarele tipuri de elemente de captare:

- tije de captare simple sau echipate cu dispozitiv de amorsare (PDA);
- conductoare de captare întinse orizontal;
- rețea de conductoare captatoare.

Tije de captare echipate cu dispozitive de amorsare (PDA) electronice sau piezoelectrice se pot utiliza în condițiile date în cap. 4.

2.3.12. O singură tijă captatoare instalate pe o construcție nu poate asigura decât protecția construcției respective, cu excepția utilizării unei IPT cu PDA.

O tijă captatoare instalată izolat de construcție poate asigura protecția unei singure construcții sau a unui ansamblu de construcții.

2.3.13. Folosirea diverselor tipuri de elemente de captare (tijă conductor întins orizontal, rețea) se face respectându-se condițiile din tabelul 12 referitoare la înălțimea maximă permisă pentru punctul cel mai de sus al dispozitivului de captare  $h$  și la dimensiunile ochiurilor rețelei de captare în funcție de nivelul de protecție la trăsnet.

2.3.14. Un dispozitiv de captare este corect amplasat și va putea asigura nivelul de protecție cerut pentru întregul volum care trebuie protejat dacă sunt îndeplinite cerințele din tabelul 12 (vezi și [figura 5](#)) referitoare la:

- înălțimea maximă față de sol a dispozitivului de captare  $h$  (m);
- dimensiunile ochiurilor rețelei de captare (m).

2.3.15. Stabilirea limitelor volumelor de protecție la trăsnet create de un dispozitiv de captare se poate face prin:

- metoda unghiului de protecție;
- metoda electrogeometrică (sferei rotative fictive);
- metoda rețelei.

În tabelul 12 se dau și domeniile de aplicare a acestei metode.

Tabelul 12

### Caracteristicile de dispunere a dispozitivelor de captare și metodele de stabilirea a volumului protejat în funcție de nivelul de protecție

Nivelul de protecție	Dimensiunile rețelei de captare (mxm)	Raza sferei fictive R(m)	Înălțimea maximă a dispozitivului de captare h			
			20	30	45	60
			Unghiul de protecție $\alpha$			
Întărit (I)	5 x 5	20	25	*	*	*
Întărit (II)	10 x 10	30	35	25	*	*
Normal (III)	15 x 15	45	45	35	25	*
Normal (IV)	20 x 20	60	55	45	35	25

Notă: \* în aceste cazuri nu pot fi aplicate decât metoda rețelei și metoda sferei fictive

2.3.16. Metoda unghiului de protecție este aplicabilă îndeosebi pentru construcțiile având formă simplă, iar metoda sferei fictive pentru clădiri de formă mai complexă.

În anexa 3 se prezintă modurile de determinare a volumului protejat prin metoda sferei fictive rotative și prin metoda unghiului de protecție pentru câteva tipuri de dispozitive de captare pentru IEPT neizolate și izolate de construcție.

Pentru determinarea volumului de protejat împotriva trăsnetului se ține seama numai de dimensiunile reale ale dispozitivului de captare.

## Dispozitive de captare pentru IEPT neizolate (montate pe construcții sau instalații)

### Condiții particulare

2.3.17. Alegerea tipurilor elementelor dispozitivelor de captare (tije, conductoare întinse, rețele) se face ținându-se seama de forma și tipul acoperișului (plat, cu pantă, în ședuri etc.), supraconstrucțiilor și proeminențelor de la partea superioară a construcțiilor și instalațiilor respective.

2.3.18. În general, pe acoperișuri plate și practic plate (cu panta de max. 10%) se folosește o rețea captatoare ([fig. 6](#)). Rețeaua se dispune pe acoperiș avându-se în vedere și posibilitățile de utilizare a unor părți metalice ale acesteia drept captatoare naturale (dacă alte considerente nu interzic folosirea lor) și astfel încât nici un punct al acoperișului să nu se găsească la o distanță mai mare față de un conductor al rețelei decât latura ochiului de rețea corespunzătoare nivelului de protecție ales.

2.3.19. Dispozitivul de captare de tip rețea se realizează putând alege arbitrar poziția ochiurilor dispunând însă un conductor care formează un poligon închis pe perimetrul acoperișului (vezi [fig. 6](#)). La acest conductor se leagă conductorul de coamă și tijele de captare care echipează toate elementele vulnerabile ale acoperișului dacă acestea există. Între două tije de captare de 0,3 înălțime, distanța poate fi de cel mult 10 m, iar între cele de 0,5 m de cel mult 15 m ( $\Phi \geq 18\text{mm}$ ). Tijele distanțate la cel mult 5 m de la poligonul de contur se leagă la acest printr-un singur conductor. Dacă distanța este mai mare de 5 m, ele se leagă la poligon prin două conductoare dispuse în direcții opuse.

Dimensiunile ochiurilor rețelei formate trebuie să fie conform cerințelor din tabelul 12 pentru nivelul de protecție cerut.

La acoperișurile cu ședuri, conductoarele de captare se așează în general pe coame ([fig. 6](#)).

Dacă distanța dintre două coame sau lungimea coamei este mai mare decât dimensiunea permisă pentru ochiurile rețelei, se așează conductoare de captare între coame și transversal.

2.3.20. Conductoarele de captare instalate pe coamele construcțiilor se îndoaie în sus la capetele coamelor, pe înălțimea de cca. 0,3 m pentru a forma mici tije captator.

2.3.21. Rețelele de captare se instalează pe acoperișurile pe care nu pot fi pozate aparent (de ex. circulabile și pentru parcare), astfel încât conductoarele să fie protejate împotriva deteriorărilor mecanice sau se iau măsuri pentru protecția lor. Ele pot fi instalate de exemplu în rosturile plăcilor acoperișului montându-se în fiecare nod al rețelei un element captator tip ciupercă cu cap rotunjit (fig. 7).

2.3.22. Distanța între piesele de fixare a conductoarelor de captare instalate pe construcție poate fi de 1...1,5 m pe traseele orizontale și de 1,5...2 m, pe trasee verticale.

Înălțimea pieselor de fixare a conductoarelor de captare se stabilește ținându-se seama de distanțele permise conform tabelului 13 între conductoarele de captare și elementele de construcție. Dacă distanțele impuse nu pot fi respectate, pe porțiunile de apropiere nereglementară între conductoare și elementul de construcție respectiv se prevăd protecții executate din materiale incombustibile și electroizolante cu grosimea de minimum 0,5 cm. Conductoarele se pot monta și direct pe acoperiș dacă eventualele deteriorări ale acestuia sunt acceptate de beneficiar. Fixarea trebuie realizată astfel încât să se evite ruperea sau slăbirea lor sub efectul electrodinamic al trăsnetului sau eforturilor mecanice accidentale (de ex. cutremur, alunecări de zăpadă).

Tabelul 13

#### Distanțele permise dintre conductoarele de captare și elementele de construcție

Tipul învelitorii acoperișului sau tipul peretelui	Distanța dintre conductoarele de captare și elementele de construcție (m)
Învelitori incombustibile (beton, tablă)	-
Învelitori din carton asfaltat, materiale hidro	
- incombustibil	0,1
- combustibil	0,4

Învelitori din materiale ușor combustibile (paie, stuf):	
- până la suprafața acoperișului	0,4
- până la coama acoperișului	0,6
Pereți din materiale:	
- incombustibile	-
- combustibile	0,2

2.3.23. Conductoarele de captare trebuie protejate pe o lungime de minim 1 m prin materiale izolante electric și incombustibile în zona suprafeței situate în jurul consolelor de acoperiș ale instalațiilor electrice.

2.3.24. Rețeaua de conductoare captatoare poate avea în noduri vârfuri de captare cu înălțimea de max. 0,3 m și distanțele între ele la max. 5 m, legătura între ele făcându-se pe sau sub învelitoarea acoperișului, dar locul de conectare al acestora să fie vizibil pe cât posibil.

La construcțiile cu structuri din oțel sau cu acoperișuri din beton armat, vârfurile captatoare pot fi legate între ele folosindu-se elementele respective la care se prevăd mustăți în acest scop.

Nu se admite folosirea unor astfel de vârfuri de captare la construcțiile având caracter deosebit din cap. 3.

2.3.25. Conductor de captare întins pe coamă se prevede, de regulă, la acoperișuri cu pantă peste 10% ([fig. 8](#)).

2.3.26. Tije de captare și/sau conductoare captatoare se prevăd de regulă, pe elementele proeminente și pe marginile acoperișului ([fig. 9](#)).

2.3.27. La construcțiile cu înălțimea de max. 20 m măsurată până la cel mai înalt punct al dispozitivului de captare, se admite ca protecția împotriva trăsnetului pentru nivelul IV de protecție să se realizeze cu o singură tijă captatoare sau cu un singur conductor captator, dacă ele pot asigura zona de protecție necesară construcției.

2.3.28. Tijele de captare se montează vertical sau înclinat față de verticală cu cel mult  $30^\circ$ .

Dacă un dispozitiv de captare este constituit din mai multe tije, acestea trebuie legate între ele cu un conductor fixat pe construcție la distanța de cca. 0,3 m de construcție. Legătura nu este necesară dacă are un traseu cu diferențe de nivel, în plus sau în minus, mai mari de 1,5 m (vezi [fig. 10](#)).

2.3.29. Tijele de captare cu dimensiunile conform tabelului 17 pot avea înălțimea cuprinsă între 2 și 8 m și vârful lor trebuie să fie ascuțit.

2.3.30. Tijele de captare pot fi formate din unul sau mai multe elemente din același material sau din materiale compatibile, cu condiția asigurării continuității electrice.

2.3.31. Tijele de captare se fixează și se ancorează de elementele de construcție astfel încât să reziste la intemperii.

2.3.32. Elementele din material neconductor situate deasupra acoperișului se consideră protejate dacă depășesc cu cel mult 0,3 m ochiul unei rețele sau o limită a zonei de protecție.

2.3.33. Elementele din metal de pe acoperiș care nu au contact cu părți ale construcției în legătură cu pământul, nu este necesar să fie legate la dispozitivul de captare dacă îndeplinesc simultan următoarele condiții:

- depășesc cu cel mult 0,3 m planul ochiurilor rețelei sau limita zonei de protecție;
- au o suprafață închisă de cel mult  $1 \text{ m}^2$  sau au lungimea de max. 2 m;
- sunt distanțele la cel mult 0,5 m de un dispozitiv de captare.

2.3.34. Elementele acoperișului și de pe acesta, care nu îndeplinesc condițiile de la art. 2.3.33. și art. 2.3.34., dacă sunt nemetalice, se prevăd cu dispozitiv de captare care se leagă la dispozitivul de captare al construcției, pe traseul cel mai scurt, iar dacă sunt metalice, se include în dispozitivul de captare.

Unghiul de protecție al dispozitivelor de captare respective se consideră că este de  $45^\circ$  indiferent de înălțimea construcției (vezi [fig. 8](#) și [fig. 9](#)).



2.3.35. La elementele metalice care nu depășesc cu mai mult de 0,5 m planul ochiurilor rețelelor de captare (de ex. guri de ventilare) se pot prevedea tije de captare de oțel cu minim  $\Phi$  18 mm cu înălțimea stabilită pentru a asigura zona de protecție necesară (vezi [fig. 8](#) și [fig. 9](#)).

Elementele metalice care au peste 4 m înălțime se leagă la dispozitivul de captare sus și la baza lor.

2.3.36. Echipamentele electrice și mecanice ale ascensoarelor și instalațiilor de aer condiționat de pe acoperiș, se prevăd în general cu tijă de captare proprie și nu se leagă la dispozitivul de captare, dar distanța dintre tijă și aceste echipamente și egalizarea de potențial se asigură conform prevederilor subcap. 2.3.E.

Instalațiile electrice de puteri mici de pe acoperiș (de ex. instalația de ventilare) pot fi protejate prin tije captatoare montate alături, respectându-se distanța de la alineatul de mai sus.

La construcțiile cu înălțimea peste 30 m, legarea instalațiilor având componente sensibile la supratensiuni (instalații AMC și de baliza) cu circuite electronice la dispozitivul de captare se admite respectându-se condițiile de la subcap. 3.12.

2.3.37. Platformele exterioare care deservește construcțiile turn, antenele sau alte construcții similare și care sunt accesibile persoanelor se prevăd cu dispozitive de captare care să asigure persoanelor care s-ar afla pe aceste platforme zona de protecție necesară, în condițiile cele mai defavorabile.

2.3.38. La construcțiile cu înălțimea până la 30 m, care nu au pe pereții exteriori părți metalice care pot constitui elemente de captare naturale (de ex. fațade metalice, conducte de instalații), se instalează la înălțimea de cel mult 20 m față de pământ un conductor de captare orizontal ([fig. 11](#)), pentru protecția împotriva loviturilor de trăsnet laterale.

La clădirile din beton armat la care armăturile sunt utilizate drept conductoare de coborâre naturale, acest conductor de captare suplimentar nu este necesar.

2.3.39. La construcțiile cu înălțimea până la 20 m inclusiv, părțile metalice proeminente de pe pereții exteriori (de ex. copertinele), dacă intră în zona de protecție asigurată de dispozitivul de captare, nu se leagă la acesta. În caz contrar sau dacă au o suprafață de peste 5 m<sup>2</sup> sau o lungime de peste 10 m, ele se leagă la dispozitivul de captare.

2.3.40. La construcțiile cu înălțimea de peste 20 m, părțile metalice exterioare (de ex. grilajele balcoanelor, scările exterioare etc.) cu suprafața peste  $1 \text{ m}^2$  sau lungimea peste 2 m începând de la 20 m de la sol, se leagă la un conductor de coborâre apropiat.

În cazul în care astfel de construcții au fațade metalice, se prevăd conductoare de captare sub formă de legături pe orizontală între coborâri în condițiile de la art. 2.3.39. Aceste legături se execută astfel încât să nu fie afectată estetica construcției.

### **Dispozitive de captare pentru IEPT izolate (independente) de construcție**

#### **Condiții particulare**

2.3.41. Dispozitivele de captare în cazul IEPT izolată pot fi constituite din aceleași tipuri de elemente (tije, conductoare întinse, rețele de conductoare) ca și la IEPT neizolată. Ele sunt amplasate la distanță (izolat) față de construcție și sunt susținute pe suporturi sau stâlpi de beton, beton armat, metal sau lemn ([fig. 12](#)). Stâlpii se dimensionează pe bază de calcul mecanic. Dacă stâlpii pentru conductoarele întinse și rețele sunt din materiale neconductoare ei trebuie echipați cu vârfuri de captare bine fixate pe capetele lor și legate la pământ. Cablurile de ancorare pentru stâlpi se leagă de asemenea la pământ.

2.3.42. Un dispozitiv de captare format din una sau mai multe tije de captare se realizează astfel încât să fie îndeplinite următoarele condiții:

- În cazul unei tije sau a două tije captatoare, înălțimea lor să fie de cel mult 20 m, iar distanța dintre suporturi și construcție de minim 2 m.

- În cazul a patru tije captatoare dispuse în pătrat, înălțimea unei tije și distanța dintre tije poate fi de max. 30 m, iar distanța dintre construcție și suporturi să fie de minim 3 m pe lateral și de min. 4,5 m pe diagonală, la colțuri.

Dacă priza de pământ a tijelor nu este legată de BEP a construcției, aceste distanțe se măresc cu valoarea  $R/5$  (în m) în care R este rezistența prizei de pământ, în ohmi.

2.3.43. Un dispozitiv de captare cu un singur conductor întins deasupra construcției se realizează astfel încât să fie îndeplinite simultan următoarele condiții:

- conductorul să fie întins deasupra construcției de protejat pe cât posibil simetric față de conturul acesteia;
- înălțimea suporturilor să fie de max. 20 m;
- distanța între conductor și partea superioară a construcției, la cea mai mare săgeată a conductorului, să fie cel puțin egală cu aceea stabilită conform subcap. 2.4.B., dar minimum 1,5 m;
- distanța dintre suporturile de susținere și construcție să fie de min. 2 m; dacă priza de pământ a suporturilor nu este legată la BEP a construcției, distanța se mărește așa cum s-a arătat la art. 2.3.43.

Distanța dintre suporturi nu se normează.

2.3.44. Un dispozitiv de captare format din mai multe conductoare de captare paralele se realizează astfel încât să fie îndeplinite simultan următoarele condiții:

- conductoarele de captare să fie întinse la o distanță de cel mult 10 m deasupra construcției de protejat;
- distanța între suporturi și construcție să fie de minim 2 m, dar se mărește conform art. 2.3.43. dacă priza de pământ a suportului nu este legată la BEP a clădirii;
- distanța între conductor și partea superioară a construcției la cea mai mare săgeată a conductorului să fie cel puțin egală cu  $L/14$ , în care  $L$  este egală cu jumătate din lungimea unui conductor de captare plus înălțimea unui suport.

Înălțimea suportului și lungimea conductoarelor de captare nu se limitează.

2.3.45. Un dispozitiv de captare format dintr-o rețea de conductoare se realizează astfel încât să aibă ochiuri cu dimensiunile maxime conform prevederilor tabelului 12 și să îndeplinească simultan următoarele condiții:

- ochiurile rețelei să acopere întregul contur al construcției de protejat;

- fiecare conductor al rețelei să fie prevăzut la fiecare capăt cu un suport de susținere și un conductor de coborâre la priza de pământ;
- distanța dintre rețeaua de captare și partea superioară a construcției la cea mai mare săgeată a conductoarelor acestea se stabilește conform subcap. 2.4.B. dar să fie de min. 1,5 m;
- distanța de la suporturile rețelei până la construcția de protejat să fie stabilită conform al. 2 de la art. 2.3.43.

Înălțimea suporturilor, lungimea și lățimea rețelei de captare nu se limitează.

2.3.46. În cazurile în care conductoarele de captare sunt instalate pe suporturi din materiale electroizolante și dacă trecerile spre conductoarele de coborâre sunt de asemenea izolate, distanțele dintre aceste conductoare deasupra și lateral față de construcție se stabilesc conform ar. art. 2.3.43.

2.3.47. Distanța dintre dispozitivul de captare al IEPT izolate și echipamentul metalic din zona de protecție trebuie să fie mai mare decât distanța de protecție definită în subcap. 2.4.B dar minimum 3 m. Dacă această distanță nu poate fi respectată, atunci se execută legături echipotențiale între ele.

## **C. Conductoare de coborâre**

### **Condiții generale**

2.3.48. Conductoarele de coborâre se realizează astfel încât apariția descărcărilor să fie cât mai redusă. În acest scop, între punctul de impact al trăsnetului și pământ, se urmărește să fie asigurată respectarea următoarelor condiții:

- curentul să circule pe cât posibil pe mai mult trasee în paralel;
- lungimea traseelor să fie cât mai scurtă posibil spre pământ, traseele coborârilor continuând cât mai direct conductoarele de captare (vezi [fig. 6](#) și [fig. 8](#));
- o legătură echipotențială să fie atunci când distanțele de protecție nu sunt respectate (vezi distanța de protecție conform subcap. 2.4.b).

2.3.49. Drept coborâri naturale (definite la art. 1.2.5.) cu excepția cazurilor de la art. 2.3.52. și al construcțiilor și instalațiilor având caracter deosebit pentru care elementele naturale se pot folosi numai în condițiile din cap. 3, se vor utiliza practic următoarele elemente metalice verticale ale construcțiilor și instalațiilor;

a) Echipamentele metalice (definite conform art. 1.2.21.) dacă:

- între diferitele lor părți componente este asigurată continuitatea electrică, îmbinarea acestora fiind realizată astfel încât este durabilă și sigură în timp (de ex. prin lipire, sudare, sertizare, înșurubare, bulonare, eclisare etc.);

- părțile componente ale echipamentelor metalice au cel puțin secțiunile specificate pentru conductoarele de coborâre în tabelul 17.

