

## **BREVIAR DE CALCUL INSTALAȚII DE PROTECȚIE LA SUPRATENSIUNI ATMOSFERICE**

**PROIECT NR. 116 din 10.10.2025**

### **“CONSTRUIREA PARC FOTOVOLTAIC PENTRU AUTOCONSUM IN COMUNA PRAJESTI, JUDETUL BACAU ”**

**FAZA: PTh. + D.E**

**Beneficiar: Primaria Comunei Prajesti , Loc. Prăjești, com. Prăjești, jud. Bacău.**  
**Proiectant de specialitate: S.C. ENINVEST HOLDING REALTO S.R.L**

**Sef Proiect:** ing. Laurențiu MĂGUREANU  
**Aprobat:** ing. Laurențiu MĂGUREANU  
**Proiectat:** ing. Mihai BOUBĂTRÎN  
**Desenat :** ing. Nicoleta – Alina MĂGUREANU

**- Bacău 2025**

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>BREVIAR DE CALCUL INSTALAȚII DE PROTECȚIE LA SUPRATENSIUNI ATMOSFERICE</b>	pag.	din	revizia			
Formular : cod <b>BC/ENV-X-01</b>		1	8	0	1	2	3

**CADRUL NORMATIV**

Instalația de protecție la trăsnet a fost proiectată conform standardului **SR EN 62305 – Protecția împotriva trăsnetului**, care are patru părți:

- **EN 62305-1:** Principii generale
- **EN 62305-2:** Evaluarea riscului
- **EN 62305-3:** Protecția fizică (LPS – Lightning Protection System)
- **EN 62305-4:** Protecția sistemelor electrice și electronice (LPMS – Surge Protection)
- **RE-Ip 30/2004 ÎNDREPTAR DE PROIECTARE ȘI EXECUȚIE A INSTALAȚIILOR DE LEGARE LA PĂMÂNT - INDICATIV 1**

**NIVELUL DE PROTECȚIE ALES (LPS)**

În urma evaluării riscului (EN 62305-2), s-a stabilit că este necesară protecție împotriva trăsnetului pentru:

- Echipamente electrice de conversie și stocare (invertoare, baterii)
- Tablouri de distribuție (TE-CC, TE-I)
- Structurile metalice cu panouri fotovoltaice

**Nivel de protecție selectat (LPS): LPS III**

Corespunde unei sfere rolante cu **raza R = 45 m**

Frecvența probabilă de trăsnet: ~0,077 lovituri/an (1 la 13 ani)

În conformitate cu prevederile ÎNDREPTAR DE PROIECTARE ȘI EXECUȚIE A INSTALAȚIILOR DE LEGARE LA PĂMÂNT - INDICATIV 1 RE-Ip 30/2004.

**Instalații electrice în incinta centralelor electrice sau a întreprinderilor industriale:**

La centralele electrice și întreprinderile industriale se va folosi în comun instalația de legare la pământ pentru toate echipamentele, indiferent de tensiunile nominale, respectându-se pct. 3.1.1.1 și tabelul 4 (a se vedea și pct.1.1.9).

1.1.9. În incinta unei întreprinderi industriale sau pe o platformă industrială se va realiza totdeauna o rețea generală de legare la pământ, prin legarea între ele a tuturor instalațiilor de legare la pământ din incintă sau platforma respectivă, inclusiv cele aferente instalațiilor de joasă tensiune și se vor îndeplini condițiile impuse instalațiilor de legare la pământ folosite în comun.

**1. Obiectul lucrării.**

Proiectul prevede realizarea unei instalații de protecție împotriva trăsnetului pentru un parc fotovoltaic amplasat în sat Buda, comuna Blăgești, județul Bacău, aparținând **Primăria Comunei Blăgești**. Instalația are ca scop protecția echipamentelor fotovoltaice, a invertoarelor, tablourilor și a

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>BREVIAR DE CALCUL INSTALAȚII DE PROTECȚIE LA SUPRATENSIUNI ATMOSFERICE</b>	pag.	din	revizia			
Formular : cod <b>BC/ENV-X-01</b>		2	8	0	1	2	3

altor echipamente electrice împotriva descărcărilor atmosferice și a supratensiunilor generate de acestea.

