

PROIECT NR. 116 din 10.10.2025

**Realizarea unei capacități noi de producere a energiei din surse  
regenerabile pentru autoconsum în  
comuna Prăjești, județul Bacău  
“CONSTRUIRE PARC FOTOVOLTAIC PENTRU AUTOCONSUM ÎN  
COMUNA PRĂJEȘTI, JUDEȚUL BACĂU”**



**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



<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia			
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		1	45	0	1	2	3

- Bacău 2025

PAGINĂ DE SEMNĂTURI		Semnătura:
Proiectat persoana juridică:	<b>ENINVEST HOLDING REALTO S.R.L</b> , cu sediul în Bacău, str. Vasile Alecsandri, nr.25, et.P, Corp D, Judet Bacău, Cod poștal 600008, înregistrată la Registrul Comerțului de pe lângă Tribunalul Timis sub nr. J4/647/2022, având codul unic de identificare RO45987689, reprezentată de Cazan Cătălin-Gheorghe în calitate de Director General.	
Atestat ANRE:	C1A-20039, C2A-20040 /30-08-2023	
Verificat intern/Sef Proiect:	Inginer: <b>Laurențiu MĂGUREANU</b>	
Autorizație ANRE:	Autorizație ANRE nr. 202411097/2024 – grad IVA, IVB	
Responsabilitate în cadrul proiectului:	Management de proiect	
Proiectat:	Inginer: <b>Mihai BOUBĂTRÎN</b>	
Autorizație ANRE:	Autorizație ANRE nr. 202311558/2023 – grade IIIA, IIIB	
Responsabilitate în cadrul proiectului:	Partea desenată, detalii de execuție, liste de cantități/antemăsurători.	
Desenat:	Inginer: <b>Nicoleta – Alina MĂGUREANU</b>	
Autorizație ANRE:	Autorizație ANRE nr. 202312202/2023 – grad IIA, IIB	
Responsabilitate în cadrul proiectului:	Partea scrisă, detalii de execuție, caiete de sarcini.	
Verificator de proiect autorizat ANRE:	Inginer:	
Autorizație ANRE:	Autorizație VP nr. Autorizație EA nr.	
Responsabilitate în cadrul proiectului:	Verificarea conformității proiectului conform ANRE:	
Verificator de proiect autorizat MLPAT:		
Autorizație ANRE:		
Autorizație MLPAT:		
Responsabilitate în cadrul proiectului:	Verificarea conformității proiectului conform MLPAT:	

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		2	45	0	1	2	3	4

<b>Istoric revizii:</b>					
Nr. Ctr.	Revizia documentului:	Motivul reviziei:	Elaborat de:	Verificat de:	Data reviziei:
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					

Întocmit:

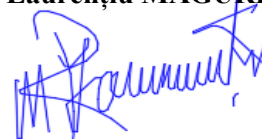
Ing. Nicoleta – Alina MĂGUREANU



Aprobat:

Şef proiect:

Ing. Laurențiu MĂGUREANU



<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod PTh/ENV-X-01		3	45	0	1	2	3	4

## Cuprins

PAGINĂ DE SEMNĂTURI .....	2
Istoric revizii: .....	3
A. PIESE SCRISE .....	6
I. Memoriu tehnic specialitatea electrice .....	6
1.1. Scopul lucrării.....	6
1.2. Notă privind domeniul de aplicare al prezentului proiect .....	7
1.3. Localizare .....	7
1.4. Date tehnice ale amplasamentului .....	7
1.5. Documentele ce stau la baza elaborării proiectului tehnic și a detaliilor de execuție.....	8
1.6. Componentă echipamentelor și instalațiilor din Centrala fotovoltaică.....	8
1.8. Instalația de protecție împotriva supratensiunilor și instalația de legare la pământ .....	10
II. Informații generale privind obiectivul de investiții.....	11
2.1. Denumirea obiectivului de investiții .....	11
2.2. Amplasamentul .....	11
2.3. Actul administrativ prin care a fost aprobat(ă), în condițiile legii, studiul de fezabilitate/documentația de avizare a lucrărilor de intervenții .....	11
2.4. Ordonatorul principal de credite.....	11
2.5. Investitorul .....	12
2.6. Beneficiarul investiției .....	12
III. Particularități ale amplasamentului .....	12
3.1. Descrierea amplasamentului.....	12
3.2. Topografia .....	13
3.3. Clima și fenomenele naturale specifice zonei.....	13
3.4. Geologia, seismicitatea.....	13
3.5. Devierile și protejările de utilități afectate .....	14
3.6. Sursele de apă, energie electrică, gaze, telefon și altele asemenea pentru lucrări definitive și provizorii.....	14
3.7. Căile de acces permanente, căile de comunicații și altele asemenea .....	14
3.8. Căile de acces provizorii .....	15
3.9. Bunuri de patrimoniu cultural imobil.....	15
IV. Soluția tehnică adoptată .....	15
4.1. Structura de susținere a panourilor fotovoltaice .....	15
4.2. Panouri fotovoltaice.....	16
4.3. Echipament de conversie (invertor).....	18