Notă: Elementele folosite drept coborâri naturale pot fi acoperite cu material izolant.

b) Scheletul metalic al construcției;

c) Armăturile din oțel interconectate ale construcției (definite conform art. 1.2.1.) cu excepția armăturilor pretensionate. Dacă ele nu sunt suficiente, numărul de coborâri care lipsesc se pot instala în beton.

d) Elementele metalice de fațadă, profilele și suportii fațadelor metalice dacă între diferitele părți componente este asigurată continuitatea electrică în sens vertical prin îndeplinirea condițiilor de îmbinare de la pct. a) sau suprapunerea a două părți se face pe cel puțin 100 mm și au dimensiuni conform tabelului 17 și grosimea de min. 0.5 mm.

2.3.50. Nu se admite folosirea drept coborâre naturală a următoarelor elemente metalice:

- conductele pentru fluide combustibile și conductele și armăturile de instalații, dar ele se leagă la subsol sau la nivelul solului la cea mai apropiată coborâre în condițiile subcap. 2.4.A.;

- părțile metalice ale construcțiilor și instalațiilor prevăzute cu IEPT izolate de construcția de protejat.

Contoarele și aparatele de pe traseul conductelor de instalații neelectrice se scurtcircuitează prin legături executate cu conductoare având secțiunea prevăzută în tabelul 17, pentru conductoare de coborâre.

2.3.51. Nu se admite utilizarea drept coborâre naturală a elementelor metalice enumerate la art. 2.3.49 lit. d, care aparțin unor construcții încadrate în categoria C(BE2) de pericol de incendiu sau cu mediu cu praf combustibil categoria PC (AE5) definite în normativul I 7, cu excepția construcțiilor metalice. Elementele metalice respective se leagă însă la cea mai apropiată coborâre pentru egalizarea potențialelor.

2.3.52. Jgheburile metalice se leagă la coborâri, la locurile de încrucișare cu acestea în condițiile art. 2.3.54.

Burlanele metalice de ploaie, dacă se găsesc în zona de protecție a dispozitivului de captare, nu este necesar să se lege la acesta, dar se leagă la partea inferioară la cea mai apropiată coborâre pentru egalizarea potențialelor, conform subcap. 2.4.A.

2.3.53. În vederea folosirii drept coborâri naturale elementelor metalice ale construcțiilor și instalațiilor tehnologice exterioare se aplică condițiile de la art. 2.3.10. prevăzându-se posibilități de racord (de ex. capete de armături, mustăți) atât la dispozitivul de captare cât și la priza de pământ. Elementele de racord prevăzute se marchează vizibil (de ex. cu vopsea roșie).

2.3.54. În cazurile în care elementele metalice verticale ale construcțiilor sau instalațiilor tehnologice exterioare sunt insuficiente sau nu îndeplinesc condițiile de la art. 2.3.49., se prevăd conductoare de coborâre.

Materialele care se pot utiliza în acest scop și condițiile lor de folosire se aleg respectându-se prevederile subcap. 2.3.F.

2.3.55. Conductoarele de coborâre se execută, de preferință, dintr-o singură bucată, fără îmbinări. În cazul în care este necesar să se efectueze totuși îmbinări pe traseul conductoarelor de coborâre, numărul lor trebuie redus la minimum, iar îmbinările se realizează prin sudare, lipire, sertizare, șuruburi sau buloane.

2.3.56. Conductoarele de coborâre se instalează vertical și rectiliniu, evitându-se bucelele și schimbările de direcții. În cazul în care bucelele nu pot fi evitate, ele se execută astfel încât distanța "d" între două puncte de apropiere a unui conductor și lungimea "l" a buclei între aceste două puncte să îndeplinească condițiile de la subcap. 2.4.B, art. 2.4.22. (vezi [figura 13](#)).

2.3.57. Fiecare conductor de coborâre, cu excepția coborârilor naturale, se prevede cu o piesă de separație la locul de racordare cu conductorul de legare la priza de pământ. Piesele se amplasează de regulă la înălțimea de cca. 2 m de la nivelul solului. Ele sunt astfel realizate încât să nu poată fi demontate decât cu ajutorul unor scule, atunci când se execută măsurători. Ele trebuie să fie marcate vizibil că aparțin IPT și să poarte simbolul de priză de pământ.

2.3.58. Conductoarele de coborâre se amplasează față de instalațiile electrice și elementele metalice la distanțele prevăzute la subcap. 2.4.B, iar față de elementele combustibile, conform art. 2.3.70.

2.3.59. Fiecare coborâre se leagă la priza de pământ prin conductoare având secțiunile prevăzute în STAS 12604/4,5, în condițiile prevăzute la subcap. 2.3.D. Se interzice legarea între ele a mai multor coborâri și apoi racordarea printr-un singur conductor la priza de pământ.

Conductoarele de coborâre din interiorul construcțiilor se leagă pe drumul cel mai scurt la priza de pământ. Se recomandă utilizarea, în acest scop, a prizelor naturale (de ex. priza de fundație, armătura de la baza subsolului construcției etc.), cu condiția asigurării continuității electrice a armăturilor utilizate în acest scop.

În cazurile în care aplicarea acestei soluții nu este posibilă, se admite legarea coborârilor din interiorul construcțiilor la prize de pământ artificiale separate, realizate conform subcap. 2.3.D.

2.3.60. Racordarea conductoarelor de coborâre prin intermediul conductoarelor de legătură la priza de pământ din exteriorul construcției se face în pământ.

2.3.61. În toate situațiile se instalează mai întâi priza de pământ și conductoarele de legare la priza de pământ și numai după aceea se montează conductoarele de coborâre astfel încât legarea acestora la priza de pământ să se poată face imediat după instalarea lor.

### **Conductoarele de coborâre IEPT montate pe construcție**

#### **Condiții particulare**

2.3.62. Conductoarele de coborâre se distribuie pe perimetrul spațiului de protejat cât mai uniform și cât mai asimetric și pe cât posibil ordonate astfel încât distanța dintre elementele dispozitivului de captare și priza de pământ să fie cât mai scurtă.

2.3.63. Numărul necesar de coborâri pentru un caz dat se stabilește respectându-se distanța medie prevăzută în tabelul 14 dintre două coborâri succesive, dar în orice situație se prevăd cel puțin două coborâri.

Fac excepție, putând fi prevăzute cu o singură coborâre, construcțiile care au protecție de nivel IV și au înălțimea de max. 20 m și perimetrul de cel mult 20 m.

La construcțiile simetrice, dacă rezultă un număr impar de coborâri, el se mărește cu una, iar la construcțiile cu lungimea și lățimea de max. 12 m se poate reduce o coborâre.

În toate construcțiile cu IPT cu nivel de protecție întărit (nivel I sau II) care au curți interioare închise, cu perimetrul de peste 30 m, se prevede numărul de coborâri rezultate pentru perimetrul respectiv, dar cel puțin două coborâri.

Tabelul 14

**Distanța medie între conductoarele de coborâre în funcție de nivelul de protecție**

<b>Nivelul protecție</b>	<b>Distanța medie (m)</b>
Întărit (I)	10
Întărit (II)	15
Normal (III)	20
Normal (IV)	35



Notă: Dacă distanțele dintre coborâri sunt mai mari decât acelea specificate în tabelul 14, distanțele de protecție "S" (vezi subcap. 2.4.B.) trebuie să fie mărite proporțional.

2.3.64. La dispozitivele de captare cu mai multe tije pe acoperiș, fiecare tijă se prevede cu cel puțin o coborâre, numărul coborârilor necesare pentru cazul respectiv se prevede conform art. 2.3.63.

2.3.65. Conductorul de captare întins pe coama construcției se prevede cu cel puțin două coborâri la capete, pe muchiile construcției, dispuse pe cât posibil în direcție opusă (în Z - vezi [fig. 8](#)). La stabilirea numărului de coborâri se respectă distanțele din tabelul 14.

2.3.66. La o rețea captatoare se prevăd coborâri la nodurile perimetrare și la colțurile clădirii, astfel încât să continue cât mai direct conductoarele de pe acoperiș.

2.3.67. Dacă o construcție este prevăzută cu IPT, se instalează o coborâre și în dreptul arborilor care o depășesc în înălțime și se găsesc la o distanță mai mică de 1 m față de construcție.

2.3.68. Coborârile se interconectează printr-un conductor orizontal în apropierea solului și din 20 în 20 m pe înălțime. Acest conductor servește și drept captator lateral la clădiri cu înălțimea peste 20 m. Secțiunea conductorului de legătură se alege din tabelul 17.

Nu este necesară instalarea conductoarelor orizontale în cazurile în care structura metalică sau armătura metalică a betonului armat ale construcției sunt utilizate drept coborâri naturale.

2.3.69. Conductoarele de coborâre se instalează în general în exteriorul construcțiilor. Justificat (de ex. din considerente estetice), conductoarele de coborâre pot fi instalate la interior.

La instalarea conductoarelor de coborâre, în interior se poate folosi o ghenă tehnică specială pentru coborâri pe întreaga înălțime a construcției sau numai parțial.

Condițiile privind distanțele de protecție trebuie respectate în toate cazurile. Trebuie respectate și condițiile art. 2.3.62 și 2.3.72.

2.3.70. Conductoarele de coborâre pot fi instalate aparent (la exteriorul sau în interiorul construcțiilor):

- direct, pe pereți din materiale incombustibile;
- la o distanță de cel puțin 0,1 m față de pereții din materiale combustibile.

Pe porțiunile de traseu pe care nu poate fi respectată distanța de 0,1 m față de elementele de construcție combustibile, pe toată lungimea de contact sau de apropiere se prevede o protecție executată din materiale incombustibile și electroizolante cu grosimea de min. 0,5 cm.

2.3.71. La construcțiile învelite la exterior cu elemente de finisaj din plăci metalice sau cu pereți cortină din piatră sau sticlă sau cu elemente fixe de finisaj, conductoarele de coborâre pot fi fixate în spatele elementului de finisaj, pe fațada din beton sau pe structura portantă. În acest caz, elementele conductoare ale finisajului și ale structurii trebuie legate între ele printr-o legătură echipotențială, atât la partea inferioară, cât și la partea superioară a construcției.

2.3.72. Conductoarele de coborâre se pot instala în interiorul construcțiilor numai în încăperi încadrate în categoriile D(BE1a) sau E(BE1b) de pericol de incendiu din construcții de gradul I, II sau III de rezistență la foc. Ele se pot instala în elemente de construcție din materiale incombustibile, amplasându-se astfel încât să nu fie accesibile decât personalului autorizat.

În cazul în care instalarea se face pe materiale combustibile, se respectă prevederile art. 2.3.70.

Coborârile instalate în interiorul construcțiilor se pot prelungi în exterior pentru a asigura posibilitatea executării legăturilor cu elementele ce sunt prevăzute să fie racordate la coborâri (de ex. antenele TV și altele).

Coborârile instalate în interiorul construcțiilor se leagă pe traseul cel mai scurt la pământ, conform art. 2.3.60.

2.3.73. Nu se admite ca traseul coborârilor să treacă prin burlane, balcoane, logii, luminatoare.

2.3.74. Conductoarele de coborâre se amplasează față de părțile metalice și instalații la distanțele prevăzute la subcap. 2.4.B. Față de marginile ușilor, ferestrelor etc., distanța admisă este de cel puțin 0,5 m.

2.3.75. Distanța dintre două puncte de fizare pe elementele de construcție a coborârilor poate fi de cel mult 1,5...2m.

2.3.76. Dacă este strict necesar, coborârile pot traversa dintr-o parte în alta, obstacole de tip cornișe, copertine etc. În aceste cazuri se iau măsuri pentru a se evita infiltrarea apei și contactul direct cu materialele combustibile.

### **Conductoare de coborâre la IEPT izolată de construcția de protejat**

#### **Condiții particulare**

2.3.77. La un dispozitiv de captare constituit din tije pe suporturi, cel puțin un conductor de coborâre trebuie prevăzut pentru fiecare suport. Dacă suporturile sunt din metal sau dacă au o armătură din oțel interconectată nu mai este necesară nici o coborâre.

2.3.78. Dacă dispozitivul de captare este format din conductoare întinse, cel puțin o coborâre trebuie prevăzută pentru fiecare capăt al acestuia.

2.3.79. Dispozitivele de captare tip rețea de captare trebuie să aibă câte o coborâre pentru fiecare suport de susținere.

2.3.80. Distanța dintre conductoarele de coborâre și echipamentele metalice din spațiul de protejat trebuie să fie mai mare decât distanța de protecție "S" stabilită conform art. 2.4.B.

#### **D. Prize de pământ**

2.3.81. Din punct de vedere al protecției împotriva trăsnetului, se recomandă realizarea unei prize de pământ unice-comună pentru IPT, instalația electrică, instalația de telecomunicații și înglobarea ei în structura construcției. Dacă prizele de pământ ale acestor instalații sunt separate, ele trebuie interconectate.

Notă: Dacă din motive justificate, la construcții cu structura metalică înglobată, prizele de pământ trebuie să fie distincte pentru diverse instalații, ele trebuie totuși racordate la structura înglobată prin legături pentru egalizarea potențialelor, conform subcap. 2.3.E.

2.3.82. Rezistența prizei de pământ folosită în comun poate fi cel mult egală cu 1 ohm, valoare impusă în STAS 12604/4,5 pentru asigurarea protecției împotriva șocurilor electrice prin atingere indirectă și în normele specifice pentru instalațiile respective, în scopul asigurării funcționării corespunzătoare a acestora.

Pentru fiecare tip de instalație se folosesc conductoare distincte pentru legare la priza comună. Fac excepție armăturile din oțel ale betonului și pereții metalici ai construcțiilor care se pot folosi drept conductoare de legare la priza comună pentru toate instalațiile.

2.3.83. Rezistența prizei de legare la pământ pentru IPT poate fi de cel mult 10 ohmi dacă priza este artificială și de cel mult 5 ohmi dacă priza este naturală.

Rezistența prizei de legare la pământ pentru construcții deosebite se stabilește conform prevederilor din cap. 3.

2.3.84. Pentru prizele de pământ se folosesc cu prioritate drept electrozi naturali elementele metalice în contact cu pământul ale construcției sau instalației, realizându-se prize de pământ naturale. Se pot utiliza armăturile de oțel interconectate din elementele de beton monolit sau alte elemente metalice subterane aflate la distanța de cel mult 10 m de construcție, menționate în STAS 12604/4,5 și care îndeplinesc condițiile de continuitate electrică și de secțiune minimă din acest standard. Pentru evitarea riscurilor de deteriorare a betonului datorită descărcărilor care pot apărea la interconectările necorespunzătoare ale armăturilor se va acorda o atenție deosebită realizării acestor interconectări (de preferință ele se vor executa prin sudare).

2.3.85. În vederea folosirii drept electrozi de pământ naturali a elementelor metalice ale construcțiilor sau instalațiilor se asigură la acestea, la proiectare și execuție, posibilități de acces și elemente de racord pentru executarea legăturilor la coborâri, la conductoarele pentru egalizarea potențialelor, pentru efectuarea măsurătorilor (de ex. capete de armături, mustăți) marcate vizibil cu vopsea roșie.

2.3.85. În cazurile în care priza de pământ naturală este formată din electrozi care nu oferă o rezistență de dispersie suficient de mică sau nu îndeplinesc condițiile pentru a putea fi folosiți, se prevăd prize de pământ artificiale. Aceste prize se calculează și se execută din materiale și în condițiile date în acest normativ și în STAS 12604/4,5.

În anexa 4 se dau rezistivitățile solului în funcție de natura terenului (argilă, marnă, nisip, rocă etc.).

2.3.87. Pentru IPT, forma și dimensiunile prizei de pământ, pentru asigurarea disipării în pământ a curentului de trăsnet fără provocarea unor supratensiuni periculoase de pas, au o importanță deosebită.

În acest scop se utilizează următoarele tipuri de dispuneri și forme ale electrozilor prizei de pământ (vezi [fig. 14](#)):

Dispunerea tip A:

- electrozi radiali-orizontali;
- electrozi verticali sau înclinați;

Dispunere B:

- electrozi în buclă;
- electrozi de fundație.

Dispunerea A este în general aplicată pentru IEPT cu cel mult două coborâri.

Dispunerea B este corespunzătoare pentru IEPT cu mai mult de două coborâri.

2.3.88. În cazul dispunerii de tip A se montează pentru fiecare conductor de coborâre fie:

- electrozi radiali-orizontali de aceeași natură și secțiune cu conductorul de coborâre, cu excepția aluminiului, de dimensiuni mari (7-8 m lungime) îngropați la cel puțin 0,5 m adâncime;
- un grup de mai mulți electrozi verticali cu lungimea totală de min. 6 m, dispuși în linie sau triunghi, având distanța dintre ei cel puțin egală cu lungimea lor și legați printr-un conductor identic cu cel al prizei de pământ, îngropat la cel puțin 0,5 m adâncime.

2.3.89. În cazul dispunerii de tip B, se realizează pentru fiecare conductor de coborâre:

- o priză în buclă formată din electrozi verticali din același material și cu aceeași secțiune cu conductorul de coborâre, dispuși în linie sau triunghi, dar de mai mici dimensiuni (2-3 m), îngropați la 0,5 m, legați între ei printr-un conductor identic cu cel de priză de pământ sau

- o priză de fundație.

2.3.90. Atunci când rezistența prizei de pământ nu corespunde STAS 12604/5. se completează cu electrozi suplimentari până la obținerea valorii standardizate.

2.3.91. Când clădirea are o priză de pământ naturală (de fundație) și o priză de pământ artificială, prizele se leagă între ele.

2.3.92. Se recomandă folosirea cu prioritate a electrozilor realizați din mai multe conductoare repartizate uniform, evitându-se utilizarea unui singur electrod de lungime mare.

Din tabelul 15 se pot alege lungimile  $l_1$  ale electrozilor radiali-orizontali corespunzătoare nivelurilor de protecție pentru diferite rezistivități ale solului care sunt date în anexa 4.

Tabelul 15

**Lungimile  $l_1$  ale electrozilor prizei de pământ în funcție de nivelul de protecție al IPT și de rezistivitatea solului**

Rezistivitatea solului ( $\Omega m$ )	Lungimea minimă a electrodului de pământ $l_1(m)$ (m)	
	Nivel II...IV	Nivel I
100...500	5	5
750	5	13

1000	5	20
1250	5	28
1500	5	34
1750	5	42
2000	5	48
2250	5	56
2500	5	63
3000	5	78

Lungimea totală minimă a tuturor electrozilor verticali se poate stabili cu relația:  $l = 0,5 \cdot l_1$

Dacă se poate obține o rezistență a prizei de pământ sub  $10 \Omega$  și rezistivitatea solului este sub  $500 \Omega m$  nu este necesară respectarea valorii  $l$ , din tabelul 15.

2.3.93. În cazul dispunerii tip A a electrozilor, fiecare coborâre se leagă cel puțin la un electrod, dar priza de pământ IPT trebuie să aibă cel puțin 2 electrozi.

În general, dispunerea tip A se recomandă pentru soluri cu rezistivități joase, sub  $500 \Omega$  și construcții mici.

2.3.94. În cazul dispunerii tip B, priza se amplasează pe cât posibil ca inel închis în jurul fundației construcției.