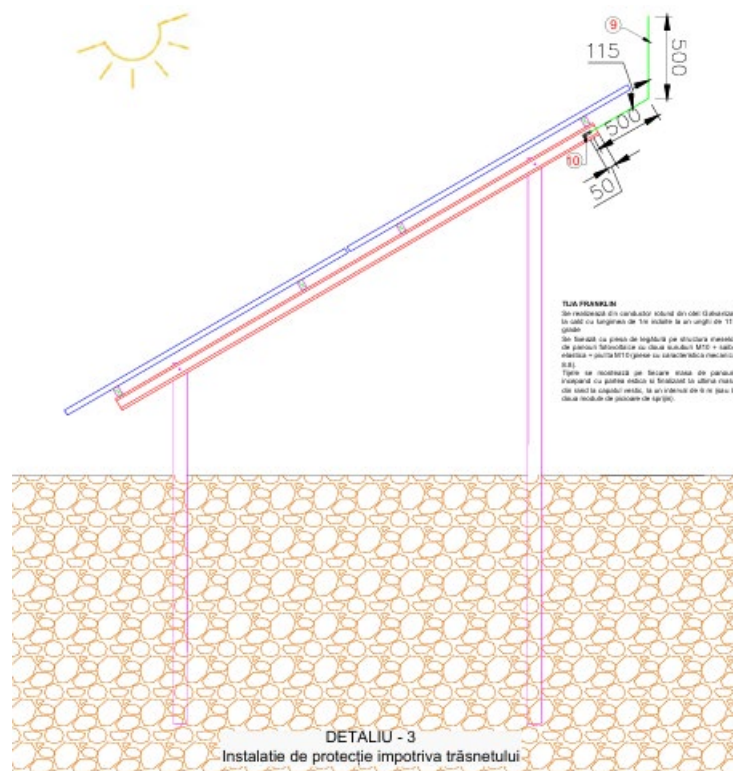
## 2. Norme și standarde de proiectare

Instalația a fost proiectată în conformitate cu:

- Normativul I7/2011 – Normativ pentru proiectarea și executarea instalațiilor de protecție împotriva trăsnetului (IPT);
- Normativul PE 117/2013 – Normativ pentru realizarea legăturilor la pământ la instalațiile electrice;
- EN 62305 – Protecția împotriva trăsnetului;

## 3. Descrierea instalației de protecție împotriva trăsnetului

- Se utilizează **tije de tip Franklin**, având o **raza de protecție de 6 m** și o **înălțime de 0,5 m**, montate pe structurile suport ale panourilor fotovoltaice, la un **interval de 12 m**.
- Tijele sunt realizate din **conductor rotund OL-Zn cu diametrul de 8 mm și lungimea de 1 m**, îndoite la un unghi de **115°**, și fixate mecanic pe structura metalică cu șuruburi M10 (clasa 8.8).
- Fiecare masă de panouri este echipată cu tijă Franklin, începând cu partea estică și încheind cu cea vestică, la un interval de 6 m (echivalentul a două module de susținere).



## 4. Priza de pământ și echipotențializarea

Sistemul de împământare este format din:

- Priza naturală constituită din profilele metalice a structuri suport introduse în pământ;

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>BREVIAR DE CALCUL INSTALAȚII DE PROTECȚIE LA SUPRATENSIUNI ATMOSFERICE</b>	pag.	din	revizia			
Formular : cod <b>BC/ENV-X-01</b>		3	8	0	1	2	3

- **Conectarea la prizele de pământ artificiale (ale echipamentelor) realizate din electrozi verticali** din țevă OL-Zn 2 ½” cu lungimea de 1,5 m sau electrozi profilați;
- **Electrozi orizontali din platbandă OL-Zn 40x4 mm**, dispuși pe contur deschis între electrozii verticali;
- **Îmbinările** dintre electrozi sunt **sudate** și protejate anticoroziv cu bitum. Se acceptă și îmbinări mecanice specializate, agrementate.
- După execuție, **rezistența de dispersie** a prizelor va fi **verificată PRAM**, urmărindu-se o valoare sub **1 Ohm**. În caz contrar, se vor suplimenta cu electrozi suplimentari, prizele de pământ artificiale.
- **Conductorii de legare la pământ** din cupru de **16 mm<sup>2</sup>** care vor **echipotentializa toate componentele metalice între ele**.
- Sunt prevăzute **bare de egalizare de potențial** pentru racordarea echipamentelor (invertoare, TECC, TEI, unități de stocare).
- Se utilizează cutii de separație a împământării, conectori cupru, racorduri și izolatori pentru siguranță și continuitate electrică.