Data: 10.10.2025	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod PTh/ENV-X-01		4	45	0	1	2	3	4

4.4.	Sistem de monitorizare și control – Data Logger 1000 SUNGROW .....	20
4.4.1.	Soluție de monitorizare și vizualizare .....	22
4.5.	Smart Meter DTSU666-20, .....	23
4.7.	Instalații de curent continuu (DC) –conductoare și tablouri CC .....	25
4.8.	Instalații de curent alternativ (AC) –cabluri AC și tablou de interfață .....	27
4.9.	Protecția la supratensiuni și instalația de legare la pământ.....	29
4.9.1.	Protecția la trăsnet .....	29
4.9.2.	Protecția la supratensiuni .....	30
4.9.3.	Instalația de legare la pământ și echipotentializare .....	30
4.9.4.	Verificări finale și mentenanță .....	31
V.	Lucrări aferente Avizului Tehnic de Racordare (ATR).....	31
VI.	Organizarea de șantier .....	32
VII.	Breviare de calcul.....	32
7.1.	Breviar de calcul producție anuală a CEF 155,76 kWp .....	32
7.2.	Breviar de calcul curent continuu (DC) .....	34
7.3.	Breviar protecții, implementate în invertor și în reful de protecție extern.....	34
7.4.	Breviar de calcul coloane electrice și cabluri de energie AC.....	37
7.5.	Breviar de calcul priză de pământ.....	38
7.6.	Breviar de calcul instalație de protecție la supratensiuni atmosferice.....	38
VIII.	Caiet de sarcini .....	38
IX.	Liste cu cantități de lucrări.....	39
X.	Graficul general de realizare a investiției publice (formularul F6).....	39
B.	PARTEA DESENATĂ .....	39
C.	DETALII DE EXECUȚIE.....	39
D.	BIBLIOGRAFIE:.....	40
E.	ANEXE .....	45

Data: 10.10.2025	MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC	pag.	din	revizia				
Formular : cod PTh/ENV-X-01		5	45	0	1	2	3	4

## A. PIESE SCRISE

### I. Memoriu tehnic specialitatea electrice

#### 1.1. Scopul lucrării

Această documentație constituie Proiectul Tehnic de execuție pentru realizarea unei centrale fotovoltaice de **155,76 kWp** (putere AC ~150 kW), destinată autoconsumului, cu injectare surplus energie în rețeaua operatorului de distribuție (OD).

Prin implementarea acestei centrale fotovoltaice se valorifică potențialul energiei solare prin conversie fotovoltaică în electricitate, contribuind la protecția mediului înconjurător prin reducerea emisiilor poluante. Acest proces presupune înlocuirea energiei electrice produse în instalații termoelectrice cu energie electrică produsă din surse regenerabile.

Realizarea investiției Centralei fotovoltaice presupune amplasarea pe terenul beneficiarului a panourile fotovoltaice. Acestea vor transforma energia radiației solare în energie electrică cu ajutorul panourilor fotovoltaice, aceasta fiind injectată în rețeaua locală de distribuție electrică.