Raza geometrică medie "r" a suprafeței delimitate de un electrod în buclă sau înglobat în fundație trebuie să fie cel puțin egală cu valoarea  $l_1$  aleasă din tabelul 15.

Dacă  $l_1 > r$ , se adaugă electrozi radiali sau verticali suplimentari. Lungimile  $l_r$  (orizontale) și  $l_v$  (verticale) ale electrozilor se obțin cu ajutorul relațiilor următoare:

$$l_r = l_1 - r$$

$$l_v = (l_1 - r)/2$$

2.3.95. În condițiile particulare în care se impune o legătură de egalizare a potențialelor conform art. 2.4.15, fără a fi necesară IPT, pentru realizarea prizei de pământ pentru această legătură se poate folosi ca electrod radial-orizantal, un conductor de lungimea  $l_1$  sau un conductor vertical, de lungimea  $0,5l_1$ .

Electrodul prizei de pământ al instalației electrice de JT se poate folosi în acest scop dacă lungimea lui totală îndeplinește condițiile de la alineatul anterior.

2.3.96. Prizele de pământ separate ale IPT se realizează, de regulă, folosindu-se electrozi verticali sau radiali.

2.3.97. Electrozii se instalează în exteriorul spațiului de protejat. Electrozii verticali se repartizează cât mai uniform posibil pe contur și se distanțează astfel încât să se reducă la minim efectele interacțiunii lor din pământ.

2.3.98. Electrozii se instalează la cel puțin 1 m față de fundația construcției respectiv față de pereți la electrozii în buclă.

2.3.99. Tipul electrozilor și adâncimea de îngropare a acestora se aleg avându-se în vedere și reducerea la minimum a efectelor coroziunii, descărcărilor și înghețării solului (adâncimea de îngheț se stabilește conform STAS 6054), astfel încât valoarea rezistenței echivalente de legare la pământ să fie cât mai stabilă în timp.

Adâncimea minimă admisă pentru instalarea electrozilor este de 0,5 m.



Se recomandă ca, în caz de îngheț, în calcule să nu se țină seama de primul metru al unui electrod vertical.

În cazul rocilor practic fără strat vegetal se recomandă să se instaleze în jurul construcției un conduct inelar la cca. 1...2 m distanță, la care se leagă cel puțin două prize radiale (fasciculare orizontale) amplasate în afara drumurilor circulabile. Conductorul inelar și electrozii radiali se fixează de exemplu cu bride pe stâncă și se acoperă cu beton.

2.3.100. În cazul electrozilor radiali sau verticali, pentru asigurarea protecției persoanelor și animalelor, se interzice amplasarea acestora sub locurile de acces în construcțiile cu aglomerări de persoane sau în construcții înalte și foarte înalte, conform P 118 și sub zonele cu circulație pietonală intensă.

Se pot prevedea și acoperiri izolante peste zonele periculoase (de ex. cauciuc, material plastic, lemn impregnat hidrofug etc.).

2.3.101. Priza de pământ a IPT se leagă pe drumul cel mai scurt la bara pentru egalizarea potențialelor (BEP) prevăzută în subsolul sau parterul construcției, cu excepția IPT izolată.

2.3.102. Toate prizele de pământ ale IPT a unei construcții se leagă între ele printr-un conductor formând de preferință un inel închis.

2.3.103. Priza de pământ folosită numai pentru IPT sau comună se leagă la prizele de pământ ale altor instalații dacă acestea se găsesc la o distanță mai mică de 10 m și respectiv 20 m, conform tabelului 16 față de priza IPT, cu respectarea prevederilor de la art. 2.3.82.

2.3.104. Elementele componente ale prizelor de pământ trebuie să se găsească față de elementele metalice ale instalațiilor pozate în pământ (electrice, de apă, de gaze, de comunicații etc.) la distanțele minime indicate în tabelul 16 și să nu fie conectate la legătura echipotențială principală a construcției.

Dacă prin zona de influență a prizei de pământ a IPT trec conductoarele de legare la pământ ale altor instalații, acestea se izolează și se protejează pe toată porțiunea de apropiere neregulamentară prin tuburi din material electroizolant sau se execută pe porțiunea respectivă din cabluri cu izolație corespunzătoare tensiunii de 1000 V.

Tabelul 16

### Distanțe minime între elementele componente ale prizei de pământ a IPT și alte elemente metalice din pământ

Elemente metalice ale altor instalații	Distanțe minime (m)	
	Rezistivitatea solului $\leq 500 \Omega\text{m}$	Rezistivitatea solului $> 500 \Omega\text{m}$
Rețele de IT	0,5	0,5
Rețele de JT	2	5
Prize de pământ ale instalațiilor electrice în cazul în care sunt comune	10	20
Conducte metalice de gaz	5	5
Apă	5	5
Comunicații	5	5

Notă: În cazul conductelor nemetalice nu este necesară respectarea distanțelor minime din tabel.

2.3.105. Conductele rețelilor subterane se leagă de priza de pământ a IPT luându-se măsuri pentru protejarea aparatelor de măsură instalate pe ele prin scurtcircuitarea lor prin descărcătoare.

2.3.106. La construcțiile fără IPT se recomandă ca supraconstrucțiile metalice (de ex. tijele antenelor) să se lege la priza de pământ a instalației electrice prin legături distincte de acelea ale instalației electrice. Fac excepție clădirile cu schelet metalic sau din beton armat la care se admite folosirea scheletului metalic sau armăturilor metalice drept comune.

## **E. Legături de echipotențializare pentru masele și elementele conductoare din exteriorul construcției**

2.3.107. Se execută legături de echipotențializare între conductoarele de coborâre și masele și elementele conductoare din vecinătatea pe traseu (vezi [fig. 4](#)), în toate punctele în care distanța "d" dintre ele este mai mică decât distanța de protecție "S" (vezi subcap. 2.4.B.).

Chiar dacă distanța "d" este mai mare decât "S", avându-se în vedere că în timp, din motive neprevăzute, ea se poate micșora, se recomandă realizarea legăturilor de echipotențializare în orice situație. În cazul în care nu sunt admise astfel de legături (de ex. la instalații de protecție catodică), trebuie mărită distanța "d" alegând un alt traseu pentru conductoarele IPT (complet sau parțial, pentru zona de apropiere neregulamentară), astfel încât condiția  $d \geq S$  să fie respectată.

2.3.108. Legătura de echipotențializare se execută în măsura posibilităților în punctul de cea mai mare apropiere printr-un conductor de echipotențializare, descărcător sau un eclator legat între conductorul de coborâre și elementul care trebuie pus la același potențial.

2.3.109. Dacă masa distanțată neregulamentară față de coborâri nu este legată electric la pământ, legătura echipotențială nu este necesară.

2.3.110. Legătura prin conductor de echipotențializare se execută în următoarele zone:

a) La nivelul solului sau în subsol.

Diferitele prize de pământ ale construcției, dacă există, trebuie legate între ele în condițiile art. 2.3.104.

b) În toate punctele în care  $d > S$  nu este respectată.

Se folosesc conductoare de legătură având materialul și secțiunea similară celor pentru conductoarele de coborâre respective, iar lungimea lor trebuie să fie cât mai scurtă.

La IPT izolată de construcție legătura de echipotențializare cu masele exterioare se execută numai la nivelul solului.

c) În cazul coloanelor de gaze situate în aval de un manșon izolant.

Distanța de protecție "S" trebuie să fie în acest caz de min. 3 m.

2.3.111. Legătura de echipotențializare trebuie să se facă prin eclator în cazul antenelor și al suportului pentru instalația electrică. Legătura se execută în zona în care coborârea este mai apropiată de antenă sau suport se scurtcircuitează prin eclator.

2.3.112. Condițiile de la art. 2.3.111. de mai sus se aplică și pentru elementele conductoare înglobate, în măsura în care au fost prevăzute borne de legătură la elementele de construcție respective.

## **F. Materiale și dimensiuni minime**

2.3.113. Elementele IPT trebuie să fie realizate cu materialele din tabelul 17.

Pot fi folosite și alte materiale dacă ele au o comportare la solicitări mecanice, chimice și electrice cel puțin echivalentă cu a celor din tabelul 17.

2.3.114. Dimensiunile minime ale materialelor ce pot fi utilizate pentru elementele IPT se stabilesc pe baza datelor din tabelul 17.

2.3.115. Tipul materialelor și dimensiunile lor se aleg ținându-se seama de influențele externe (agenți corozivi, solicitări mecanice etc.). Dimensiunile minime din tabelul 17 se pot mări cu cca. 25% la conductoare de captare și cu max. 100% pentru cele de coborâre dacă există pericol deosebit datorită influențelor externe și dacă se consideră că această măsură poate contribui la creșterea siguranței în exploatare.

2.3.116. Materialele folosite pentru suportii de susținere și pentru elementele de fixare a conductoarelor IPT se aleg astfel încât să corespundă materialelor conductoarelor (pentru a se evita pericolul coroziunii prin contact) și acoperișurilor (combustibile sau incombustibile). se poate folosi oțelul zincat la cald, fonta maleabilă, cuprul, bronzul pentru organe de mașini, tabla de zinc, materialele plastice. Suportii se dimensionează pentru a putea asigura fixarea sigură și rapidă și astfel încât să reziste la solicitări previzibile.

2.3.117. Elementele conductoare ale IPT și elementele metalice pentru susținere și fixare în IPT trebuie protejate împotriva deteriorărilor mecanice conform art. 2.3.H și împotriva coroziunii conform art. 2.3.I.

Tabelul 17

### Materiale si dimensiuni minime pentru componente IPT

Materiale <sup>(1) (7)</sup>	STAS	Dispozitive de captare	Conductoare de captare pe acoperiș Conductoare de coborâre <sup>(3)(5)</sup>	Componente ale prizelor de pământ <sup>(4)</sup>	Observații
1	2	3	4	5	6
Oțel zincat <sup>(2)</sup> la cald  (50μm min.)	60888  333  908  3734	* Vârfuri:  L = 0,3 m...0,5 m  Φ=18 mm min  * Tije:	* Rotund Φ 8 mm <sup>(2)</sup>  * Bandă 20x2,5 mm	* Rotund Φ 10 mm <sup>(2)</sup>  * Bandă 30x3,5 mm  * Bare tubulare Φ 27 mm exterior, g = 3,5 mm	Oțelul zincat are o rezistență la coroziune în timp mai puțin bună decât cuprul și oțelul inox.
Oțel inoxidabil		L=2 m min  Φ=18 mm min  * Conductoare întinse orizontal - Cablu cu secțiunea min. 50 mm <sup>2</sup>	* Rotund Φ 8 mm <sup>(2)</sup>  * Bandă 30x2 mm	* Rotund Φ 10 mm <sup>(2)</sup>  * Bandă 30x2 mm	Oțelul inoxidabil este recomandat în atmosferă corozivă sau în soluri agresive
Cupru electrolitic necositorit sau cositorit	2873  291-2	* Vârfuri:  L = 0,3 m...0,8 m	* Rotund Φ 8 mm <sup>(2)</sup>  * Bandă 30x2 mm	* Rotund Φ 8 mm <sup>(2)</sup>  * Bandă 30x2 mm	Recomandat pentru conductibilitatea sa electrică bună și rezistență la coroziune

		<p><math>\Phi=18</math> mm min</p> <p>* Tije:</p> <p>L = 2 m min</p> <p><math>\Phi=18</math> mm min.</p> <p>* Conductoare întinse orizontal – Cablu cu secțiunea min. 50 mm<sup>2</sup></p>		<p>* Bare tubulare <math>\Phi</math> 25 mm exterior</p> <p>Grilaje cu fire de secțiune 10 mm<sup>2</sup> min.</p> <p>* Bare de oțel cuprat <math>\Phi</math> 15 mm min.</p>	
Aluminiu	6499/1 3033	<p>*Conductoare întinse: secțiunea minimă 80 mm<sup>2</sup></p> <p>Bandă: grosime 4 mm</p> <p>Rotund: <math>\Phi</math> 10 mm</p>	<p>* Rotund <math>\Phi</math> 10 mm <sup>(2)</sup></p> <p>* Bandă 30x4 mm</p>	-	Trebuie folosit pe suprafețe din aluminiu (pereți etc.).
Elemente naturale	426/2 438/1				
- table, țevi rezervoare din:		-	-	-	
* oțel		-	grosime 4 mm <sup>(6)</sup>	-	
* cupru		-	grosime 5 mm <sup>(6)</sup>	-	
* aluminiu		-	grosime 7 mm <sup>(6)</sup>	-	-

- armături din oțel beton <sup>(3)</sup>		Φ 8 mm	Φ 8 mm	* min. 80 mm <sup>2</sup> * min. 80 mm <sup>2</sup>	
- șine					
- ferme etc.					

Note:

- <sup>1)</sup> Secțiunile minime în cazul folosirii oțelului nezincat sunt duble față de acelea date pentru oțelul zincat.
- <sup>2)</sup> Conductorul plat (bandă) trebuie preferat conductorului rotund.
- <sup>3)</sup> Numai înglobat în elementele de construcție.
- <sup>4)</sup> Pentru priza comună, pentru IPT și instalația electrică, se respectă STAS 12604/5.
- <sup>5)</sup> Nu se admite folosirea cablurilor coaxiale izolate pentru conductoare de coborâre.
- <sup>6)</sup> Vezi tabelul 10, art. 2.3.6.
- <sup>7)</sup> Conductoarele pentru legături echipotențiale se execută din materiale având dimensiunile minime din tabelele 19 și 20.

### G. Conexiuni electrice

2.3.118. IPT se proiectează și se execută astfel încât numărul conexiunilor electrice înseriate să fie minim.

2.3.119. Conexiunile electrice între elementele conductoare se execută prin sudare, alămire, lipitură tare, presare în manșoane și alte metode similare. Se admite și executarea conexiunilor electrice prin șuruburi, nituri etc., cu condiția luării de măsuri împotriva autodesfacerii lor și numai dacă prin acestea se poate asigura menținerea în timp a calității electrice, mecanice și de rezistență la coroziune.

2.3.120. Conexiunile între conductoare - bandă sau între acestea și elementele din oțel ale construcției se execută cu minimum două șuruburi M8 sau un șurub M10, iar suprafața conexiunii trebuie să fie de min. 10 cm<sup>2</sup>.

Conexiunile conductoarelor - bandă la elemente din tablă subțire (cu grosime de max. 2 mm) se execută prin intermediul unei plăci de întărire cu suprafața de min. 10 cm<sup>2</sup> și cu două șuruburi de min. M8 sau prin lipitură tare.

2.3.121. Suprafețele de contact ale conexiunilor electrice se pregătesc înainte de executarea acestora, asigurându-se suprafețe curățate de oxizi, netede etc.

2.3.122. Elementele naturale sub formă de tablă se consideră că au realizate conexiuni cu continuitate electrică și rezistență mecanică dacă ele sunt îmbinate prin falț, lipire, sudare, nituire, șuruburi.

Conexiunile electrice care nu pot fi verificate în timp, se execută prin sudare (de ex. cele ale conductoarelor înglobate în fundație pentru realizarea prizelor de fundație).

2.3.123. Pentru conexiuni prin sudare, suprafețele conductoarelor, benzilor etc. se suprapun pe o lungime de min. 100 mm. Sudarea se execută pe toate laturile și trebuie să aibă cel puțin 3 mm grosime.

2.3.124. Conexiunile electrice subterane se amplasează astfel încât să fie ușor accesibile pentru control și eventuale reparații.

2.3.125. Se evită pe cât posibil, executarea de conexiuni electrice pe traseul conductoarelor instalate pe elemente de construcție din materiale combustibile. În cazul în care sunt totuși necesare, ele se execută prin sudare (luându-se, în timpul lucrului, măsuri de protecție împotriva producerii și propagării incendiului).

2.3.126. Se recomandă utilizarea pieselor de montare și de îmbinare (tipizate) realizate în unități specializate.



Atât piesele prefabricate cât și cele realizate pe șantier se concep din punct de vedere al materialelor, formelor și dimensiunilor astfel încât să nu afecteze calitatea și eficiența protecției la trăsnet și siguranța construcțiilor.

### **H Protecția împotriva deteriorărilor mecanice sau a deplasărilor**

2.3.127. Conductoarele IPT amplasate în zone expuse pericolului de deteriorare mecanică (de ex. în vecinătatea solului sau a pardoselii) se protejează:

- în interiorul construcției, pe înălțimea de min. 0,5 m de la pardoseală în zone cu pericol redus și pe înălțimea de min. 2 m de la pardoseală, în restul cazurilor;

- în exteriorul construcției, pe înălțimea de min. 2 m de la sol și până la 0,3 m sub nivelul solului.

2.3.128. Protecția mecanică a conductoarelor IPT se realizează cu profile din oțel laminat sau tablă din oțel fixate sigur pe elementele de construcție (de ex. prin praznuri și brățări metalice).

Se admite protejarea conductoarelor IPT cu tuburi, țevi, jgheaburi metalice sau care formează circuite închise în jurul conductoarelor numai cu condiția legării extremităților lor la conductoarele respective.

2.3.129. Conductoarele de captare și de coborâre se fixează pe elementele de construcție numai cu condiția legării extremităților lor la conductoarele respective.

2.3.129. Conductoarele de captare și de coborâre se fixează pe elementele de construcție în condițiile date la subcap. 2.3.B. și 2.3.C.

### **I. Protecția împotriva coroziunii**

2.3.130. Protecția materialelor elementelor IPT (conductoare, suporturi, piese de fixare, de protecție etc.) se poate asigura în medii cu agresivitate normală ținându-se seama de datele din tabelul 18 privind domeniile de utilizare permise și comportarea la coroziune pentru diferitele materiale.

În spații cu zone cu medii deosebit de agresive (de ex. zone poluate chimic, zona litoralului, zona de la gura coșurilor industriale) se iau măsuri de protecție în funcție de agenții agresivi respectivi.

Clasa de agresivitate a mediului se stabilește conform STAS 10128, SR ISO 1925, C139.

Tabelul 18

**Domenii de utilizare permise și comportarea la coroziune pentru diverse materiale folosite în IPT**

Materialul*	Utilizarea permisă			Comportare la coroziune	
	În aer liber	În pământ	În beton	Agenți agresivi:	Electroliză
Cupru	Masiv Funie În înveliș	Masiv Torsadat Învelit	-	- cloruri f. concentrate - compuși sulfuroși - materiale organice	-
Oțel zincat la cald	Masiv	Masiv	Masiv	-	Cu cupru
Oțel inoxidabil	Masiv Funie	Masiv	-	Apă cu cloruri dizolvate	-
Aluminiu	Masiv	-	-	Agenți bazici	Cu cupru
Plumb**	Masiv	Masiv	-	Soluri acide	Cu cupru

\*) Materialele din care sunt executate elementele metalice naturale folosite în protecția împotriva trăsnetului se pot prezenta și sub formă de tablă, țevi etc.

\*\*) Rezistă la concentrații mari de sulfați

2.3.131. În cazul în care conductoarele, elementele de montaj și de protecție pentru IPT instalate suprateran se execută din oțel nezincat, se admite pentru IPT de nivel normal de protecție (nivel III sau IV de protecție), aplicarea protecției prin vopsire în condițiile prevăzute în STAS 10702/1,2 și ale normativului C 139.

Vopsirea se poate face înainte de instalare, dar cel puțin unul din straturile de vopsea se aplică după montarea elementului respectiv, pe toate suprafețele supraterane și pe acelea aflate până la adâncimea de 0,3 m sub nivelul solului.