## 5. Zone de protecție

- Întregul parc fotovoltaic este acoperit de zona de protecție a tijelor Franklin montate succesiv, fără a necesita paratrâsnete de tip clasic (cu catarg).
- Se asigură protecție și pentru tablourile TE-CC, TE-I și unitățile de stocare de energie, prin racordare la rețeaua de împământare și la barele de echipotentializare.

## 6. Măsuri suplimentare

- La punerea în funcțiune se va verifica continuitatea instalației de legare la pământ și a echipotentializării.
- Toate lucrările vor fi executate de personal autorizat ANRE.
- Se vor întocmi buletine de măsurători și verificări conform normativelor în vigoare.

## 7. CALCULE TEHNICE – Instalație de protecție la trăsnet

### 7.1. Determinarea riscului de trăsnet și necesitatea protecției

Conform EN 62305-2, evaluarea riscului presupune determinarea următorilor parametri:

- **Suprafața expusă (A):**  
Parc fotovoltaic cu  $S = 11132 \text{ m}^2 = 1.1 \text{ ha}$
- **Numărul mediu anual de descărcări la sol în zona Bacau (Ng):**  
Valoare standard pentru România:  $N_g \approx 3 \text{ fulgere/km}^2/\text{an}$
- **Coeficient de corecție pentru tipul clădirii (Cd):**  
Parc fotovoltaic, echipamente electrice sensibile:  $C_d = 0,5$  (conform tabel EN 62305-2)
- **Probabilitatea de aprindere sau deteriorare la trăsnet direct (P):**  
Estimat:  $P = 1$

Numărul estimat de lovituri directe/an (Nd):

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>BREVIAR DE CALCUL INSTALAȚII DE PROTECȚIE LA SUPRATENSIUNI ATMOSFERICE</b>	pag.	din	revizia			
Formular : cod <b>BC/ENV-X-01</b>		4	8	0	1	2	3

$$Nd = Ng \cdot A \cdot Cd$$

$$Nd = 3 \frac{\text{lov.}}{\text{km}^2 \cdot \text{an}} \cdot 0.0518 \text{ km}^2 \cdot 0.5 = 0.0777 \text{ lovituri/an}$$

Rezultă aproximativ o descărcare la fiecare 12-13 ani, ceea ce înseamnă că rata riscului este semnificativă și justifică implementarea protecției la trăsnet.

## 7.2. Determinarea înălțimii tijelor și razei de protecție (metoda SFEREI ROLANTE).

Conform EN 62305-3, raza sferei pentru Nivel de Protecție LPS III (uzual pentru instalații industriale):

- **R = 45 m**

Sistemul utilizat în proiect:

- **Tijă Franklin înaltă de h = 0,5 m**, montată pe structura panourilor
- Structura panourilor este la o înălțime medie față de sol de  $\approx 3 \text{ m}$ , deci **înălțime totală tija = 3,5 m**

**Raza de protecție efectivă (r) pentru tija Franklin montată:**

$$r = \sqrt{2 \cdot R \cdot h - h^2}$$

$$r = \sqrt{2 \cdot 45 \cdot 3.5 - 3.5^2} = \sqrt{315 - 12.25} = \sqrt{302.75} \approx 17.4 \text{ m}$$

O tijă Franklin de 3,5 m oferă o rază de protecție de aprox. 17,4 m (în plan orizontal), pentru LPS III.

Având în vedere că în proiect tije sunt plasate la un interval de 12 m, putem spune că:

Raza de protecție se suprapune generos între două tije consecutive (17,4 m > 12 m)

Structurile de panouri, invertoarele și tablourile TECC/TEI sunt protejate în totalitate.