Poziționarea proiectului s-a făcut ținând de următorii factori printre care:

- valorile anuale înregistrate ale radiației solare;
- poziționarea panourile fotovoltaice cât mai optime;
- utilizarea tehnologiilor avansate;
- poziționarea proiectului în apropierea locului de consum;

Energia electrică produsă din surse regenerabile nu generează emisii de gaze cu efect de seră; se estimează că fiecare kWh produs astfel evită eliberarea în atmosferă a ~0,5 kg CO<sub>2</sub> în atmosferă (cantitate emisă pentru generarea convențională a aceluiași kWh)

Preocuparea Uniunii Europene pentru asigurarea independenței energetice, în principal prin utilizarea unor surse de energie regenerabilă nepoluantă, este descrisă pe larg în cadrul unuia dintre cele mai importante acte legislative din domeniu și anume Directiva 2001/77/EC din 27.09.2001 privind promovarea energiei electrice produsă din surse regenerabile de energie. Directiva stabilește liniile generale necesare atingerii cotei de 22% pentru energia produsă din surse regenerabile, din totalul energiei electrice produse la nivelul anului 2010.

În scopul îndeplinirii angajamentelor asumate prin semnarea Protocolului de la Kyoto, privind protecția mediului și a prevederilor Directivei 2001/77/EC (implementată prin HG nr. 443/2003), România a adoptat Strategia de valorificare a surselor regenerabile de energie.

Scopurile principale ale investiției sunt:

- folosirea rațională a resurselor naturale și a economiilor tradiționale folosite în prezent pentru producerea electricității – cărbunele, gazul natural – resurse rare, în conformitate cu Strategia României specificată în Legea 220/2008 actualizată în 2022;
- protecția mediului și reducerea poluării (reducerea emisiilor de CO<sub>2</sub>) datorită folosirii producției de electricitate regenerabilă;
- diminuarea costurilor de operare asigurând nevoia de electricitate din surse alternative;
- alinierea la strategia națională pentru folosirea energiilor regenerabile.

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		6	45	0	1	2	3	4

## 1.2. Notă privind domeniul de aplicare al prezentului proiect

Prezentul proiect tehnic vizează exclusiv **specialitatea instalații electrice** și tratează partea de proiectare, dimensionare și integrare a centralelor fotovoltaice din punct de vedere electroenergetic.

**Proiectantul de instalații electrice nu își asumă în nicio situație responsabilitatea** pentru dimensionarea structurală a elementelor de prindere, nici pentru eventualele efecte sau defecte produse asupra construcției sau instalației electroenergetice ca urmare a utilizării unei structuri de montaj necorespunzătoare ori a execuției neconforme.

Responsabilitatea privind validarea soluției constructive și respectarea normativelor de rezistență revine exclusiv proiectantului de specialitate și executantului lucrărilor de montaj.

## 1.3. Localizare

Centrala fotovoltaică se va instala în satul Prăjești, comuna Prăjești, județul Bacău, pe terenul cu nr. cadastral 60353 aparținând Primăriei Comunei Prăjești.

Coordonatele geografice ale acestei locații sunt:

- 46°38'23.2"N 26°59'21.3"E



*Fig. 1. Terenul propus pentru amplasare panouri fotovoltaice*

## 1.4. Date tehnice ale amplasamentului

### A. REGIMUL JURIDIC

Imobilul – teren în suprafață totală de **5.000 m<sup>2</sup>**, identificat cu **număr cadastral 60353**, este **proprietate publică a Comunei Prăjești**, administrat de **Consiliul Local Prăjești**, conform act normativ- Hotararea Guvernului nr.1347/2001 privind atestarea domeniului public al județului Bacău precum și al municipiilor, orașelor și comunelor și act administrativ nr.2786/16.11.2011 emis de Primaria Prăjești, Nr. Cadastral 60353. Terenul nu este inclus în **Planul de Amenajare a Teritoriului Național – Secțiunea a III-a – Zone protejate**.

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		7	45	0	1	2	3	4

## B. REGIMUL ECONOMIC

**Folosința actuală:** teren curți-construcții.

**Destinația stabilită prin PUG:** zonă destinată instituțiilor publice și serviciilor.

### 1.5. Documentele ce stau la baza elaborării proiectului tehnic și a detaliilor de execuție

- SF NR. RTH-S.000.155-012-O723 din iulie 2023
- ATR. nr. 1005855918/30.01.2025.