2.3.132. Locurile de conexiune și suprafețele tăieturilor la conductoarele din OL zincat precum și conductoarele instalate în șlițuri și rosturi din zonele închise, inaccesibile și din încăperi cu mediu umed și ud se protejează și prin vopsire sau prin înfășurare cu bandă protectoare.

2.3.133. În IPT este interzisă folosirea șuruburilor nezincate.

2.3.134. La locurile de intrare și ieșire din tencuială, zidărie sau beton, conductoarele IPT se montează astfel încât apa să nu poate pătrunde în pereți și să nu să le corodeze.

2.3.135. În cazul în care acoperișurile, capitelurile, jgheburile etc. au învelitori din tablă de cupru, conductoarele IPT din Al sau OL se pozează astfel încât apa de ploaie care se scurge peste părțile din cupru să nu poată ajunge și peste aceste conductoare. Dacă această condiție nu poate fi respectată, pe porțiunile respective, conductoarele se execută din cupru.

2.3.136. Nu se admite folosirea conductoarelor din cupru la construcții cu părți constructive cu suprafețe mari din oțel, aluminiu sau zinc (de ex. pereți, schelet metalic) sau învelite cu table din aceste materiale.

2.3.137. La alegerea părților construcției executate din aluminiu sau oțel cu elemente IPT executate din cupru se iau măsuri suplimentare de protecție împotriva coroziunii. Suportii de susținere ai conductoarelor în aceste cazuri pot fi din material plastic. La legături se folosesc elemente de

legătură bimetalice sau legăturile se protejează împotriva coroziunii electrotehnice. Folosirea plumbului pentru protecție în aceste situații nu este permisă.

2.3.138. Pentru prizele de pământ se aplică măsurile de protecție anticorosivă prevăzute în STAS 12604/5.

Conexiunile electrice din pământ se protejează prin acoperire cu un strat de bitum.

2.3.139. Conductoarele de legătură dintre prizele de fundații folosite în IPT și conductoarele de coborâre trebuie protejate împotriva coroziunii (de ex. pozându-se în beton sau zidărie, învelindu-le cu bandă protectoare etc.). Dacă legătura se face în pământ, pot fi utilizate în acest scop conductoare protejate cu material plastic sau plumb, cabluri de cupru cu manta din material plastic.

## **2.4. Instalație interioară de protecție împotriva trăsnetelor IPT**

### **A. Legături de echipotențializare**

#### **Condiții generale**

2.4.1. Pentru reducerea riscurilor de incendiu și de explozie precum și a riscurilor de șoc electric pentru persoane, în interiorul spațiului de protejat trebuie să se execute legături de echipotențializare.

2.4.2. Legătura pentru egalizarea potențialelor trebuie realizată între părțile IEPT (dispozitive de captare, coborâri, priză de pământ) și elementele metalice în legătură cu pământul ce se găsesc în interiorul construcției de protejat sau în pereții ei (conduce de apă, de încălzire, de gaze, de stins incendiu, de ventilare-climatizare, șine de ascensoare, echipamente metalice, armătura construcției, echipamente ale instalațiilor electrice și de telecomunicații etc.).

Elementele metalice de mai sus se leagă între ele și la bara de egalizare a potențialelor a IPT (BEP) care se leagă la pământ (vezi [fig. 15](#) și [fig. 16](#)).

2.4.3. Bara pentru egalizarea potențialelor pentru IPT (BEP) se execută din cupru sau dintr-un material identic cu materialul conductoarelor de echipotențializare și trebuie să aibă o secțiune de min. 75 mm<sup>2</sup>. Pe ea se prevăd borne pentru racordarea conductoarelor de echipotențializare a prizei de pământ etc.

2.4.4. Legarea elementelor metalice la BEP se poate face prin conductoare de egalizare a potențialelor, prin descărcătoare și prin eclatoare.

Pot fi utilizate drept conductoare naturale de legătură pentru egalizarea potențialelor conductele altor instalații, cu excepția celor de gaze, dacă continuitatea lor este sigură și durabilă în timp pe tot traseul utilizat.

2.4.5. Echipamentele electrice și de telecomunicații se leagă pentru egalizarea potențialelor numai prin intermediul descărcătoarelor sau eclatoarelor.

2.4.6. La construcțiile din beton armat la care armătura interconectată este folosită în IPT și la cele cu schelet metalic utilizat în IPT, nu sunt necesare legături pentru egalizarea potențialelor.

2.4.7. Conductele metalice subterane și căile ferate care trec, fără conexiuni la construcția de protejat, la o distanță de minim 5 m de la prizele de pământ nu se legă la IPT. În cazul în care este necesară o legare la IPT pentru egalizarea potențialelor conform art. 2.3.105, aceasta se face numai cu înștiințarea proprietarilor sau administratorilor instalațiilor sau căilor ferate respective.

2.4.8. Dacă nu a fost realizată o IEPT pentru protecția branșamentului electric împotriva efectelor trăsnetului, se prevede de regulă, o legătură de egalizare a potențialelor, BEP legându-se la priza de pământ a instalației electrice.

2.4.9. Pentru protejarea scheletului metalic exterior al unei construcții (împotriva coroziunii) ca urmare a realizării IIPT, se recomandă cuprinderea în legătura de echipotențializare și a scheletului exterior.

### **Legături pentru echipotențializare pentru echipamente metalice**

2.4.10. O legătură de echipotențializare trebuie executată:

a) La subsolul construcției sau aproximativ la nivelul solului. Conductoarele de echipotențializare care leagă între ele echipamentele metalice trebuie racordate la o BEP construită și amplasată astfel încât să permită un acces ușor pentru verificări. BEP este legată și amplasată astfel încât să permită un acces ușor pentru verificări. BEP este legată la pământ (vezi [figura 4](#)). În construcții de întindere mare pot fi prevăzute mai multe bare de echipotențializare pentru IPT care trebuie apoi interconectate.

b) Deasupra solului, din 20 în 20 m, la construcții cu înălțimea mai mare de 20 m, BEP-urile trebuie legate și la centurile orizontale care leagă între ele, la astfel de construcții, conductoarele de coborâre.

c) În zonele în care nu sunt respectate condițiile referitoare la distanța de protecție "S" din construcțiile:

\* din beton armat cu armăturile interconectate;

\* cu schelet metalic;

\* cu eficacitatea protecției la trăsnet echivalentă celor de mai sus.

2.4.11. La IEPT izolată de construcție egalizarea de potențial nu se recomandă.

2.4.12. La conductele de gaz sau de apă care au elemente izolante, acestea trebuie scurtcircuitate, de exemplu prin descărcătoare dimensionate după condițiile de serviciu.

2.4.13. Legăturile de echipotențializare care trebuie să suporte majoritatea curentului de trăsnet trebuie să aibă secțiunea minimă conform tabelului 19.

Dacă numai o parte, redusă, din curentul de trăsnet urmează să treacă prin legătura de echipotențializare, secțiunea minimă poate fi aleasă din tabelul 20.

Tabelul 20

**Secțiunea minimă a conductoarelor pentru legătura echipotențială prin care trece majoritatea curentului de trăsnet**

<b>Material</b>	<b>Secțiunea (mm<sup>2</sup>)</b>
Cu	16
Al	25
Fe	50

Tabelul 20

**Secțiunea minimă a conductoarelor pentru legătura echipotențială prin care trece o parte din curentul de trăsnet**

<b>Material</b>	<b>Secțiunea (mm<sup>2</sup>)</b>
Cu	6
Al	10
Fe	16

**Legături de echipotențializare pentru masele metalice**

2.4.14. Legăturile pentru egalizarea potențialelor maselor metalice trebuie să se facă cât mai aproape de intrarea lor în clădire atunci când ele prezintă o astfel de situație și se execută în aceleași condiții ca și pentru echipamentele metalice. Legăturile se dimensionează avându-se în vedere că prin acestea se va scurge cea mai mare parte din curentul de trăsnet.

## **Legături pentru egalizarea potențialelor instalațiilor electrice și de telecomunicații**

2.4.15. În cazul în care construcția nu are IPT, instalațiile electrice și de telecomunicații, echipamentele electrice și elementele conductoare din construcții se leagă la nivelul solului la o priză de pământ realizată în condițiile art. 2.3.95.

2.4.16. La construcțiile cu IPT se execută legături pentru egalizarea potențialelor pentru instalațiile electrice și de telecomunicații conform prevederilor de la art. 2.4.4. și 2.4.17. Ele se realizează cât mai aproape posibil de intrarea acestor instalații în construcție (vezi [fig. 4](#) și [fig. 16](#)). Conductoarele instalațiilor blindate sau pozate în tuburi metalice și în cazul în care rezistența chimică nu produce o cădere de tensiune periculoasă pentru cablurile sau aparatele la care ele sunt racordate, este suficientă, de regulă, numai legarea protecțiilor metalice (tuburi, mantale ale conductoarelor) la pământ.

2.4.17. În cazurile în care egalizarea potențialelor trebuie aplicată conductoarelor instalațiilor electrice și de telecomunicații, în egalizarea de potențial se cuprind toate conductoarele. Se admit legături directe pentru egalizarea potențialelor pentru:

- conductoarele de protecție (PE sau PEN) folosite în schema TN în protecția împotriva curenților de defect;
- instalațiile de legare la pământ ale instalațiilor electrice cu tensiuni peste 1000 V, dacă nu se produc astfel tensiuni de punere la pământ care pot pune în pericol utilizatorii sau instalațiile respective;
- conductoarele de legare la pământ ale descărcătoarelor cu rezistență variabilă (DRV);
- legăturile la pământ pentru instalațiile de semnalizare;
- legăturile la pământ pentru șină ale căilor de transport de c.a. dacă astfel de legături nu contravin reglementărilor specifice în vigoare;
- legăturile la pământ ale instalațiilor de protecție împotriva supratensiunilor pentru garduri aflate sub tensiune.

Nu se admit decât legături indirecte (prin intermediul eclatoarelor) la IPT, pentru:



- instalațiile de legare la pământ ale instalațiilor electrice cu tensiuni peste 1000V dacă este posibilă producerea unor tensiuni de punere la pământ care pot pune în pericol utilizatorii sau instalațiile respective;
- prizele de pământ suplimentare pentru întreruptoarele pentru protecție împotriva curenților de defect;
- legăturile la pământ prin șină pentru căile de transport de c.c.;
- legăturile la pământ prin șină pentru căile de transport de c.a. pentru care reglementările specifice nu permit legături directe;
- legăturile la pământ pentru laboratoare în măsura în care au conductoare de protecție separate;
- instalațiile de protecție catodică împotriva coroziunii și în protecția împotriva curenților vagabonzi.

2.4.18. Instalația electrică sau de comandă și de semnalizare de la consumator se include în egalizarea de potențial prin intermediul limitatoarelor de tensiune și conductoarelor active astfel:

- conductoarele active ale instalațiilor electrice cu tensiuni până la 1000 V;
- conductorul mediu în rețele fără conductor neutru.

Modul de realizare a legăturilor și tipul dispozitivelor trebuie stabilit împreună cu specialiștii în domeniul acestor tipuri de instalații electrice.

NOTĂ: Nu este necesară legarea pentru egalizarea de potențial a conductoarelor instalațiilor electrice de lumină și forță cu sistem de prize de legare la pământ interconectate (de ex. la construcții industriale).

2.4.19. Pentru fiecare conductor activ al instalației electrice de la consumator care trebuie cuprins în egalizarea de potențial, descărcătorul din tabloul de distribuție se leagă pe traseul cel mai scurt la pământ, de regulă, la cea mai apropiată BEP. Eclatorul și conductorul de legătură la descărcător se instalează astfel încât să poată fi accesibile pentru verificări.

2.4.20. Pentru egalizarea de potențial a instalațiilor electrice cu elemente sensibile la efectele indirecte ale trăsnetului (de ex. instalații de semnalizare, instalații de comandă, măsură și control) se aplică prevederile de la cap. 3.

2.4.21. Pentru protecția la trăsnet a instalațiilor de semnalizare la distanță și de telecomunicații din interiorul construcțiilor se respectă prevederile.

### **B. Distanțe de protecție (S)**

2.4.22. În cazurile în care nu pot fi realizate legături de echipotențializare, pentru a evita riscul amorsării descărcărilor periculoase, pentru apropierile dintre elementele IPT și elementele metalice în legătură cu pământul menționate la art. 2.4.2., trebuie respectată condiția:

$$d > S$$

S este o distanță care se calculează cu relația:

[m]

în care:

n, factor dependent de numărul de coborâri interconectate;

$K_i$ , factor de dependent de nivelul de protecție ales;

$K_m$ , factor dependent de materialul dintre cele două extremități ale buclei;

l, distanța pe verticală între punctul în care se determină distanța de protecție și priza de pământ a maselor sau cea mai apropiată legătură de echipotențializare.

În tabelul 21 se dau valorile factorilor n,  $K_i$  și  $K_m$ .

Tabelul 21

<b>Factorul</b>
n = 1, pentru o coborâre
n = 0,6, pentru două coborâri
n = 0,4, pentru trei sau mai multe coborâri
$K_i = 0,1$ pentru nivelul întărit de protecție (I)
$K_i = 0,075$ pentru nivelul întărit de protecție (II)
$K_i = 0,05$ pentru nivelul normal de protecție III și IV
$K_m = 1$ pentru aer
$K_m = 0,5$ pentru un material plin

2.4.23. Nu se impune o distanță între elementele IPT și instalațiile electrice în următoarele condiții:

- în cazul clădirilor complet metalice, cu schelet metalic sau din beton armat, atunci când aceste elemente metalice naturale sunt folosite drept elemente de IPT;
- în cazul instalațiilor electrice înglobate direct în structurile de beton armat, de suprafață mare (panouri mari prefabricate etc.) dacă priza de pământ pentru IPT și pentru instalația electrică este comună.

2.4.24. Dacă distanțele dintre elementele IPT și elementele metalice ale instalațiilor electrice, prevăzute la art. 2.4.22. nu pot fi respectate, acestea se leagă între ele pe drumul cel mai scurt, direct prin conductoare având secțiunea minimă prevăzută în tabelul 17 sau indirect prin eclatoare, conform art. 2.4.17.

Legăturile se fac cel puțin în două puncte și anume: într-un punct din zona de apropiere minimă și într-un punct situat în apropierea barei pentru egalizarea potențialelor BEP.

2.4.25. Între conductoarele IPT și suportii de acoperiș ai conductoarelor electrice neizolate aeriene se asigură o distanță cel puțin egală cu cea de la art. 2.4.22. Dacă suportul de acoperiș al instalației electrice constituie punctul cel mai înalt al acoperișului sau dacă distanța dintre conductoarele electrice la devierea lor maximă și conductorul IPT este mai mică de 0,5 m, suportul se leagă la IPT printr-un eclator cu spațiul disruptiv de 30 mm. La construcțiile cu acoperiș din material combustibil, legătura se face prin intermediul descărcătoarelor de tip închis (de ex. descărcătoare cu rezistență variabilă, cu spațiul disruptiv de 5 mm).

### **C. Protecția împotriva supratensiunilor atmosferice**

2.4.26. Protecția împotriva efectelor supratensiunilor atmosferice care pot fi transmise de către LEA în construcții se asigură montând aparate de protecție împotriva supratensiunilor, pe LEA cu lungimi mari mari de 100 m care intră în clădirile respective, în condițiile prevăzute în normativul PE 109.

2.4.27. La construcțiile în care se găsesc instalații cu elemente constitutive deosebit de sensibile la supratensiuni (instalații AMC, circuite electronice etc.), protecția împotriva supratensiunilor atmosferice se realizează respectându-se prevederile de la art. 3.12.

[\[top\]](#)

## **3. CONDIȚII SUPLIMENTARE PENTRU PROTECȚIA ÎMPOTRIVA TRĂSNETULUI A UNOR CONSTRUCȚII ȘI INSTALAȚII AVÂND CARACTER DEOSEBIT**

### **3.1. Generalități**

3.1.1. La proiectarea și executarea protecției la trăsnet pentru construcțiile și instalațiile tehnologice exterioare având caracter deosebit din acest capitol se respectă condițiile generale date în capitolul 2 al normativului și completările și modificările impuse acestora prin condițiile suplimentare prezentate în acest capitol.

### **3.2. Construcții din categoria A (BE3a) sau B (BE 3b) de pericol de incendiu**

#### **A. Instalații exterioare de protecție la trăsnet (IEPT)**

3.2.1. Construcțiile metalice îngropate complet în pământ (subterane) sub un strat cu grosimea de min. 0,5 m nu necesită prevederea unei IPT.

3.2.2. Construcțiile cu structură complet metalică supraterane se consideră că au constituite dispozitive de captare naturale și conductoare de coborâre naturale dacă legăturile între diferitele părți componente ale structurii sunt realizate prin mijloace care asigură menținerea continuității electrice în timp (de ex. prin sudare, nituire etc.).

Priza de pământ pentru IPT se realizează conform prevederilor din cap. 2, iar valoarea rezistenței de dispersie se stabilește conform 3.2.10.

3.2.3. În cazul în care nu sunt îndeplinite condițiile de la art. 3.2.1. sau 3.2.2., construcțiile din categoriile A (BE 3a) sau B (BE 3b) de pericol de incendiu se prevăd cu protecția la trăsnet de nivelul I respectându-se și precizările de la art. 3.2.4. ... 3.2.14.

3.2.4. Se pot utiliza drept dispozitiv de captare natural sau ca părți ale dispozitivului de captare dacă îndeplinesc condițiile de continuitate electrică, rezistență mecanică, rezistență la coroziune (tabel 18), de fixare sigură precum și condițiile de materiale și dimensiuni din tabelul 17 și următoarele:

- elementele metalice de pe acoperiș (de ex. grinzi, șine, traverse);
- elementele metalice ale acoperișului (de ex. învelitori, coame, cornișe și jgheaburi din tablă);
- structurile metalice portante ale acoperișului cu învelitori din materiale izolante, incombustibile.

Dacă elementele metalice menționate nu îndeplinesc condițiile de mai sus pentru a putea fi utilizate drept elemente de captare naturale, ele se leagă pe drumul cel mai scurt la dispozitivul de captare al construcției de protejat.

3.2.5. Dispozitivele de captare se execută respectându-se condițiile precizate pentru protecția întărită (de nivel I și II) în cap. 2.

Distanța dintre orice punct al acoperișului construcției de protejat și rețeaua de pe acoperiș poate fi de cel mult 5 m.

La IPT izolată de construcție, conductoarele paralele de captare se amplasează astfel încât conductoarele exterioare să fie întinse la 1 în afara perimetrului dacă suporturile au între 20 și 30 m înălțime și la 2 m, dacă au între 30 și 40 m.

3.2.6. Zona de protecție se stabilește în cazul construcțiilor cu înălțimea H până la cel mai înalt punct al dispozitivului de captare de 20 m prin metoda unghiului de protecție, iar pentru restul cazurilor prin metoda sferei fictive cu raza sferei de 20 m (vezi anexa 3).

### **Conductoarele de coborâre**

3.2.7. Se pot folosi drept conductoare de coborâre naturale, elementele verticale metalice ale construcției (de ex. scheletul metalic) sau armăturile de oțel interconectate ale structurii dacă îndeplinesc condițiile de la art. 3.2.4. al. 1.

Se interzice utilizarea părților metalice verticale exterioare ale construcțiilor drept conductoare de coborâre naturale.

3.2.8. Numărul conductoarelor de coborâre se stabilește respectându-se condiția ca pentru fiecare 5 m sau 10 m corespunzătoare nivelului întărit (inel I sau II) de perimetru de acoperiș (măsurați la marginea exterioară a acestuia) să se prevadă un conductor de coborâre și condiția ca IEPT să aibă cel puțin 4 coborâri.