## 7.3. Rezistența prizei de pământ – estimare teoretică

**Tip priză:**

- Electrode vertical OL-Zn, D = 76 mm (2 ½”), L = 1.5 m
- Sol mediu, rezistivitate  $\rho = 100 \Omega \cdot \text{m}$  (valoare medie pentru teren agricol în România)
- 10 electrozi + platbandă orizontală

**Rezistența unui singur electrod vertical:**

Formula:

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>BREVIAR DE CALCUL INSTALAȚII DE PROTECȚIE LA SUPRATENSIUNI ATMOSFERICE</b>	pag.	din	revizia			
Formular : cod <b>BC/ENV-X-01</b>		5	8	0	1	2	3

$$R_v = \frac{\rho}{2\pi L} \cdot \left( \ln \frac{4L}{d} - 1 \right)$$

unde:

- $\rho = 100 \Omega \cdot \text{m}$
- $L = 1.5 \text{ m}$
- $d = 0.076 \text{ m}$

$$R_v = \frac{100}{2\pi \cdot 1.5} \cdot \left( \ln \left( \frac{4 \cdot 1.5}{0.076} \right) - 1 \right) \approx \frac{100}{9.42} \cdot (3.96 - 1) \approx 10.62 \cdot 2.96 \approx 31.4 \Omega$$

#### Electrod orizontal – platbandă OL-Zn 40x4 mm:

Pentru un total de ~200 m de platbandă îngropată la 0.6 m adâncime, R total orizontală estimativ:

$$R_h \approx \frac{\rho}{L} = \frac{100}{200} = 0.5 \Omega$$

**Se recomandă realizarea unei prize compuse (10 electrozi verticali + platbandă în rețea):**

Rezistența totală scade proporțional cu numărul de electrozi în paralel:

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_h} + \sum_{i=1}^{10} \frac{1}{R_v} \Rightarrow \frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{0.5} + \frac{10}{35.76}$$

$$\frac{1}{R_{total}} = 2 + 0.2796 = 2.2796 \Rightarrow R_{total} = \frac{1}{2.2796} \approx 0.4385 \Omega$$

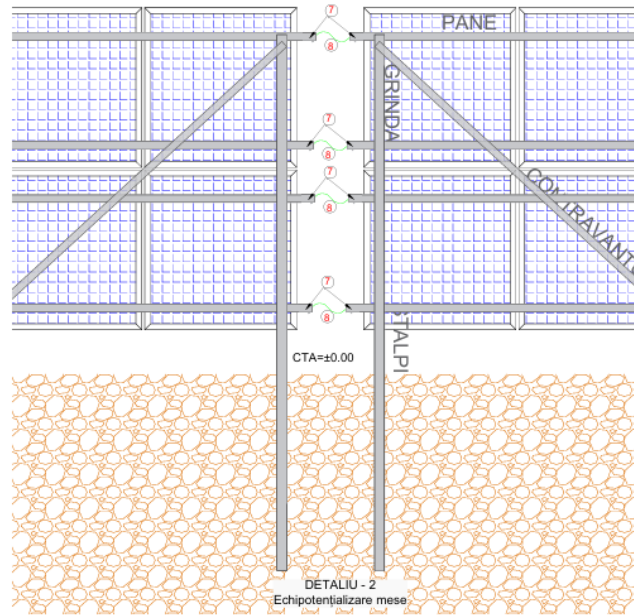
$$R_{total} \approx 0.44 \Omega$$

Rezistența teoretică a prizei de pământ: 0.44  $\Omega$ , sub limita de 1  $\Omega$  – se încadrează confortabil sub valoarea maximă admisă de 1  $\Omega$ , conform normativului I7/2011.