### 1.6. Componentă echipamentelor și instalațiilor din Centrala fotovoltaică

Principalele echipamente și instalații ale centralei fotovoltaice (parc fotovoltaic 155,76 kWp) sunt enumerate în continuare:

- **Sistemul de montaj (structura de susținere)**

- Sistemul de montaj pentru instalarea panourilor la sol este realizat din profile de oțel galvanizat de înaltă rezistență și elemente de prindere din oțel inoxidabil, oferind o protecție superioară împotriva coroziunii. Structura este proiectată pentru montaj prin batere directă în sol, asigurând o ancorare fermă și stabilitate mecanică ridicată, inclusiv în condiții de vânt sau depuneri de zăpadă, conform standardelor Europene EN 1991 și EN 1090. Configurația structurală permite montarea panourilor la un unghi optim de 25°, asigurând o expunere eficientă la radiația solară și o distribuție uniformă a sarcinilor. Sistemul are un design modular, elementele fiind asamblate prin conectori și cleme preasamblate, ceea ce facilitează o montare rapidă și precisă, reducând semnificativ timpul de instalare.

- **Panourile fotovoltaice**

- Instalația utilizează 264 bucăți panouri fotovoltaice YH SUNPRO POWER SPDG590-N144M10 – N-type TOPCon Bifacial, cu puterea unitară de 590 Wp, tip monocristalin, 144 celule. Puterea totală instalată este de 155,76 kWp. Dimensiunile unui modul sunt de aproximativ 2278 × 1134 × 35 mm, cu o greutate de ~31 kg. Panourile respectă standardele IEC 61215 și IEC 61730, garantând performanța ridicată și fiabilitate pe termen lung.

- **Invertoarele**

Conversia energiei electrice produse în curent alternativ se realizează cu **1 inverter trifazat SUN GROW-SG150CX**

- 1 bucată × 150 kW, rezultând o putere totală instalată pe partea AC de 150 kW.

Invertoarele funcționează la o **tensiune nominală de 400 V AC, 50 Hz**, și acceptă o **tensiune maximă de intrare DC de 1100 V**.

Randamentul maxim este de ~**98,8%**, iar echipamentele sunt prevăzute cu **interfețe de comunicație și monitorizare (RS485 / Ethernet)** și **protecții electronice integrate**.

- **Protecțiile integrate pe partea AC (în invertoare)**

Fiecare inverter este echipat cu următoarele protecții conforme normativelor aplicabile:

- Protecție **anti-insularizare (anti-islanding)**;
- Protecție la **supracurent și scurtcircuit**;

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia			
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		8	45	0	1	2	3

- **Descărcător de supratensiune AC Tip II;**
- **Protecție diferențială (curenți reziduali).**

Aceste protecții asigură **deconectarea automată și rapidă** în cazul apariției unor condiții anormale de funcționare, protejând echipamentele și personalul de exploatare.

• **Protecțiile instalației pe partea de curent continuu (DC)**

Sistemul este protejat pe trei niveluri:

1. **Protecții implementate în invertoare (DC):**

- protecție la **polaritate inversă;**
- **monitorizarea defectelor de izolație** și a curenților reziduali;
- **descărcătoare de supratensiune Tip II** integrate;
- **detecrie a arcului electric (AFCI) și deconectare automată a stringului afectat.**

2. **Protecții externe la nivel de string (TE-CC):**

- fiecare șir fotovoltaic este racordat printr-un **tablou de curent continuu de string (TE-CC);**
- tabloul este echipat cu **siguranțe fuzibile DC și descărcătoare de supratensiune Tip II;**
- carcasă **IP65**, cu posibilitatea **izolării manuale a stringurilor** pentru întreținere în siguranță.



**1.7. Instalațiile de racordare la Sistemul Electroenergetic Național (SEN)**

Racordarea centralei fotovoltaice propuse se va realiza conform **Avizului Tehnic de Racordare nr. 1005855918 / 31.01.2025**, emis de **Delgaz Grid S.A.**

Conform prevederilor ATR, **punctul de racordare** este stabilit la nivelul de tensiune **20 kV**, în **rețeaua LEA 20 kV MILCOV ISCIP BIJGHIR – derivația PTA 1 PRĂJEȘTI**, din stâlpul nr. 16 (capacitatea energetică la care se realizează racordarea).

În baza fișei de soluție avizate, racordarea se va realiza **în cutia de distribuție (CD) proiectată**, ce urmează a fi executată de operatorul de distribuție, conform soluției tehnice din ATR.