3.2.9. Se interzice instalarea conductoarelor de coborâre în interiorul clădirilor sau sub tencuială.

### **Prize de pământ**

3.2.10. Prizele de pământ se realizează conform prevederilor de la subcap. 2.3.D.

Rezistența de dispersie a unei prize de pământ montată numai pentru IPT (care nu este priză comună) trebuie să aibă valoarea de:

- în cazul IPT montată pe construcția de protejat:

- max. 2,5 ohmi, pentru prizele naturale;
- max. 5 ohmi, pentru prizele artificiale.

- în cazul IPT izolată față de construcția de protejat:

- max. 5 ohmi, pentru prizele naturale;
- max. 10 ohmi, pentru prizele artificiale.

Dacă priza de pământ este comună, se respectă prevederile art. 2.3.82.

3.2.11. Priza de pământ a unei IEPT neizolată față de construcția de protejat se poate utiliza și pentru legăturile la pământ pentru IIPT.

3.2.12. Toate conductele metalice care ies din și intră în construcția de protejat se leagă la priza IPT.

### **B. Instalație interioară de protecție împotriva trăsnetului (IIPT)**

3.2.13. Se prevăd egalizări de potențial la partea inferioară a construcției, la partea superioară și din 10 în 10 m înălțime. Aceste egalizări formează centuri închise, orizontale.

La BEP ale acestor egalizări se leagă și coborârile precum și elementele metalice din exteriorul construcției.

3.2.14. Pentru protecția la supratensiuni atmosferice, în cazurile în care se impune ca racordul electric al construcției să se execute cu linie electrică subterană (LES), la trecerea de la linia electrică aeriană (LEA) la LES, se aplică următoarele măsuri suplimentare de protecție la trăsnet;

- pe conductoarele LEA, în trei puncte situate la 25 m, 50 m și 100 m față de stâlpul de trecere de la LEA la LES se prevăd descărcătoare cu rezistență variabilă (DRV);

- LES se execută cu o lungime de min. 50 m;

- armătura cablurilor LES se leagă la priza de pământ atât la intrarea cât și la ieșirea din construcție.

Dacă racordul electric al construcției se face direct cu LEA, se aplică și următoarele măsuri suplimentare de protecție la trăsnet:

- LEA se ecranează cu IPT pe distanța de 500 m de la construcție;

- pe conductoarele LEA se prevăd DRV-uri în 3 puncte situate la 25 m, 50 m și 100 m de la clădire.

3.2.15. Distanța minimă între conductoarele IPT și părți metalice ale echipamentelor și instalațiilor sau între conductoarele IPT și instalațiile electrice se impune să fie de cel puțin 1,5 ori mai mare decât cea stabilită la cap. 2.4.B.

Dacă această distanță nu poate fi realizată, părțile metalice ale echipamentelor și instalațiilor se leagă la IPT în condițiile art. 2.4.24.

Conexiunile între și la elementele IPT se execută de preferință prin sudare.

3.2.16. Pentru instalațiile electrice din construcțiile încadrate în categoria A (BE3a) și B(BE3b) de pericol de incendiu, a căror defectare ca urmare a efectelor indirecte ale trăsnetului ar putea pune în pericol construcția, procesul tehnologic, vieți omenești (de ex. instalații AMC, instalații de semnalizare etc.) se aplică cu deosebită grijă măsuri de evitare a acestor efecte (de ex. realizând egalizări de potențiale cât mai complete, folosind cabluri și conducte electrice ecranate cu manta metalică, prevăzând aparate de protecție la supratensiuni etc.). În astfel de situații se respectă și prevederile privind protecția la trăsnet din normele specifice pentru aceste categorii de construcții.

### **3.3. Instalații tehnologice exterioare supraterane pentru depozitarea fluidelor combustibile**

#### **A. Rezervoare de fluide combustibile**



3.3.1. Se consideră că au constituite dispozitive de captare naturale și conductoare de coborâre naturale:

a) Rezervoarele metalice cu capac metalic fix, izolate sau neizolate, semiîngropate sau supraterane, care îndeplinesc simultan următoarele condiții:

- sunt complet etanșe sau sunt prevăzute cu supape de respirație pentru presiuni și vid și cu dispozitive opritoare de flăcări;
- au grosimea tablei corpului și capacului rezervorului de min. 5 mm OL;
- rezervoare pentru gaze petrolifere lichefiate GPL cu grosimea tablei mai mare de 6 mm;
- au asigurată o legătură electrică sigură între capac și corpul rezervorului legat la pământ;
- au toate conductele racordate la rezervor legate electric la acesta, în punctul lor de intrare.

b) Rezervoarele metalice cu capac plutitor, prevăzute cu sistem de etanșare de tip mecanic cu elemente metalice (rezervoare cu sistem de etanșare cu spații de vapori), care îndeplinesc simultan următoarele condiții:

- au grosimea tablei corpului și capacului rezervorului de min. 5 mm OL;
- au toate elementele bune conducătoare electric de pe capac și din interiorul rezervorului legate la pământ prin corpul rezervorului;
- sunt șuntate căile conductoare electric întrerupte prin piese izolatoare ale mecanismului pantograf sau ale articulației mecanismului;
- sunt prevăzute între capacul plutitor și inelul de etanșare care glisează pe peretele rezervorului cu o șuntare sigură, printr-un sistem de banzi metalice flexibile, fixate la intervalele de max. 3 m pe circumferința rezervorului;

c) Rezervoarele metalice cu capac plutitor metalic prevăzute cu sistem de etanșare de tip elastic cu elemente metalice (rezervoare cu sistem de etanșare fără spațiu de vapori inflamabili) care îndeplinesc simultan primele două condiții de la pct. b.

3.3.2. Rezervoarele cu capac nemetalic sau parțial metalic precum și rezervoarele care nu îndeplinesc condițiile de la art. 3.3.1. se prevăd cu protecție de nivel I realizată cu respectarea precizărilor de la art. 3.2.4. ... 3.2.9.

Nu se admite instalarea de dispozitive de captare și a conductoarelor de coborâre pe rezervor.

Părțile metalice ale capacului se leagă la pământ prin corpul metalic al rezervorului.

3.3.3. Toate rezervoarele, cu excepția celor subterane care au asigurată o legătură bună la pământ prin ele însele sau prin conductele lor metalice, se leagă sigur la pământ. Numărul legăturilor la pământ pentru un rezervor se stabilește în funcție de mărimea diametrului orizontal sau de lungimea lui astfel:

- până la 2 m ... o legătură;
- peste 2 m până la 10 ... două legături;
- peste 10 m până la 20 m ... trei legături;
- peste 20 m ... patru legături.

Punctele de racord ale legăturilor se repartizează cât mai uniform pe circumferința sau perimetrul rezervorului.

3.3.4. Priza de pământ se realizează în condițiile din cap. 2, iar rezistența ei de dispersie trebuie să aibă valorile menționate la art. 3.2.10 fără a se lua în considerație conductele și instalațiile pentru depozitarea, transportul sau prelucrarea fluidelor combustibile chiar dacă pentru protecția acestora se leagă la priza de pământ a IPT în condițiile de la alineatul b) de la art. 3.3.5.

3.3.5. La priza de pământ a unui rezervor se leagă:

- a) toate prizele de pământ naturale sau artificiale ale altor rezervoare sau instalații care se găsesc pe o rază de 30 m în jurul prizei;

b) toate elementele metalice de dimensiuni mari, supraterane sau subterane (de ex. conducte pentru fluide combustibile sau incombustibile, instalații de prelucrare, de încărcare și de depozitare ale acestora etc.) și care se găsesc pe o rază de 15 m în jurul prizei de pământ a rezervorului.

3.3.6. Rezervoarele protejate prin IPT izolate nu se leagă la priza de pământ a acesteia.

3.3.7. Protecția împotriva trăsnetului prin IPT izolate a rezervoarelor dintr-un parc de rezervoare se poate face individual sau pe grupuri, respectându-se condițiile cerute de tipul constructiv al acestora.

Suporturile (pilonii) de susținere a tijelor captatoare se instalează la distanța de min. 5 m până la 10 m față de rezervoare.

3.3.8. Rezervoarele de gaze (gazometrele) și rezervoarele similare fără țevi de aerisire se protejează împotriva trăsnetului în condițiile corespunzătoare de la art. 3.3.1. ... 3.3.7.

Gazometrele prevăzute cu țevi de aerisire se protejează împotriva trăsnetului prin IPT independente care, în afară de condițiile din cap. 2, trebuie să îndeplinească și următoarele condiții:

- suporturile dispozitivului de captare să fie amplasate la cel puțin 5 m distanță față de zonele încadrate în categoriile de pericol de explozie 0 și 1 și la cel puțin 3,5 m față de mantaua gazometrului;
- vârfurile elementelor de captare să depășească cu min. 3 m capătul superior al țevii de aerisire (zona de încadrare 1 de pericol de explozie);
- priza de pământ să fie realizată conform prevederilor art. 3.2.10.

## **B. Conducte din incinte**

3.3.9. Conductele metalice pentru transportul fluidelor combustibile care au grosimea pereților de min. 5 mm OL și sunt instalate la înălțimi mai mari de 4 m de sol se consideră autoprotejate. Ele se leagă la pământ la fiecare 25...30 m lungime de conductă prin prize de pământ proprii separate, de max. 20 ohmi. Dacă nu pot fi realizate prin separare, toate prizele pentru conductele respective se leagă între ele.

În cazul în care astfel de conducte sunt instalate la înălțimi mai mici de 4 m față de sol, ele se leagă la priza de pământ de max. 30 ohmi la fiecare 200-300 m lungime de conductă (pentru protecția împotriva efectelor secundare ale trăsnetului).

3.3.10. Pentru legarea la pământ a conductelor din incinte se folosesc cu prioritate prizele naturale (de ex. suporturile metalice sau din beton armat pentru susținerea conductelor) și prizele artificiale existente. Aceste prize se completează la necesitate prin legarea la electrozi suplimentari, pentru realizarea rezistenței de dispersie prescrise în max. 20 ohmi, respectiv max. 30 ohmi.

### **C. Instalații tehnologice**

3.3.11. Instalațiile tehnologice pentru prelucrarea fluidelor combustibile se protejează împotriva trăsnetului conform prevederilor de la subcap. 3.3 pentru construcțiile din categoria A (BE3a) sau B (BE 3b) de pericol de incendiu.

3.3.12. Instalațiile de încărcare-descărcare a lichidelor combustibile pentru vagoane cisterne, vase maritime sau fluviale etc. se leagă la o priză de pământ cu valoarea rezistenței de dispersie conform art. 3.2.10. pentru IEPT izolată de construcție.

## **3.4. Coșuri independente sau cuplate la clădiri**

### **A. Generalități**

3.4.1. Coșurile metalice care îndeplinesc condițiile de îmbinare sigură, de continuitate electrică între tronsoane și de secțiune de la art. 2.3.6. al. a, se consideră că au constituit natural dispozitivul de captare și conductoarele de coborâre pentru IPT. Legătura la pământ a coșului se poate realiza prin legarea cablurilor lui de ancorare la elementele metalice îngropate în pământ (șine sau bare de ancorare etc.). Dacă acest lucru nu este posibil, este necesară o priză de pământ realizată conform prevederilor de la art. 2.3.D.

3.4.2. La coșurile metalice care nu îndeplinesc condițiile de la art. 3.4.1. și la coșurile nemetalice (de ex. din cărămidă, din beton armat) se prevăd dispozitive de captare și conductoare de coborâre realizate în condițiile art. 3.4.B. și 3.4.C și prize de pământ conform art. 2.3.D.

### **B. Dispozitive de captare**

3.4.3. Se folosesc cu prioritate drept dispozitive de captare naturale elementele metalice existente la partea superioară a coșului (de ex. deflectoarele și coroana metalică) dacă îndeplinesc condițiile de la art. 2.3.6.

În cazul în care nu se dispune de astfel de elemente naturale se prevede la gura coșului un dispozitiv de captare format dintr-o centură executată dintr-o bandă de oțel zincat, cu secțiunea minimă de 70 x 8 mm pe care se fixează minimum 3 tije captatoare din oțel rotund zincat cu diametrul minim de 20 mm și lungimea de 1, înclinate la 30° spre exteriorul coșului și amplasate la distanțe de max. 2 m măsurate pe perimetrul superior al acestuia. Tijele se fixează astfel încât să depășească gura coșului cu min. 0,5 m.

În cazul utilizării conductoarelor sau tijelor de captare din oțel nezincat, secțiunile lor minime trebuie să fie duble față de cazul în care se folosește oțel zincat.

Atunci când există pericol mărit de coroziune (de ex. datorită fumului sau gazelor evacuate din coș), elementele componente ale dispozitivului de captare se protejează suplimentar prin plumbuire sau alte procedee care asigură protecția anticorosivă necesară.

3.4.4. Elementele metalice existente la gura coșului care nu au fost incluse în dispozitivul de captare se leagă la aceasta.

3.4.5. Realizarea zonei de protecție necesară se stabilește la coșurile nemetalice cu metoda sferei rotative pentru nivelul de protecție adoptat (nivel I și II).

### **C. Conductoarele de coborâre**

3.4.6. Coșurile cu înălțimea până la 20 m inclusiv necesită cel puțin o coborâre. La coșurile cu înălțimea peste 20 m sunt necesare cel puțin 2 coborâri care se interconectează la partea superioară a coșului sau până la 3,5 m sub acesta, la baza coșului și intermediar, la intervale egale de max. 60 m.

3.4.7. Se folosesc cu prioritate drept coborâri naturale scările exterioare montate pe coș.

Scările exterioare pot constitui două coborâri în următoarele condiții: în cazul unei singure scări, dacă se prevăd două mâini curente metalice cu continuitate sigură (executată de preferință prin sudare) sau două legături sigure între treptele scării precum și legături duble la dispozitivul de captare și la proza de pământ, executate cu bandă sau conductor rotund de oțel cu secțiunea de 100 mm<sup>2</sup>;

- în cazul a două scări, dacă pentru fiecare scară se respectă condițiile de mai sus astfel încât o scară să constituie o coborâre.

3.4.8. Nu se admite folosirea elementelor metalice interioare (scări, conducte de fum, conducte pentru evacuarea gazelor, dispozitive de ridicat etc.) drept coborâri, dar este necesar să li se asigure la execuție continuitatea electrică și să fie legate la coborâri.

3.4.9. Nu se admite folosirea armăturilor metalice din beton armat drept coborâri, dar armăturile se leagă la acestea sus, jos și intermediar la intervale egale de max. 60 m la coșurile cu înălțimea peste 20 m și cel puțin jos, la cele cu înălțimea sub 20 m.

3.4.10. În cazurile în care nu sunt îndeplinite condițiile de la art. 3.4.7. se prevăd conductoarele de coborâre.

Pe lungimea de la vârful coșului în jos egală cu de 5 ori diametrul la vârf al coșului, dar de min. 3 m, considerată expusă la fumul sau gazele evacuate pe coș, conductoarele de coborâre se execută din oțel rotund zincat cu diametrul minim de 16 mm sau din platbandă din oțel zincat de 40 x 4 mm și se protejează suplimentar cu vopsea anticorrosivă. În rest, conductoarele de coborâre se pot executa din oțel rotund zincat cu diametru de 10 mm sau din platbandă din oțel zincat de 30 x 3 mm.

3.4.11. La coșurile prevăzute cu două conductoare de coborâre acestea se amplasează astfel:

- cel puțin una din coborâri se montează în apropierea scării pe coș, iar dacă coșul are două scări se montează câte o coborâre lângă fiecare scară;

- cele două coborâri se așează pe părțile opuse ale coșului.

Dacă la coș sunt prevăzute gheare de picior, cel puțin una din coborâri se amplasează lângă gheară. În cazul în care sunt două șiruri de gheare, lângă fiecare șir se montează o coborâre.

3.4.12. Elementele metalice montate pe coș (de ex. învelitorile metalice de la gura coșului, ventilatoarele, filtrele, platformele, rezervoarele de apă) se leagă la conductoarele de coborâre. Elementele metalice cu dimensiuni mari pe verticală (de ex. conducte metalice) atât la punctul cel mai de sus cât și la punctul cel mai de jos al acestora se leagă la coborâri (pentru egalizarea potențialelor).

3.4.13. În cazul coșurilor industriale montate pe o construcție cu IPT sau cuplate cu o construcție cu IPT, se admite cu una dintre coborâri să se lege la IPT a construcției, cealaltă fiind legată direct la priza de pământ.

#### **D. Legături pentru egalizarea potențialelor**

3.4.14. La priza de pământ a coșului se leagă pentru egalizarea potențialelor toate elementele metalice de dimensiuni mari în contact cu pământul (de ex. cazane, rezervoare, conducte, schelete etc.) aflate pe o rază de până la 10 m, în jurul bazei coșului, din exteriorul sau interiorul construcțiilor.

3.4.15. Egalizări de potențial între conductoare de coborâre, tuburi, conducte, echipamente metalice, oțelul armăturilor, scheletul metalic etc. la coșurile cu înălțimea peste 20 m se fac sus, jos și intermediar, la distanțe egale, de cel mult 60 m, iar la cele cu înălțimea sub 20 m la nivelul solului.

3.4.16. Instalația electrică de iluminat din exteriorul coșurilor (corpurile de iluminat, conductele electrice) se amplasează atunci când este posibil, cel puțin la distanța prevăzută la art. 2.4.B. față de captatori și coborâri. Pentru protecția împotriva trăsnetului se leagă, partea metalică a instalației electrice de la corpul de iluminat de la partea superioară și de la partea inferioară ale coșului, la elementul IPT cel mai apropiat.

NOTĂ: Se recomandă ca protecția împotriva loviturilor laterale de trăsnet a instalațiilor de iluminat să se realizeze introducând în toate locurile de montaj ale corpurilor de iluminat, DRV între conductoarele active și coborârea cea mai apropiată. Conductoarele de protecție se leagă direct la o coborâre. Pe traseul conductoarelor electrice ale instalației de iluminat, între două corpuri de iluminat nu este necesară montarea DRV când conductoarele nu sunt întrerupte pe acest traseu.

3.4.17. Corpurile de iluminat ale instalației de balizaj se protejează legându-se direct sau indirect la IPT în condițiile prevăzute la art. 2.3.E.

#### **3.5. Construcții în formă de turn**

## **A. Turnuri de răcire**

3.5.1. Turnurile de răcire metalice se prevăd cu dispozitive de captare și conductoare de coborâre, dacă nu îndeplinesc condițiile de continuitate între elementele componente, de îmbinare și de secțiune minimă date la art. 2.3.5. Legătura la pământ se asigură conform prevederilor din subcap. 2.3.D.

3.5.2. În cazul turnurilor de răcire nemetalice și a celor metalice care nu îndeplinesc condițiile de la art. 3.5.1. se poate utiliza drept dispozitiv de captare natural balustrada metalică de protecție de la partea superioară a turnului. În lipsa acesteia, pe marginea superioară a turnului se montează un conductor de captare, executat din materiale având dimensiunile minime conform prevederilor din tabelul 17.

La turnuri cu înălțimea peste 20 mm, dimensiunile minime ale materialelor se majorează respectându-se art. 2.3.115.

3.5.3. Scheletul metalic și armăturile betonului armat ale structurii turnurilor de răcire se pot utiliza drept coborâri dacă se iau măsuri de proiectare și execuție pentru îndeplinirea condițiilor de la subcap. 2.3.C.