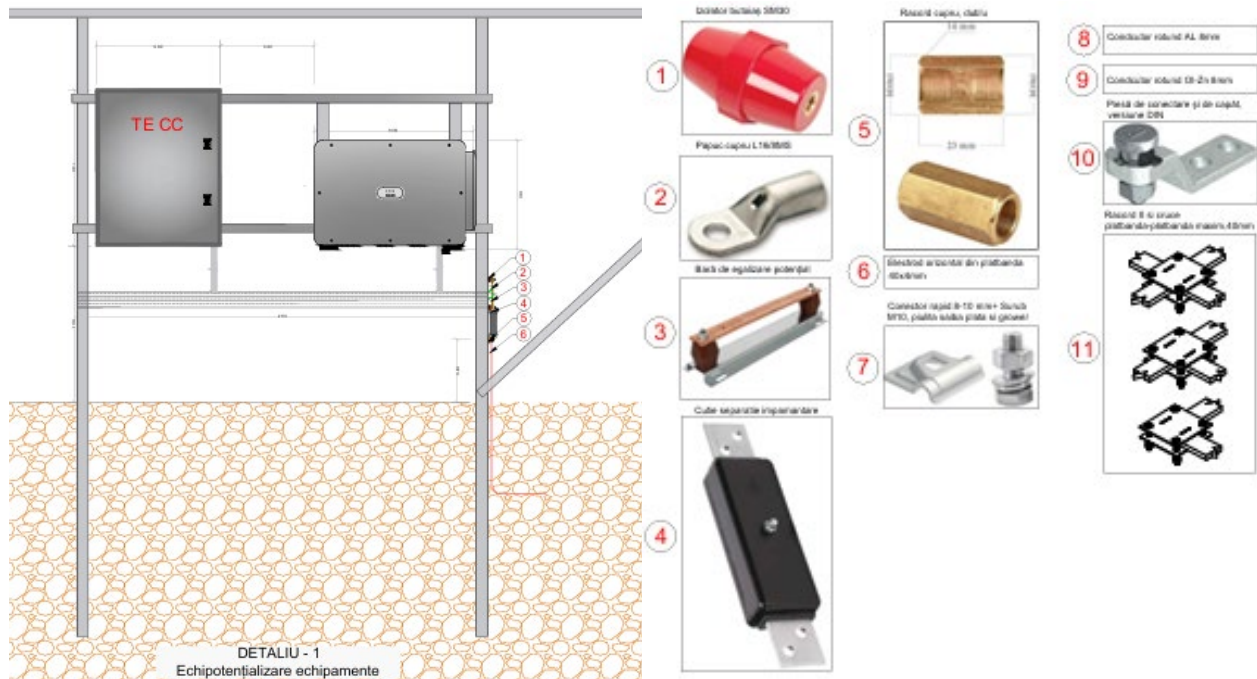
#### 7.4. Echipotențializare

Toate echipamentele metalice (invertoare, TECC, TEI, mese de panouri) sunt conectate la:

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>BREVIAR DE CALCUL INSTALAȚII DE PROTECȚIE LA SUPRATENSIUNI ATMOSFERICE</b>	pag.	din	revizia			
Formular : cod <b>BC/ENV-X-01</b>		6	8	0	1	2	3



- Bare de egalizare de potențial
- Conductor de Cu 16 mm<sup>2</sup>
- Priză de pământ în rețea închisă



Aceasta asigură protecția la diferențe de potențial locale și minimizează riscul de arc electric.

## 7.5. SISTEM DE PROTECȚIE INTERNĂ (SPI – conform EN 62305-4)

Se asigură prin:

- Echipotențializare principală și locală:

Data: 10.10.2025	BREVIAR DE CALCUL INSTALAȚII DE PROTECȚIE LA SUPRATENSIUNI ATMOSFERICE	pag.	din	revizia			
Formular : cod BC/ENV-X-01		7	8	0	1	2	3

Toate structurile metalice, TECC, TEI, invertoare, unități de stocare sunt conectate la o **bară de egalizare de potențial**, cu conductoare de Cu 16 mm<sup>2</sup>

- **Legare la pământ comună:**

Toate echipamentele se racordează la aceeași priză de pământ, asigurând un **sistem TN** unificat

- **Protecție la supratensiuni (SPD):**

Se instalează descărcătoare de supratensiune în tablourile TE-CC și TE-I (tip 1 + 2 conform SR EN 61643-11), pentru a proteja circuitele CA/CC

## 8. Concluzie

Sistemul proiectat de protecție împotriva descărcărilor atmosferice:

- Respectă cerințele din normativul I7/2011 și EN 62305;
- Asigură acoperire completă a echipamentelor cu o rază de protecție de cca. 17,4 m/tijă Franklin;
- Asigură o priză de pământ cu rezistență estimată  $< 1 \Omega$ ;
- Include măsuri de echipotențializare pentru reducerea diferențelor de potențial;
- Va fi verificat prin măsurători PRAM la recepția lucrării și periodic în exploatare.
- Se citește și coordonează cu planșa IE05/PV „Plan instalație de protecție împotriva descărcărilor atmosferice, priză de pământ și echipotențializare”.

Întocmit:

Ing. Laurențiu MĂGUREANU



<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>BREVIAR DE CALCUL INSTALAȚII DE PROTECȚIE LA SUPRATENSIUNI ATMOSFERICE</b>	pag.	din	revizia			
Formular : cod <b>BC/ENV-X-01</b>		8	8	0	1	2	3