Instalațiile de racordare (inclusiv racordul de medie tensiune, separatorul de exterior, celula aeriană de măsură și postul de transformare 20/0,4 kV – 250 kVA, lucrările de întărire rețea, prizele de pământ aferente stâlpilor și măsurătorile aferente) **nu fac obiectul prezentului proiect**, acestea urmând a fi realizate de către **Operatorul de Distribuție Delgaz Grid S.A. sau de către un constructor autorizat, în conformitate cu documentația aferentă ATR-ului menționat.**

Prezentul proiect tratează exclusiv **instalațiile interioare ale centralei fotovoltaice**, inclusiv:

- instalațiile de curent continuu (DC) – panouri fotovoltaice, cabluri, structuri de montaj, echipamente de protecție;
- instalațiile de curent alternativ (AC) – invertoare, tablouri AC, echipamente de protecție și măsură;
- interconectarea cu **cutia de distribuție (CD)** aferentă racordării la SEN.

Centrala fotovoltaică va funcționa în regim de **autoconsum cu injecție a surplusului în rețeaua SEN**, conform condițiilor tehnice prevăzute în ATR și legislației în vigoare (Ordin ANRE nr. 15/2022, cu modificările și completările ulterioare).

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia			
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		9	45	0	1	2	3

## 1.8. Instalația de protecție împotriva supratensiunilor și instalația de legare la pământ

Instalația de protecție împotriva trăsnetului va fi realizată sub forma unui **sistem de protecție tip clasic Franklin (IPT)**, compus din **tije de captare metalice** montate pe structurile de susținere ale panourilor fotovoltaice.

Tijele Franklin vor fi dimensionate astfel încât să acopere integral mesele de panouri și să asigure un **volum de protecție conform SR EN 62305-3:2020**, prevenind descărcările directe asupra panourilor, invertoarelor și echipamentelor auxiliare.

Pentru instalația fotovoltaică proiectată se va realiza un **sistem de echipotențializare completă**, comun pentru întreaga structură metalică și echipamentele electrice.

Instalația de protecție la trăsnet (IPT) va fi **interconectată cu instalația de legare la pământ a echipamentelor electrice (PE)**, formând o **priză comună IPT + PE**.

Această soluție asigură echipotențializarea tuturor elementelor metalice și evacuarea rapidă a curenților de descărcare, reducând diferențele de potențial și riscul de supratensiuni periculoase.

Condițiile impuse pentru **rezistența de dispersie a prizei de pământ** sunt următoarele:

- pentru întreaga instalație (structuri metalice, tije Franklin, echipamente, tablouri AC/DC, invertoare),  $R_d \leq 1 \Omega$ , conform cerințelor I7/2011, SR EN 62305-3:2020 și SR HD 60364-4-44:2018.

La punerea în funcțiune, **priza de pământ va fi verificată** prin măsurători de rezistență de dispersie. În cazul în care valorile măsurate depășesc limita impusă, instalația va fi îmbunătățită prin:

- montarea de **electrozi verticali suplimentari** din OL-Zn sau Cu;
- **interconectarea electrozilor** cu platbandă OL-Zn 40×4 mm, îngropată la adâncimi diferite (0,2 m / 0,6 m / 1 m), pentru reducerea impedanței solului;
- utilizarea de **îmbinări sudate sau prin cleme omologate**, protejate anticoroziv;
- realizarea unei **Bari Principale de Echipotențializare (BEP)**, la care se vor conecta: structurile metalice de susținere, ramele panourilor, carcasele invertoarelor, tablourile TE-CC, TE-I și toate conductoarele de protecție (PE).

Pentru limitarea supratensiunilor induse:

- cablurile de curent continuu (DC) vor fi pozate **pe trasee rectilinii**, evitând formarea buclelor de masă;
- în tablourile DC și AC se vor instala **descărcătoare de supratensiune tip II (SPD T2)**, coordonate energetic între ele și cu descărcătoarele prevăzute în tabloul general al centralei.

Prin aceste măsuri se va asigura **protecția completă a echipamentelor și a personalului**, precum și **continuitatea în exploatare** a instalației fotovoltaice, în conformitate cu cerințele I7/2011, SR EN 62305-3:2020 și SR HD 60364-4-44:2018.