Verificarea zonei de protecție se face cu metoda sferei rotative corespunzătoare nivelului întărit de protecție (nivel I și II).

3.5.4. La turnurile de răcire la care nu sunt îndeplinite condițiile de la art. 3.5.1. sau 3.5.3. se prevăd conductoare de coborâre executate din materiale având dimensiunile stabilite conform prevederilor din tabelul 17 (ținându-se seama și de observația 5 din tabel) și art. 2.3.115.

La turnurile de răcire cu perimetrul marginii superioare până la 20 inclusiv se prevăd 2 coborâri. La perimetre mai mari de 20 m se instalează câte un conductor în plus pentru fiecare 20 m suplimentări.

3.5.5. Legarea la pământ a turnurilor de răcire se face conform prevederilor de la subcap. 2.3.D.

3.5.6. Egalizările de potențial și interconectarea conductelor de coborâre se execută în condițiile prevăzute la coșuri.

## **B. Castele de apă**



3.5.7. Castelele de apă se prevăd cu un dispozitiv de captare format dintr-un conductor montat pe marginea acoperișului. Dacă forma și dimensiunile acoperișului castelului o cer, se execută un dispozitiv de captare de tip rețea pe suprafața acoperișului. Materialele conductoarelor de captare și dimensiunile lor minime se aleg din tabelul 17 ținându-se seama și de art. 2.3.115. Ochiurile rețelei de captare trebuie să fie de cel mult 10 x 10 m.

3.5.8. Zona de protecție se determină la castelele cu înălțimea peste 20 m cu metoda sferei rotative fictive, corespunzătoare nivelului întărit de protecție (nivel II).

Pentru castelele cu înălțimi sub 20 m se pot folosi și celelalte metode pentru stabilirea zonei de protecție.

3.5.9. Conductoarele de coborâre și priza de pământ ale castelelor de apă se realizează conform prevederilor corespunzătoare de la turnurile de răcire.

### **C. Turle, clopotnițe și foișoare**

3.5.10. Dispozitivul de captare se poate realiza folosindu-se învelitoarea metalică a acoperișului și elementele metalice naturale ale construcției (de ex. tije port-drapel, cruci, elemente decorative etc.) dacă acestea îndeplinesc condițiile de continuitate între elementele componente, de îmbinare și secțiune minimă de la art. 2.3.6.

Zona de protecție pentru turle, clopotnițe și foișoare cu înălțimea peste 20 m se determină cu metoda sferei rotative fictive corespunzătoare protecției întărite (nivelul II de protecție).

3.5.11. Scheletul metalic sau din beton armat se poate folosi drept coborâre în condițiile prevăzute la subcap. 3.3.B.

În cazul în care nu pot fi îndeplinite condițiile de mai sus, turlele și foișoarele se prevăd cu conductoare de coborâre instalate în beton sau la exterior.

3.5.12. Turlele, clopotnițele și foișoarele independente de alte construcții, indiferent de înălțime, se prevăd cu cel puțin două conductoare de coborâre.

3.5.13. Turlele și clopotnițele care fac parte dintr-o construcție (de ex. a unei biserici) se prevăd cu o coborâre, dacă înălțimea lor este de cel mult 20 m și cu două coborâri, dacă înălțimea lor este de peste 20 m.

Cel puțin una dintre coborâri se leagă direct la priza de pământ a IPT a corpului construcției (atunci când această IPT a fost prevăzută deoarece zona de protecție a IPT a turlei sau clopotniței nu acoperă și corpul construcției).

Între IPT a turlei sau clopotniței și IPT a construcției se execută legături atât la partea superioară a acoperișului cât și la partea inferioară a construcției.

3.5.14. Conductoarele IPT se dispun față de părțile metalice și instalațiile electrice ale turelor la distanțe de min. 1,5 ori mai mari decât acelea determinate pe baza subcap. 3.4.B.

3.5.15. Egalizarea de potențial în legătură cu instalațiile electrice se realizează prin intermediul aparatelor de protecție la supratensiuni (descărcătoare etc.) montate la partea de jos a construcției sau la tabloul electric.

### **3.6. Spitale și clinici**

3.6.1. La spitale și clinici care necesită IPT și care au în dotare echipament medicale pentru investigații și tratamente medicale în a căror componentă intră elemente sensibile la efectele indirecte ale trăsnetului (de ex. elemente electronice), rețelele de captare se execută cu ochiuri de max. 10 x 10 și se prevede câte un conductor de coborâre la fiecare 10 m de perimetru al acoperișului clădirii. Armăturile planșeelor se leagă între ele și la coborâri.

3.6.2. În construcții care nu au structura din beton armat sau cu schelet metalic, părțile metalice ale instalațiilor electrice din zona încăperilor cu echipamente medicale cu elemente componente sensibile la supratensiuni se leagă la IPT în zona prizei de pământ, de ex. la priza de fundație, la bara pentru egalizarea potențialelor din subsol sau aproximativ la nivelul solului.

3.6.3. Elementele metalice ușor accesibile și elementele metalice cu acționări mecanice sau electrice (de ex. parasolare acționate mecanic sau jaluzele acționate electric) se leagă la IPT și la egalizarea de potențial special aplicată în spitalele și clinicile respective, conform reglementărilor specifice.

Egalizarea de potențial pentru IPT nu se admite să fie situată în același plan cu egalizarea de potențial specială din spitale.

Restul măsurilor de protecție împotriva efectelor indirecte ale trăsnetului se aplică conform prevederilor de la subcap. 2.3.E. și subcap. 2.4.

### **3.7. Clădiri cu acoperișul din materiale combustibile (de gradul IV și V de rezistență la foc)**

3.7.1. La clădiri încadrate în gradul IV și V de rezistență la foc nu se admite utilizarea elementelor metalice de pe acoperișul din materiale combustibile drept dispozitive de captare naturale.

3.7.2. La clădirile cu acoperișurile executate din materiale combustibile de tip paie, trestie, șiță, șindrilă, stuf etc. dispozitivul de captare se execută cu minimum de conexiuni. Conexiunile necesare se execută numai prin sudare.

3.7.3. Pe acoperișurile din materiale combustibile de tip paie, stuf etc. conductoarele de captare se montează bine întinse, pe suporturi din materiale izolante și greu combustibile sau incombustibile (de ex. lemn de esență tare tratat ignifug, izolatori de j.t. din porțelan sau din alt material izolant rezistent la intemperii, beton nearmat etc.) la distanța de min. 0,6 m față de coama acoperișului și de min. 0,4 m față de suprafața acoperișului (vezi tabelul 13).

3.7.4. Elementele metalice de pe astfel de acoperișuri (de ex. giruete, scări stc.) se montează pe suporturi din materiale izolante și la distanță de conductoarele dispozitivului de captare stabilite conform subcap. 2.4.B.

3.7.5. Dacă pe acoperișul din materiale combustibile al clădirii există elemente metalice proeminente (de ex. luminatoare, ferestre sau coșuri metalice sau cu rame metalice) sau cu suprafața mai mare de 1 m<sup>2</sup>, protecția la trăsnet a clădirii se realizează cu IPT independentă (cu tijă, conductoare sau rețea).

3.7.6. Se interzice montarea antenelor și a instalațiilor electrice pe acoperișuri din materiale combustibile de tip stuf, paie, trestie etc. la construcții care nu sunt prevăzute cu IPT.

La construcțiile cu acoperișuri din materiale combustibile de tipurile enumerate anterior, antenele și instalațiile electrice se instalează față de elementele dispozitivului de captare la o distanță de cel puțin 0,5 m.

3.7.7. Ramurile copacilor se taie de câte ori este necesar pentru a le menține la o distanță de cel puțin 2 m față de acoperișul din materiale combustibile al clădirii. Dacă lângă clădire sunt copaci care depășesc coama acoperișului, se prevede un conductor de captare pe marginea dinspre copaci a acoperișului.

3.7.8. Conductoarele de coborâre montate pe elementele de construcție din materiale combustibile ale clădirii se instalează pe suporturi din materiale izolante și cel puțin greu combustibile (lemn de esență tare tratat ignifug, izolatori de j.t. din porțelan sau alt material izolant rezistent la intemperii, beton nearmat) la distanță de min. 0,4 m de acestea. Distanța dintre conductoarele de coborâre și streașina acoperișului combustibil să fie de min. 15 cm.

3.7.9. Se interzice traversarea acoperișului din materiale combustibile cu conductoarele IPT. În cazuri excepționale se admite trecerea conductoarelor IPT prin astfel de acoperișuri cu condiția ca pe porțiunea de trecere conductorul IPT să fie protejat cu un material incombustibil și izolant electric având o grosime care să asigure protecția necesară și lungimea de min. 0,6 m de o parte și de alta a trecerii.

3.7.10. În cazul în care acoperișul combustibil al clădirii este susținut pe schelet metalic, acesta poate fi utilizat drept coborâri în condițiile subcap. 2.4.B.

Legătura dintre conductoarele de captare și conductoarele de coborâre se execută prin conductoare protejate și izolate de porțiunea de trecere prin acoperișul din material combustibil.

### **3.8. Depozite deschise de furaje fibroase de paie și de alte materiale similare**

3.8.1. Depozitele deschise fără acoperiș pot fi protejate prin IPT independentă cu tije de captare fixate pe stâlpi sau prin conductoare de captare întinse deasupra susținute de stâlpi.

Conductoarele de captare și conductoarele de coborâre se instalează la o distanță de cel puțin 0,6 m față de materialele ușor combustibile (fân, paie etc.).

3.8.2. La depozitele deschise cu acoperiș conductoarele de coborâre se instalează astfel încât distanța față de materialele depozitate să fie de cel puțin 0,6 m. Dacă nu poate fi respectată această distanță în locurile de apropiere nereglementară se prevăd pereți din materiale incombustibile cu rezistența la foc de cel puțin 15 min.

### **3.9. Amenajări pentru sport (cu public)**

3.9.1. La amenajările pentru sport prevăzute cu protecție la trăsnet, se cuprind în această protecție:

- toate construcțiile, inclusiv tribunele acoperite și zonele de acces;
- pilonii pentru iluminat și stâlpii pentru steaguri;
- balustradele metalice și gardurile metalice de la tribune și de la locurile spectatorilor;
- oricare parte metalică de mari dimensiuni (de ex. tablele de marcaj).

3.9.2. La locurile spectatorilor din tribune și gradene neacoperite se prevăd tije de captare care depășesc cel mai înalt loc cu min. 5 m. Numărul și înălțimea tijelor de captare precum și distanța dintre ele rezultă pe baza determinării zonelor de protecție conform 30 x 3 mm.

3.9.3. Drept tije de captare și conductoare de coborâre se pot utiliza tijele sau pilonii metalici pentru steaguri. Cei din material neconductor electric, dacă este necesar, se prevăd cu elemente de captare și coborâre.

3.9.4. Toate părțile metalice care se găsesc în zona terenului pentru sport, a locurilor spectatorilor și a căilor de acces pentru public (de ex. pilonii, balustradele) precum și elementele metalice mari (de ex. dispozitivele de afișaj) inclusiv părțile metalice ale clădirilor anexe se leagă la priza de pământ a amenajării sportive respective.

3.9.5. Protecția oamenilor împotriva tensiunilor de atingere și de pas la căderea trăsnetului se asigură respectându-se condițiile din subcap. 2.4.

3.9.6. La stâlpii pentru iluminat cu înălțimi peste 20 m se iau măsuri în vederea egalizării potențialelor între instalațiile electrice și IPT. La tabloul principal de lumină și la baza fiecărui stâlp se prevăd aparate de protecție împotriva supratensiunilor pentru legături de echipotențializare între părțile actuale ale instalației electrice și proza de pământ a IPT.

Dacă fiecare stâlp are tablou de distribuție propriu este suficientă prevederea aparatelor de protecție împotriva supratensiunilor în aceste tablouri. Mantalele metalice și învelișurile metalice ale cablurilor se leagă la instalația de legare la pământ.

### **3.10. Poduri**

3.10.1. Podurile din oțel și din cabluri de oțel nu necesită dispozitiv de captare și conductoare de coborâre.

3.10.2. La podurile din beton armat în punctele cele mai înalte se prevăd tije de captare din oțel cu dimensiunile conform tabelului 17 și cu înălțimea de 0,3-0,5 m. Aceste tije pot fi realizate prin capete de armături care ies din beton, lăsate la construirea podului.

Drept conductoare de coborâre se utilizează oțelul din armătură luându-se măsurile necesare în timpul execuției (de ex. executând suduri între conductoarele verticale și cele orizontale). La necesitate se pot introduce în beton conductoarele de coborâre.

3.10.3. Se interzice legarea conductoarelor IPT la armăturile pretensionate ale podurilor.

3.10.4. Prizele de pământ se realizează folosind părțile metalice în contact cu pământul ale podurilor (chesoane, armăturile fundațiilor, armăturilor fundațiilor stâlpilor etc.). Dacă aceste părți nu sunt accesibile sau nu pot fi legate la IPT trebuie realizate prize de pământ conform prevederilor din cap. 2.

3.10.5. Reazemele de toate tipurile ale podurilor se șuntează prin conductoare izolate cu secțiunea de min. 50 mm<sup>2</sup> Cu și se leagă la instalația de legare la pământ dacă această legare nu s-a realizat prin construcție.

3.10.6. Părțile metalice care nu sunt legate la armături sau la scheletul metalic (de ex. balustrade, pilonii steagurilor) se leagă la acestea. Întreruperile de la balustrade trebuie de asemenea șuntate.

3.10.7. Instalațiile electrice ale podurilor se includ în egalizarea de potențial pentru IPT.

3.10.8. La podurile care au și căi pentru circulația pietonilor se aplică măsuri suplimentare pentru protecția persoanelor în locurile cu pericol datorită tensiunilor de pas sau atingere, de ex. prin distribuția potențialelor sau prin izolarea locurilor unde se staționează spre calea de acces către trepte și la rampele pentru pietoni.

### **3.11. Instalații mobile de ridicat și transportat din aer liber (de pe șantiere)**

3.11.1. Șinele de rulare ale macaralelor turn se leagă la prize de pământ la ambele capete. Dacă șinele au o lungime mai mare de 20 m se leagă câte o priză de pământ din 20 m în 20 m dacă nu există asigurarea continuității șinei la joante.

3.11.2. Șinele de rulare ale macaralelor turn se leagă prin legături duble cu armăturile fundațiilor construcțiilor.

3.11.3. Aparatele și mașinile cu carcase metalice, indiferent de amplasarea lor și țevile metalice care se găsesc pe o rază de 20 m în jurul șinelor de rulare, se leagă la acestea.

3.11.4. Părțile metalice izolate electric față de pământ ale macaralelor turn nu se leagă la pământ.

### **3.12. Construcții cu instalații având componente sensibile la supratensiuni (instalații AMC cu circuite electronice pentru prelucrarea sau transmiterea de informații)**

3.12.1. În construcțiile care au instalații în a căror componentă intră elemente constitutive sensibile la supratensiuni atmosferice, la realizarea protecției la trăsnet a construcției trebuie să se respecte cel puțin următoarele condiții:

- numărul de conductoare în dispozitivele de captare și de coborâre se mărește astfel încât distanțele între ele să fie de max. 5 m și eventual se prevăd chiar fațade metalice pentru ecranări;

- armăturile tuturor planșeelor, pereților, fundațiilor și structurile metalice de susținere a acoperișului se leagă la IPT;

- instalațiile de legare la pământ ale tuturor instalațiilor din construcția respectivă se leagă între ele prin intermediul mantalelor cablurilor (dacă mantalele au secțiuni conform tabelului 17), conductelor de instalații (cu excepția celor pentru fluide combustibile) și ale altor părți metalice similare.

3.12.2. În instalațiile respective se recomandă să se ia în afara protecției la supratensiuni prevăzută de producătorii echipamentelor sau aparatelor și următoarele măsuri:

- aparatele se ecranează sau se aleg de tip cu ecran împotriva influențelor inductive și capacitive;
- se folosesc cabluri și conducte cu ecran metalic, poduri metalice pentru pozarea cablurilor electrice, iar armăturile cablurilor se leagă electric și continuu între ele;
- între părțile active ale instalațiilor electrice și priza de pământ se intercalează aparate de protecție la supratensiuni.

În afara acestor măsuri se aplică și acelea prevăzute în normele specifice pentru instalarea și exploatarea echipamentelor și aparatelor respective sau în instrucțiunile producătorilor acestora.

3.12.3. Aparatele cu elemente constitutive sensibile la supratensiuni, instalate pe acoperișurile construcțiilor sau pe părțile lor exterioare (de ex. aparatura de măsură meteorologică, camere de luat vederi TV etc.) nu se leagă la dispozitivul de captare. Ele se ecranează (protejează) prin una sau mai multe tije-captator cu unghi de protecție de 45° sau printr-o colivie metalică, distanțată față de aparatele de protejat la o distanță stabilită conform subcap. 2.4.B. și cu ochiurile rețelei având dimensiunea cel mult egală cu jumătate din această distanță. În cazurile în care nu se pot realiza ecranări la loviturile directe ale trăsnetului (de ex. la antene) respectivele elemente metalice se leagă la IPT și se folosesc drept elemente ale dispozitivului de captare.

3.12.4. Dacă ecranul de protecție realizat prin tije-captator poate fi instalat la o distanță față de aparate stabilită conform art. 3.12.3. al. 1 (de ex. la aparate de măsură din clădiri turn, coșuri) trebuie respectate prevederile de la art. 3.12.2. îndeosebi cele referitoare la folosirea cablurilor ecranate.

Aparatele pot fi protejate în carcase metalice.

[\[top\]](#)



## 4. IPT CU DISPOZITIVE DE AMORSARE

### 4.1. Generalități

4.1.1. Prezentul capitol se aplică la IPT cu dispozitive de amorsare (PDA) împotriva loviturilor directe de trăsnet ale tuturor construcțiilor care fac obiectul prezentului normativ, cu înălțimi mai mici de 60 m, precum și a zonelor deschise la care considerentele economice și estetice impun această soluție.

Acest capitol nu tratează protecția instalațiilor electrice împotriva supratensiunilor de origine atmosferică transmisă prin rețele.

4.1.2. Un paratrăsnet cu dispozitiv de amorsare (PDA) este compus dintr-un vârf de captare, un dispozitiv de amorsare și o tijă suport pe care se găsește un sistem de conexiune al conductorului de coborâre.

### 4.2. Determinarea zonei de protecție

4.2.1. Pentru determinarea zonei de protecție a unui PDA, se utilizează metoda electromagnetică (sfera fictivă).

4.2.2. PDA se instalează, de preferință, pe locul cel mai înalt al construcției, respectiv al zonei care o protejează.

4.2.3. Un PDA este caracterizat prin avansul propriu al amorsării ( $\Delta T$ ). Acesta este determinat de către producător prin încercări de laborator și in situ. Prin aceste încercări se compară un PDA cu o tijă simplă de aceeași înălțime, amplasată în aceleași condiții ([fig. 17](#)).

Avansul amorsării  $\Delta T$ , care servește la calculul razei de protecție se determină cu relația:

$$\Delta T = T_{PTS} - T_{PDA}$$

$T_{PTS}$  - timpul de amorsare mediu al unui lider ascendent pentru un paratrăsnet cu tijă simplă;

$T_{PDA}$  - idem pentru paratrăsnet cu dispozitiv de amorsare.

4.2.4. Volumul de protejat este delimitat de suprafața de revoluție care are aceeași axă cu PDA și este delimitată de razele de protecție  $R_p$  corespunzătoare diferitelor înălțimi  $h$ , conform [figurii 18](#).