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod PTh/ENV-X-01		10	45	0	1	2	3	4

## II. Informații generale privind obiectivul de investiții

### 2.1. Denumirea obiectivului de investiții

Obiectivul de investiții poartă denumirea: Realizarea unei capacități noi de producere a energiei din surse regenerabile pentru autoconsum în Loc. Prăjești, com. Prăjești, jud. Bacău „Construire parc fotovoltaic pentru autoconsum în comuna PRĂJEȘTI, județul BACĂU”

### 2.2. Amplasamentul

Proiectul este situat în intravilanul satului Prăjești, comuna Prăjești, județul Bacău, pe terenul identificat cu număr cadastral 60353, conform extrasului de carte funciară. Terenul este proprietatea beneficiarului – Comuna Prăjești, conform documentației cadastrale anexate la prezentul proiect.

Regim juridic: proprietate publică a UAT Comuna Prăjești.

Regim economic: teren cu destinație existent „Statie Epurare”.

Acces: se va realiza dinspre drumul public situat la Nord, nr. cadastral 60353.

#### Vecinătăți:

- Nord – drum public DJ 207D (NC 61420);
- Sud – teren;
- Est – teren (NC 61866);
- Vest – teren (NC 60062 și 60055).



Amplasamentul se află într-o zonă cu relief plan, accesibilă pentru lucrări de construcții și instalare. Datele climatice caracteristice zonei sunt specifice climatului continental moderat, cu temperaturi medii anuale de aproximativ +9,5°C, variații între -28°C (minim absolut în ianuarie 1985) și +40°C (maxim absolut în august 2007), și o cantitate medie anuală de precipitații de cca. 540 mm. Adâncimea de îngheț este de **0,90 m**, conform normativului **NP 082/2014**. Amplasamentul se află în **zona seismică de calcul  $ag = 0,30 g$** , cu perioada de colț  $T_c = 0,7 s$ , conform **P100-1/2013**.

### 2.3. Actul administrativ prin care a fost aprobat(ă), în condițiile legii, studiul de fezabilitate/documentația de avizare a lucrărilor de intervenții

Obiectivul de investiții este fundamentat prin **Propunerea Tehnică** elaborată de **S.C. ENINVEST HOLDING REALTO S.R.L.**, având ca responsabil tehnic principal **ing. Costan Ionel-Dănuț**, expert atestat ANRE gr. IIIA și IIIB.

Documentația a fost elaborată în conformitate cu cerințele Caietului de Sarcini și ale legislației în vigoare (Legea 50/1991, HG 907/2016, OUG 195/2005, Legea 10/1995) și constituie baza tehnico-economică pentru realizarea investiției.

### 2.4. Ordonatorul principal de credite

**Denumire: PRIMĂRIA COMUNEI PRĂJEȘTI**

**Reprezentant legal: Primar Jicu Petre -Damian**

**Sediul: sat Prăjești, comuna Prăjești, județul Bacău**

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		11	45	0	1	2	3	4

Ordonatorul principal de credite este autoritatea publică locală care asigură finanțarea și coordonarea investiției, în conformitate cu prevederile Legii nr. 273/2006 privind finanțele publice locale.

## 2.5. Investitorul

**Denumire:** PRIMĂRIA COMUNEI PRĂJEȘTI

**Reprezentant legal:** Primar Jicu Petre -Damian

**Sediul:** sat Prăjești, comuna Prăjești, județul Bacău

Investitorul este titularul investiției, responsabil de implementarea obiectivului de construcție, de obținerea avizelor și de asigurarea fondurilor necesare realizării lucrărilor.

## 2.6. Beneficiarul investiției

**Denumire:** PRIMĂRIA COMUNEI PRĂJEȘTI

**Reprezentant legal:** Primar Jicu Petre -Damian

**Sediul:** sat Prăjești, comuna Prăjești, județul Bacău

**Notă:** În cadrul acestui proiect, ordonatorul principal de credite, investitorul și beneficiarul coincid, fiind aceeași entitate – PRIMĂRIA COMUNEI PRĂJEȘTI.