4.2.5. Raza de protecție a unui PDA,  $R_p$ , depinde de nivelul de protecție ales, de lungimea suplimentară determinată de avansul amorsării  $\Delta L$  ([fig. 17b](#)) și de înălțimea sa de instalare  $h$ .

$\Delta L$  este lungimea suplimentară determinată de avansul  $\Delta T$  al PDA și se calculează cu relația:

$\Delta L = v(\text{m}/\mu\text{s}) \times \Delta T(\mu\text{s})$  în care:

$\Delta T$  = avansul amorsării al PDA dat de producător și este caracteristic tipului de PDA;

$v[\text{m}/\mu\text{s}]$  - este viteza de propagare a liderului ascendent și descendent; în calcule se poate adopta valoarea medie  $v = 1 \text{ m}/\mu\text{s}$ ; experimental s-a constatat ca  $v = 0,9 \div 1,1 \text{ m}/\mu\text{s}$

Înălțimea de instalare  $h$  reprezintă înălțimea varfului PDA în raport cu planul orizontal care trece prin elementul de construcție protejat ([fig. 18](#))

Raza de protecție se calculează cu relația:

pentru  $h \geq 5\text{m}$

Pentru  $h \leq 5\text{m}$ ,  $R_p$  se determină cu ajutorul abacelor din [fig. 19a](#), [fig. 19b](#), [fig. 19c](#), [fig. 19d](#).

$R$  raza sferei fictive:

20 m - pentru nivelul întărit de protecție (II)

30 m - pentru nivelul intarit de protectie (II)

45 m - pentru nivelul normal de protectie (III)

60 m - pentru nivelul normal de protectie (IV)

4.2.6. PDA pot fi din cupru, oțel cuprat sau oțel inox. Tija și vârful au o secțiune conductoare mai mare de  $120 \text{ mm}^2$ .

4.2.7. Vârful unui PDA trebuie să fie cu cel puțin 2 m deasupra zonei pe care o protejează (de ex. inclusiv antenele, turnurile de răcire, acoperișurile, rezervoarele etc.).

4.2.8. Atunci când IPT conține mai multe PDA pentru aceeași construcție, acestea se leagă între ele printr-un conductor, conform tabelului 17, cu excepția situațiilor în care acesta trebuie să ocolească obstacole (cornișe, aticuri) denivelări pozitive și negative mai mari de 1,5 m (vezi [fig. 10](#)).

4.2.9. Dacă trebuie protejate suprafețe deschise (terenuri de sport, campinguri, piscine etc.), PDA se instalează pe suportți speciali: stâlpi, catarge, piloni, sau pe altă construcție învecinată care permite acesteia să acopere întreaga zonă de protejat.

4.2.10. Atunci când catargele sunt ancorate cu hobane, acestea se leagă în punctele de ancorare de jos, la conductoarele de coborâre prin conductoarele conform tabelului 17.

4.2.11. La proiectarea unei instalații de protecție la trăsnet, trebuie să se țină seama de elementele arhitecturale favorabile instalării unui PDA. Acestea sunt de regulă elementele cele mai înalte ale construcției.

### **4.3. Conductoarele de coborâre**

4.3.1. Fiecare PDA este legat la pământ prin cel puțin o coborâre.

Sunt necesare cel puțin două coborâri în următoarele cazuri:

- dacă proiecția pe orizontală a conductorului de coborâre este mai mare decât proiecția pe verticală (vezi [fig. 20](#)).
- dacă înălțimea construcției este mai mare de 28 m.

Acestea trebuie dispuse pe fațade opuse.

4.3.2. Conductoarele de coborâre trebuie să aibă dimensiunile minime din tabelul 17.

Este interzisă utilizarea cablurilor coaxiale izolate drept conductoare de coborâre.

4.3.3. În cazul în care se utilizează un contor de lovituri de trăsnet, acesta trebuie amplasat pe conductorul de coborâre cel mai scurt și deasupra piesei de separație.

4.3.4. 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 condițiile de la scubcap. 2.3.E.

#### **4.4. Prize de pământ**

4.4.1. Fiecare coborâre a PDA trebuie să aibă cel puțin o legătură la o priză de pământ.

4.4.2. Prizele de pământ artificiale sunt din:

- a) conductoare care se dispun radial-orizontal, de mari dimensiuni (7-8 m lungime) îngropate la cel puțin 50 cm adâncime ([fig. 14a](#));

b) mai mulți electrozi verticali cu lungimea totală de minimum 6 m dispuși în linie sau triunghi, distanțați între ei la o distanță cel puțin egală cu lungimea electrozilor legați între ei.

Se recomandă forma triunghiulară pentru electrozii verticali ([fig. 14b](#)).

#### **4.5. Reguli particulare**

4.5.1. În cazul în care în volumul de protejat se află o antenă individuală sau colectivă, catargul antenei trebuie legat prin intermediul unui dispozitiv de protecție împotriva supratensiunilor sau descărcător, la conductoarele de coborâre ale IPT.

4.5.2. Se poate utiliza, ca suport comun pentru PDA și antenă, un catarg obișnuit în următoarele condiții:

- catargul este din țeavă suficient de rezistentă și nu necesită ancorare prin hobane;
- PDA se fixează în vârful catargului;
- vârful PDA depășește cu cel puțin 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.

4.5.3. În cazul acoperișurilor de paie, PDA se amplasează pe coș. Conductoarele de coborâre trebuie să aibă diametrul de 8 mm, din cupru și se instalează pe acoperiș, pe suportți izolați, distanțați la 0,4 m.

4.5.4. Datorită înălțimii mari și ionizării aerului produse de fum și gaze calde, coșurile uzinelor sunt puncte de impact predilecte ale trăsnetului.

La partea superioară a acestora se instalează, în direcția vântului, PDA, confecționat din materiale rezistente la coroziune, temperatură ș.a.

4.5.5. Pentru coșuri cu înălțimi mai mari de 40 m sunt necesare cel puțin două coborâri, repartizate uniform, dintre care una pe direcția vântului dominant. Aceste coborâri se leagă între ele prin centuri în părțile de sus și jos la baza coșurilor. Fiecare coborâre se leagă la priza de pământ.

4.5.6. Toate elementele metalice exterioare și interioare se leagă la conductoarele de coborâre în locul cel mai apropiat, conform subcap. 2.3.E.

#### **4.6. Zone de stocaj a produselor inflamabile sau care determină încadrarea în categoriile A, B pericol de incendiu**

4.6.1. Dispozitivele PDA se montează pe catarge, stâlpi, piloni sau altă structură exterioară perimetrului de protejat, astfel încât să domine această zonă. Locul de amplasare al acesteia trebuie să țină seama de raza de protecție determinată conform prezentului normativ.

#### **4.7. Turle, clopotnițe și foișoare**

4.7.1. Turlele, clopotnițele și foișoarele sunt puncte preferențiale ale trăsnetului, datorită formelor proeminente.

4.7.2. Atunci când construcția are mai multe proeminențe, PDA se instalează pe proeminența cea mai înaltă. PDA se leagă direct la pământ printr-un conductor de coborâre al cărui traseu este în lungul acestei proeminențe.

4.7.3. Un al doilea conductor de coborâre dispus pe coama naosului bisericilor se prevede atunci când este îndeplinită una din următoarele condiții:

- înălțimea totală a clopotniței, turlei sau foișorului (H) este mai mare de 28 m;
- lungimea naosului depășește volumul de protecție.

În acest caz, a doua coborâre va porni din vârful turnului principal.

4.7.4. Dacă la extremitatea naosului există o cruce sau o statuie nemetalică și biserica este echipată cu două coborâri, pe aceasta se va instala o tijă de captare.

[\[top\]](#)

## 5. VERIFICĂRI

5.1. Întreținerea și verificările periodice ale unei instalații de protecție împotriva trăsnetelor sunt obligatorii deoarece în timp, unele elemente ale IPT își pot pierde eficacitatea datorită coroziunii, intemperiiilor, șocurilor mecanice și loviturilor de trăsnet. Caracteristicile mecanice și electrice ale unei IPT trebuie să fie menținute conform prevederilor normei pe toată durata de viață a IPT.

5.2. Instalația de protecție împotriva trăsnetelor trebuie să fie verificată:

- inițial, la punerea în funcțiune;
- periodic în exploatare (vezi tabelul 22).

5.3. La recepția construcției, pentru IPT se va prezenta un document privind calitatea execuției IPT.

### Verificări inițiale

5.4. Proiectul de execuție pentru IPT se verifică de către persoane fizice atestate de către MLPAT privind exigențele de performanță în construcții.

5.5. La recepția IPT se verifică:

- natura, secțiunile și dimensiunile dispozitivelor de captare;
- natura și secțiunea materialelor utilizate pentru conductoarele de coborâre;
- traseele, amplasamentul și continuitatea electrică a conductoarelor de coborâre;
- fixarea mecanică a diferitelor elemente ale instalației;

- compatibilitatea, din punctul de vedere al coroziunii, între materialele utilizate;
- respectarea distanțelor de protecție și/sau a legăturilor de echipotenzializare;
- rezistența prizelor de pământ;
- interconectarea prizelor de pământ;
- documentele de agrementare ale elementelor noi ale IPT (de ex. PDA, dispozitive de protecție la supratensiuni).

Dacă IPT este echipată cu PDA se verifică dacă PDA depășește cu cel puțin 2 m înălțime ansamblul zonei de protejat.

În cazul în care un conductor al IPT nu este vizibil parțial sau în întregime pentru a putea fi verificat, se recomandă măsurarea continuității sale electrice.

### Verificări periodice

5.6. Se recomandă ca periodicitatea verificărilor în funcție de nivelul de protecție să fie conform tabelului 2.2.

Tabelul 2.2.

**Periodicitatea verificărilor la IPT**

<b>Nivelul de protecție</b>	<b>Periodicitatea normală - ani -</b>	<b>Periodicitatea severă - ani -</b>
Întărit (I)	2	1
Întărit (II)	3	2



Normal (III)	3	2
Normal (IV)	4	3

NOTĂ: În zone cu atmosferă corozivă se recomandă verificarea cu periodicitate severă.

5.7. Verificarea IPT este obligatorie și după fiecare modificare sau reparare a construcției, după toate loviturile de trăsnet pe construcție, după seisme sau explozii în apropierea construcției.

Notă: Pentru a se cunoaște exact dacă o construcție a fost sau nu lovită de trăsnet, se recomandă instalarea pe o coborâre a unui contor de înregistrare a loviturilor de trăsnet.

5.8. Toate defecțiunile constatate la verificarea unei IPT trebuie remediate fără nici o întârziere.

### **Modul de efectuare a verificărilor**

5.9. Verificările se efectuează:

- prin inspecția vizuală;
- prin măsurări.

5.10. Inspecția vizuală se face pentru a constata dacă:

- eventualele modificări sau extinderi ale construcției impun completarea IPT existente;

- continuitatea electrică a conductoarelor vizibile este conformă cu cerințele;
- fixarea diferitelor componente și protecția mecanică sunt în stare bună;
- nici o parte a IPT nu a fost afectată de coroziune;
- distanțele de protecție sunt respectate și legăturile echipotențiale sunt suficiente și în stare bună.

5.11. Măsurările trebuie efectuate pentru a se verifica:

- continuitatea electrică a conductoarelor ascunse;
- funcționarea PDA;
- rezistența de dispersie a prizelor de pământ.

5.12. La verificarea continuității electrice a unui conductor de coborâre, măsurarea se face după separarea acestuia de priza de pământ prin piesa de separație (cu ajutorul unui megohmmetru de 500 V sau a altui aparat corespunzător pentru măsurarea rezistențelor).

5.13. Rezistența de dispersie a prizei de pământ se măsoară cu echipamente și metode agrementate.

5.14. Funcționarea PDA se verifică cu aparatele și metodele indicate de producător.

5.15. Rezultatele fiecărei verificări periodice trebuie consemnate într-un raport care mai trebuie să cuprindă:

- data efectuării verificărilor și măsurărilor;
- condițiile meteo în timpul efectuării acestora;

- metoda și aparatele folosite;
- deficiențele constatate și măsurile de remediere a acestora.

[\[top\]](#)

## ANEXA 1

### PRESCRIȚII CONEXE NORMATIVULUI

- |                     |   |
|---------------------|---|
| 1. SR CEI 60099-1   | Descărcătoare. Partea 1. Descărcătoare cu rezistență variabilă cu eclatoare pentru rețele de curent alternativ. |
| 2. SR CEI 60104     | Sârme de aliaj de aluminiu-magneziu-siliciu pentru conductoarele liniilor aeriene                               |
| 3. SR CEI 60227     | Conductoare și cabluri izolate cu PVC de tensiune nominală până la 450-750 V, inclusiv. Standard pe părți.      |
| 4. SR CEI 60364     | Instalații electrice în construcții. Standard pe părți.   |
| 5. SR CEI 60888     | Sârme de oțel zincate pentru conductoare cablate.   |
| 6. SR CEI 60889     | Sârmă de aluminiu trasă la rece în stare de ecruisare tare pentru conductoarele liniilor aeriene.               |
| 7. SR CEI 61024-1   | Protecția structurilor împotriva trăsnetului. Partea 1: Principii generale                                      |
| 8. SR CEI 61024-1-1 | Protecția structurilor împotriva trăsnetului. Partea 1:Principii generale. Secțiunea 1: Ghid                    |

A - Alegerea nivelurilor de protecție pentru instalațiile de protecție împotriva trăsnetului

9. SR EN 485-4 Aluminiu și aliaje de aluminiu. Table, benzi și table groase. Toleranțe de formă și la dimensiuni pentru produse laminate la rece.
10. SR EN 754-3 Aluminiu și aliaje de aluminiu. Bare și țevi trase. Partea 3. Bare rotunde, toleranțe la dimensiuni și de formă.
11. SR EN 754-5 Aluminiu și aliaje de aluminiu. Bare și țevi trase. Partea 5. Bare dreptunghiulare, toleranțe la dimensiuni și de formă.
12. SR EN 755-3 Aluminiu și aliaje de aluminiu. Bare, țevi și profile extrudate. Partea 3. Bare rotunde, toleranțe la dimensiuni și de formă.
13. SR EN 755-5 Aluminiu și aliaje de aluminiu. Bare, țevi și profile extrudate. Partea 5. Bare dreptunghiulare, toleranțe la dimensiuni și de formă.
14. SR EN 10143 Table și benzi de oțel acoperite termic continuu. Toleranța la dimensiuni și de formă.
15. SR EN 60099-4 Descărcătoare. Partea 4. Descărcătoare cu oxizi metalici fără eclatoare pentru rețele de curent alternativ.
16. STAS 291-2 Bare rotunde din aliaje cupru-zinc. Dimensiuni.
17. STAS 333 Oțel laminat la cald. Oțel rotund.
18. STAS 391-2 Bare rotunde de cupru. Dimensiuni.
19. STAS 392-2 Bare dreptunghiulare de cupru. Dimensiuni.
20. STAS 426-2 Table din cupru. Dimensiuni.

21. STAS 438-1 Produse de oțel pentru armarea betonului. Oțel beton laminat la cald. Mărci și condiții tehnice de calitate.
22. STAS 889 Sârmă rotundă trefilată din oțel, utilizată în scopuri generale.
23. STAS 908 Oțel laminat la cald. Bandă.
24. STAS 1946 Oțel laminat la cald. Tablă neagră.
25. STAS 2612 Protecția împotriva electrocutărilor. Limite admise.
26. STAS 2873 Sârme și bare dreptunghiulare din cupru și benzi din cupru pentru scopuri electrotehnice.
27. STAS 2873-1 Sârme și bare dreptunghiulare din cupru pentru electrotehnică.
28. STAS 3033 Sârmă rotundă din aluminiu pentru electrotehnică.
29. STAS 3734 Linii aeriene de energie electrică. Conductoare de oțel zincate.
30. STAS 3999 Aparate de protecție contra supratensiunilor. Clasificare și terminologie.
31. STAS 4102 Piese pentru instalații de legare la pământ de protecție.
32. STAS 6499-1 Sârmă și bare dreptunghiulare de aluminiu pentru scopuri electrotehnice.
33. STAS 6499-2 Benzi de aluminiu pentru scopuri electrotehnice.
34. STAS 8275 Protecția împotriva electrocutărilor. Terminologie
35. STAS 10128 Protecția contra coroziunii a construcțiilor din oțel supraterane. Clasificarea mediilor agresive.

36. STAS 10166-1 Protecția contra coroziunii a construcțiilor din oțel supraterane. Pregătirea mecanică a suprafețelor.
37. STAS 10702-1 Protecția contra coroziunii a construcțiilor din oțel supraterane. Condiții tehnice generale.
38. STAS 10702-2 Protecția contra coroziunii a construcțiilor din oțel supraterane. Acoperiri protectoare pentru construcții situate în medii neagresive, slab agresive și cu agresivitate medie.
39. STAS 12604-4 Protecția împotriva electrocutărilor prin atingere indirectă. Instalații electrice fixe. Prescripții generale.
40. STAS 12604-5 Protecția împotriva electrocutărilor prin atingere indirectă. Instalații electrice fixe. Prescripții de proiectare și execuție.
41. I 7 Normativ pentru proiectarea și executarea instalațiilor electrice cu tensiuni până la 1000 V c.a. și 150 V c.c.
42. I 18 Normativ pentru proiectarea și executarea instalațiilor interioare de telecomunicații din clădirile civile și industriale.
43. ID 17 Normativ pentru proiectarea, executarea, verificarea și recepționarea instalațiilor electrice în zone cu pericol de explozie.
44. P 118 Normativ de siguranță la foc a construcțiilor.
45. C 139 Instrucțiuni tehnice pentru protecția anticorosivă a elementelor de construcții metalice.
46. ND 910 Normativ pentru proiectarea și executarea liniilor de telecomunicații.
47. PE 109 Normativ privind alegerea izolației, coordonarea izolației și protecția instalațiilor electroenergetice împotriva supratensiunilor.

[\[top\]](#)

## ANEXA 2

### NUMĂRUL MEDIU ANUAL DE ZILE CU ORAJE (FURTUNI) (1961-1990)

Nr. crt.	Stația meteorologică	Nr. zile
1.	Alexandria	39.6
2.	Baia Mare	39.3
3..	Bistrița	42.4
4.	Bârlad	36.4
5.	Botoșani	29.8
6.	Brașov	40.0
7.	București-Băneasa	36.6
8.	Calafat	33.7
9.	Ceahlău (vârf 1900 m)	42.5
10.	Câmpina	45.8
11.	Câmpeni	38.4
12.	Câmpulung Mold.	34.7
13.	Câmpulung Muscel	55.3
14.	Constanța	24.8
15.	Craiova	35.2

16.	Curtea de Argeș	41.4
17.	Deva	47.2
18.	Drobeta Tr. Severin	42.8
19.	Făgăraș	45.2
20.	Fetești	29.2
21.	Galați	32.1
22.	Giurgiu	33.5
23.	Grivița	33.7
24.	Gurahonț	48.2
25.	Iași	37.8
26.	Miercurea Ciuc	35.5
27.	Odorheiu Secuiesc	46.5
28.	Parâng	46.8
29.	Piatra Neamț	37.0
30.	Platforma Gloria	6.7
31.	Polovragi	40.2
32.	Predeal	43.8
33.	Răușeni	28.6
34.	Rădăuți	33.9
35.	Roșiori de Vede	41.0



36.	Satu Mare	38.1
37.	Semenic	42.3
39.	Sinaia 1500	46.2
40.	Sf. Gheorghe (Delta)	18.1
41.	Suceava	32.7
42.	Timișoara	37.9
43.	Târgu Mureș	41.8
44.	Tg. Logrești	41.4
45.	Târgoviște	45.5
46.	Tg. Jiu	48.8
47.	Tg. Ocna	36.1
48.	Toplița	44.3
49.	Turnu Măgurele	35.1
50.	Turda	38.5
51.	Țarcu (2200 m)	33.6
52.	Vf. Omu	40.8
53.	Vlădeasa (1800 m)	43.8
54.	Zalău	37.7

[Harta cu numarul maxim anual de zile cu oraje \(1961-1990\)](#)

[Harta cu numarul mediu anual de zile cu oraje \(furtuni\)](#)

[\[top\]](#)

## ANEXA 3

### VOLUMUL PROTEJAT PRINTR-UN DISPOZITIV DE CAPTARE

#### 1. Aplicarea metodei electrogeometrice (a sferei fictive)

Punctul de impact al trăsnetului este determinat de obiectul care se va găsi primul la distanța de amorsare (egală cu diametreul sferei fictive) R.

Fenomenul se produce ca și cum în vârful liderului se află centrul sferei fictive de rază R care se deplasează solidar cu acesta. La apropierea de sol, primul obiect care va atinge sfera va determina punctul de impact.

În practică, pentru amplasarea corectă a dispozitivului de captare se procedează astfel:

O sferă fictivă cu raza R, determinată de nivelul de protecție, este rostogolită pe sol, în toate direcțiile, fără a pierde contactul cu solul și/sau obiectul de protejat.

Dacă, în cursul acestei mișcări, sfera intră în contact cu dispozitivele de captare (tije verticale, conductoare întinse orizontal, rețea), fără ca niciodată să atingă construcția de protejat, atunci protecția ei este asigurată.

Dacă în cursul acestei mișcări, sfera intră în contact cu una dintre construcțiile de protejat, IPT trebuie regândită (neproiectată) până când nici un alt contact nu mai este posibil.

EXEMPLU: Aplicarea metodei: "sferei fictive" la tija de captare.

Se consideră o tijă simplă, verticală, de înălțime  $H$ , amplasată pe sol.

Fie un trăsnet căruia îi sunt asociate un curent  $I$ , conform tabelului 8 și în consecință o sferă fictivă de rază  $R$ .

În cursul traiectoriei sale de coborâre, sfera va putea atinge pământul în următoarele trei cazuri:

1. Dacă ea intră în contact unic cu tija de captare (cazul A din [fig. 21](#)), aceasta va constitui punctul de impact al trăsnetului.
2. Dacă ea intră în contact cu solul, fără a atinge tija (cazul B), lovitura de trăsnet va cădea pe sol în punctul  $S_B$ .
3. Dacă ea intră simultan în contact cu tija și cu solul (cazul C), lovitura de trăsnet va avea loc în oricare din punctele de contact, dar impactul este puțin probabil să se producă în zona hașurată din [figura 21](#), care constituie deci, zona protejată de tija de captare. Această zonă de protecție se obține pentru o rază  $R$  și o intensitate a curentului  $I$ .

Loviturile de trăsnet a căror curenți au valori mai mici decât valoarea  $I$ , pot lovi construcțiile aflate în zona de protecție, dar cu riscuri mici pentru acestea.

## **2. Volumul protejat printr-o tijă de captare verticală**

Volumul protejat de o tijă de captare verticală este de forma unui con a cărui axă este tija de captare, iar unghiul  $\alpha$  din [fig. 22](#) are valorile din tabelul 12 din cap. 2, corespunzătoare nivelului de protecție.

## **3. Volumul protejat printr-un conductor de captare întins**

Volumul protejat de un conductor de captare întins se face prin compunerea volumelor de protecție ale celor două tije virtuale amplasate la extremitățile conductorului și ale căror vârfuri se află pe acesta (vezi [figura 23](#)), iar unghiul  $\alpha$  din [figura](#) are valorile din tabelul 12 din cap. 2, corespunzătoare nivelului de protecție.

#### 4. Volumul protejat printr-o rețea de conductoare captatoare

Volumul protejat printr-o rețea de conductoare captatoare (vezi [figura 24](#)) este definit prin:

- volumul inclus în rețea;
- volumul general prin deplasarea unui segment de dreaptă în lungul conductorului periferic care face un unghi  $\alpha$  cu tija fictivă.

Unghiul  $\alpha$  din [figura 24](#) are valorile din tabelul 12 din cap. 2, corespunzătoare nivelului de protecție.

#### EXEMPLE DE CALCUL:

1. Se consideră o clădire amplasată în Constanța, într-un cartier cu clădiri de înălțimi apropiate și arbori. Clădirea are forma și dimensiunile din [fig. 25](#), respectiv  $L = 25$  m,  $l = 20$  m,  $H = 30$  m, cu destinația centrală telefonică și secție de proiectare cu arhivă județeană.

Folosind metodologia de la cap. 2.2. din normativ, se evaluează riscul de trăsnet pentru această clădire.

a) Se determină suprafața echivalentă de captare a construcției  $A_e$  folosind relația:

$$A_e = L \times l + 6H(L + l) + 9\pi H^2 = 34034 \text{ m}^2 \quad (2.1.4)$$

b) Se determină frecvența de lovituri directe de trăsnet pe construcție  $N_d$ :

$$N_d = N_g \times A_e \times C_1 \times 10^{-6} = 0,019$$

în care:

$N_g$  este densitatea anuală a loviturilor de trăsnet din regiunea în care este amplasată construcția. Pentru orașul Constanța, din harta keraunică, din anexa 2 se determină indicele keruanic  $N_k = 25$  zile/an, cu ajutorul căruia se alege din tabelul 2, cap. 2.2. valoarea parametrului  $N_g = 2,24$  nr. impact/an  $km^2$ .

$C_1$  este coeficientul ce ține seama de mediul înconjurător și se alege din tabelul 3 din cap. 2.2. Pentru o construcție înconjurată de alte construcții și arbori  $C_1 = 0,25$ .

c) Se determină parametrul  $N_c$ :

$$N_c = (5,5 \times 10^{-3})/C = 0,00055$$

în care:

$$C = C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5 = 10$$

Valorile coeficienților  $C_2, C_3, C_4, C_5$  sunt date în tabelele 4, 5, 6, 7 din cap. 2.2:  $C_2 = 1; C_3 = 2; C_4 = 1; C_5 = 5$ .

d) Se compară valorile parametrilor  $N_d$  și  $N_c$ .

Deoarece  $N_d > N_c$  este necesară instalarea unei IPT cu eficacitate  $E$ .

e) Se determină eficacitatea  $E$  a IPT cu relația:

$$E = 1 - (N_c/N_d) = 0,97 \text{ (2.1.10)}$$

Din tabelul 8 se alege nivelul întărit de protecție (nivelul I), deoarece  $0,95 < E < 0,98$ .

Pentru acest nivel de protecție raza sferei fictive, conform tabelului 8, este  $R = 20$  m și curentul de trăsnet asociat  $I$  este 2,8 kA.

Verificarea IPT cu metoda sferei fictive arată că protecția cu tije de captare clasice nu este posibilă, cea mai eficientă soluție este protecția cu rețea de captare cu ochiuri de 5 x 5 m conform tabelului 12, iar distanța medie dintre conductoarele de coborâre este 10 m conform tabelului 14 din cap.

Dacă se optează pentru o soluție de protecție cu PDA se alege un dispozitiv cu  $\Delta T = 25 \mu s$  respectiv cu avans de amorsare care se calculează cu relația 4.2.3. cu  $v = 1 \text{ m/s}$  și  $\Delta T = 25 \mu s$  se obține  $\Delta L = 25 \text{ m}$ . Acesta se montează în centrul terasei de înălțime  $H = 30 \text{ m}$  pe o tijă cu înălțimea  $h = 4 \text{ m}$  (vezi [fig. 25](#)).

Pentru acest dispozitiv se calculează razele de protecție pentru nivelul terasei și la nivelul solului.

Pentru terasă având înălțimea față de sol  $H_1 = 30 \text{ m}$  și  $h_1 = 4 \text{ m}$  fiind înălțimea reală a PDA față de suprafața terasei, raza de protecție este:

Pe diagonala terasei, distanța maximă a unui colț al terasei față de centrul terasei unde este montat dispozitivul de captare este  $D/2 = 16 \text{ m}$ .

Cum  $D/2 < R_p$  rezultă că toate elementele terasei sunt în raza de protecție a dispozitivului de captare.

La nivelul solului, înălțimea reală a PDA fiind  $h_2 = H_1 + h_1 = 34 \text{ m}$ , rezultă raza de protecție a IPT la nivelul solului:

Laturile clădirii la sol fiind  $L = 25 \text{ m}$  și  $l = 20 \text{ m}$  mai mici decât  $R_{p2}$ , rezultă că și la acest nivel este asigurată protecția întărită (de nivel I).

2. Construcția este identică din punct de vedere al dimensiunilor cu cea din exemplul 1, dar cu destinația de birouri. Construcția este amplasată în Pitești, într-un cartier de locuințe, fiind înconjurată de construcții cu înălțimi apropiate și de arbori.

a) Se determină suprafața echivalentă de captare a construcției  $A_e$ :

$$A_e = L \times l + 6H(L + l) + 9\pi H^2 = 34034 \text{ m}^2$$

b) Se determină frecvența loviturilor directe  $N_d$

$$N_d = N_g \times A_e \times C_1 \times 10^{-6} = 0,0396$$

în care:

$N_g$  este densitatea anuală a loviturilor de trăsnet din regiunea în care este amplasată construcția. Pentru orașul Pitești, din harta keraunică, din anexa 2 se determină indicele keraunic  $N_k = 45$  zile/an, cu ajutorul căruia se alege din tabelul 2, cap. 2.2. valoarea parametrului  $N_g = 4,66$  nr. impact/an  $\text{km}^2$ .

$C_1$  este coeficientul ce ține seama de mediul înconjurător și se alege din tabelul 3 din cap. 2.2. Pentru o construcție înconjurată de alte construcții și arbori  $C_1 = 0,25$ .

c) Se determină parametrul  $N_c$ :

$$N_c = (5,5 \times 10^{-3})/C = 0,00275$$

în care:

$$C = C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5 = 2$$

Valorile coeficienților  $C_2, C_3, C_4, C_5$  sunt date în tabelele 4, 5, 6, 7 din cap. 2.2:  $C_2 = 1; C_3 = 2; C_4 = 1; C_5 = 1$

d) Se compară valorile parametrilor  $N_d$  și  $N_c$ .

Deoarece  $N_d > N_c$  este necesară instalarea unei IPT cu eficacitate E.

e) Se determină eficacitatea E a IPT cu relația:

$$E = 1 - (N_c/N_d) = 0,93$$

Din tabelul 8 se alege nivelul întărit de protecție (nivelul II), deoarece  $0,90 < E < 0,95$ .

Pentru acest nivel de protecție raza sferei fictive, conform tabelului 8, este  $R = 30$  m și curentul de trăsnet asociat I este 5,2 kA.

În urma verificărilor cu metoda sferei fictive rezultă că o soluție de protecție este cea cu rețea de dimensiunile  $10 \times 10$  m și unghi de protecție  $\alpha = 25^\circ$ , distanța dintre conductoarele de coborâre fiind de 15 m. În această situație, raza de protecție este:

$$R_p = h \times \operatorname{tg} \alpha \approx 14 \text{ m}$$

Dacă se optează pentru o soluție cu PDA rezultă ca necesară utilizarea aceluiași dispozitiv cu  $\Delta T = 25\mu\text{s}$ , respectiv cu avans de amorsare  $\Delta L = 25\text{m}$ .

Pentru nivelul II de protecție razele de protecție rezultate în urma calcului vor fi mai mari deoarece raza sferei fictive este de 30 m în loc de 20 m.

Dispozitivul de protecție se montează pe o tijă cu înălțimea de  $h_1 = 2$  m. În aceste condiții, raza de protecție la nivelul terasei este:

La nivelul solului, înălțimea PDA fiind  $h_2 = H + h_1 = 32$  m, rezultă raza de protecție a IPT la nivelul solului:

Atât în exemplul 1 cât și în exemplul 2, în situația utilizării PDA, conform normativului, sunt necesare doar două conductoare de coborâre.



3. Se consideră o clădire amplasată în București, într-un cartier cu clădiri de înălțimi apropiate și arbori. Clădirea are forma și dimensiunile din [fig. 25](#), respectiv  $L = 25$  m;  $l = 20$  m;  $H = 30$  m, cu destinația de producție de echipamente electronice.

a) Se determină suprafața echivalentă de captare a construcției  $A_e$ :

$$A_e = L \times l + 6H(L + l) + 9\pi H^2 = 34034 \text{ m}^2$$

b) Se determină frecvența loviturilor directe de trăsnet pe construcție  $N_d$

$$N_d = N_g \times A_e \times C_1 \times 10^{-6} = 0,029$$

în care:

$N_g$  este densitatea anuală a loviturilor de trăsnet din regiunea în care este amplasată construcția. Pentru orașul București, din harta keraunică, din anexa 2 se determină indicele keraunic  $N_k = 35$  zile/an, cu ajutorul căruia se alege din tabelul 2, cap. 2.2. valoarea parametrului  $N_g = 3,41$  nr. impact/an  $\text{km}^2$ .

$C_1$  este coeficientul ce ține seama de mediul înconjurător și se alege din tabelul 3 din cap. 2.2. Pentru o construcție înconjurată de alte construcții și arbori  $C_1 = 0,25$ .

c) Se determină parametrul  $N_c$ :

$$N_c = (5,5 \times 10^{-3})/C = 0,0055$$

în care:

$$C = C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5 = 1$$

Valorile coeficienților  $C_2, C_3, C_4, C_5$  sunt date în tabelele 4, 5, 6, 7 din cap. 2.2:  $C_2 = 1$ ;  $C_3 = 1$ ;  $C_4 = 1$ ;  $C_5 = 1$

d) Se compară valorile parametrilor  $N_d$  și  $N_c$ .

Deoarece  $N_d > N_c$  este necesară instalarea unei IPT cu eficacitate  $E$ .

e) Se determină eficacitatea  $E$  a IPT cu relația:

$$E = 1 - (N_c/N_d) = 0,81$$

Din tabelul 8 se alege nivelul întărit de protecție (nivelul III), deoarece  $0,80 < E < 0,90$ .

Pentru acest nivel de protecție raza sferei fictive, conform tabelului 8, este  $R = 45$  m și curentul de trăsnet asociat  $I$  este 9,5 kA. În urma verificării instalației de protecție la trăsnet cu metoda sferei fictive, rezultă soluția clasică de protecție cu rețea având dimensiunile rezultate din tabelul 12, respectiv  $15 \times 15 \text{ m}^2$ , unghiul de protecție  $\alpha = 35^\circ$  și distanța medie între conductoarele de coborâre, rezultată din tabelul 14, de 20 m.

În această situație, raza de protecție este  $R_p = h \times \text{tg } \alpha = 21$  m (conform tabelului 12).

Și în această situație este posibilă protejarea construcției utilizând PDA cu aceleași caracteristici ca în exemplele anterioare și numai două conductoare de coborâre.

4. Se consideră o clădire amplasată în Bcuurești, într-un cartier de construcții mici. Clădirea are forma și dimensiunile din [fig. 26](#), respectiv  $L = 10$  m;  $l = 8$  m;  $H = 15$  m, cu destinația magazin.

a) se determină suprafața echivalentă de captare a construcției  $A_e$  (2.1.4):

$$A_e = L \times l + 6H(L + l) + 9\pi H^2 = 8058 \text{ m}^2$$

b) Se determină frecvența de lovituri directe de trăsnet pe construcție  $N_d$  (2.1.4):

$$N_d = N_g \times A_e \times C_1 \times 10^{-6} = 0,0137$$

în care:

$N_g$  este densitatea anuală a loviturilor de trăsnet din regiunea în care este amplasată construcția. Pentru orașul București, din harta keraunică, din anexa 2 se determină indicele keraunic  $N_k = 35$  zile/an, cu ajutorul căruia se alege din tabelul 2, cap. 2.2. valoarea parametrului  $N_g = 3,41$  nr. impact/an  $\text{km}^2$ .

$C_1$  este coeficientul ce ține seama de mediul înconjurător și se alege din tabelul 3 din cap. 2.2. Pentru o construcție înconjurată de alte construcții și arbori  $C_1 = 0,25$ .

c) Se determină parametrul  $N_c$ :

$$N_c = (5,5 \times 10^{-3})/C = 0,0055$$

în care:

$$C = C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5 = 1$$

Valorile coeficienților  $C_2, C_3, C_4, C_5$  sunt date în tabelele 4, 5, 6, 7 din cap. 2.2:  $C_2 = 1; C_3 = 1; C_4 = 1; C_5 = 1$

d) Se compară valorile parametrilor  $N_d$  și  $N_c$ .

Deoarece  $N_d > N_c$  este necesară instalarea unei IPT cu eficacitate  $E$ .

e) Se determină eficacitatea  $E$  a IPT cu relația:

$$E = 1 - (N_c/N_d) = 0,6$$

Din tabelul 8 se alege nivelul întărit de protecție (nivelul IV), deoarece  $0 < E < 0,8$ .

Pentru acest nivel de protecție, raza sferei fictive, conform tabelului 8, este  $R = 60$  m, curentul de trăsnet asociat, respectiv  $I$  este 14,7 kA, iar unghiul de protecție  $\alpha = 55^\circ$ . Pentru a asigura acest nivel de protecție, construcția cu amplasarea și dimensiunile prezentate mai sus, poate fi protejată cu o tijă clasică de captare tip Franklin montată la o înălțime de minim 7 m față de nivelul terasei, având înălțimea totală față de sol  $h = 22$  m. În această situație, în urma verificării cu sfera fictivă rezultă o asigurare bună a construcției cu această soluție.

Raza de protecție în acest caz este:

$$R_{p1} = h_1 \times \operatorname{tg} \alpha = 31,4 \text{ m}$$

O altă soluție clasică de protecție este aceea de tip rețea, cu dimensiunile 20 x 20 m, în cazul de față fiind o centură de captare montată pe conturul terasei, cu două coborâri montate diametral opus.

Pentru această soluție, raza de protecție este:

$$R_{p2} = h_2 \times \operatorname{tg} \alpha = 31,4 \text{ m}$$

Și în cazul acestei construcții se poate adopta soluția de protecție cu PDA, cu  $\Delta T = 25\mu\text{s}$ , respectiv cu avans de amorsare  $\Delta L = 25$  m montată la o înălțime  $h = 2$  m față de terasă, respectiv 17 m față de sol.

Raza de protecție la sol este  $R_{p3} = 73,3$  m.

## ANEXA 4

### Rezistivitatea diferitelor soluri și ape

Nr. crt.	Natura solului	Rezistivitatea $\rho_s$ [ $\Omega m$ ]	
		Domeniul de variație în funcție de umiditatea și conținutul de săruri	Valori recomandate pentru calculele preliminare
1	Soluție de sare și ape acide	0,01	0,01
2	Apă de mare	1...5	3,0
3	Apă de pârâu și râu	10...50	20,00
4	Apă de iaz sau izvor	40...50	40,00
5	Apă subterane	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 vântată cu conținut 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 pietriș	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 pietriș	100...2000	1000,00
19	Roci, bazalt	10000	10000,00
20	Stâncă compactă	100000	100000,00

[\[top\]](#)