## 2.7. Elaboratorul proiectului tehnic de execuție

**Denumire societate:** S.C. ENINVEST HOLDING REALTO S.R.L.

**Sediul:** municipiul Bacău, str. Vasile Alecsandri nr. 25, etaj P, Corp D, județul Bacău, cod poștal 600008

**Număr de înregistrare la Registrul Comerțului:** J4/647/2022

**Cod unic de identificare fiscală (CUI):** RO45987689

**Reprezentant legal:** Cazan Cătălin-Gheorghe, în calitate de Director General

**Echipa de proiect:**

**Sef Proiect:** ing. Laurențiu MĂGUREANU

**Aprobat:** ing. Laurențiu MĂGUREANU

**Proiectat:** ing. Mihai BOUBĂTRÎN

**Desenat :** ing. Nicoleta – Alina MĂGUREANU

## III. Particularități ale amplasamentului

### 3.1. Descrierea amplasamentului

Amplasamentul destinat realizării centralei fotovoltaice este localizat în proprietatea **Primăriei Comunei PRĂJEȘTI** pe terenul cu număr cadastral **60353**, situat în intravilanul satului **PRĂJEȘTI**, comuna Prăjești, județul Bacău.

Centrala fotovoltaică se va amplasa la adresa: sat **PRĂJEȘTI**, ceea ce conferă un acces adecvat și integrare facilă în infrastructura locală. Coordonatele geografice ale amplasamentului sunt 46°38'23.2"N 26°59'21.3"E, iar altitudinea medie a zonei este estimată la cca. 180 m. Zona face parte din Podișul Moldovei centrale: relieful este ușor ondulat, cu pantă medie redusă, ceea ce creează condiții excelente pentru instalarea panourilor fotovoltaice la sol fără intervenții majore de terasament. Solurile prezintă o structură stabilă, iar lipsa unor fenomene evidente de alunecare oferă un risc redus de instabilitate a fundațiilor.

<b>Data:</b> 10.10.2025	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod PTh/ENV-X-01		12	45	0	1	2	3	4

### 3.2. Topografia

Zona se caracterizează prin relief etajat vest-est, cu trecerea de la regiunea montană și subcarpatică spre câmpia Siretului.

În zona comunei Blăgești, relieful este predominant de **podis colinar**, cu altitudini de 150–250 m și pantă medie sub 5%, condiții optime pentru montarea structurilor fotovoltaice la sol.

Din punct de vedere seismic, județul Bacău este influențat de sursa seismică **Vrancea**. Conform **P100-1/2013**, valorile de proiectare pentru amplasament sunt:

- **ag = 0,35 g** (IMR = 225 ani);
- **Tc = 0,70 s**.

Aceste valori vor fi utilizate în calculul de rezistență și stabilitate a structurilor de susținere a panourilor fotovoltaice și a fundațiilor aferente.

Adâncimea de îngheț conform **STAS 6054-77** este de **0,8–0,9 m**.

### 3.3. Clima și fenomenele naturale specifice zonei

Zona are **climă continental-moderată**, cu ierni reci și veri calde.

Parametrii climatici medii sunt:

- temperatura medie anuală: **+9 °C**;
- temperatura medie în ianuarie: **-6...-1 °C**;
- temperatura medie în iulie: **+26...+28 °C**;
- precipitații anuale: **500–650 mm**, cu vârf în lunile mai–iunie;
- adâncimea maximă de îngheț: **0,90 m**;
- presiunea de referință a vântului: **qref = 0,6 kPa**, conform **CR 1-1-4/2012**;
- încărcarea din zăpadă: **sk = 2,5 kN/m<sup>2</sup>**, conform **CR 1-1-3/2012**.

Clima este favorabilă producției fotovoltaice, cu o **radiație solară globală (GHI)** medie anuală de **1.250–1.400 kWh/m<sup>2</sup>/an**, corespunzătoare unui potențial fotovoltaic ridicat.

Amplasamentul se încadrează în **categoria de importanță C – lucrări de importanță normală**, conform **HG 766/1997**, iar **clasa de importanță II**, conform **P100-1/2013**.

### 3.4. Geologia, seismicitatea

Amplasamentul este situat pe marginea nord-vestică a Platformei Moldave, parte integrantă a Platformei Moesice. Geologic, zona este alcătuită predominant din depozite neogene-cuaternare (loessuri, argile prăfoase, nisipuri fine), cu grosimi locale variabile până la ~1.000 m. Straturile superficiale oferă o rezistență la compresiune de **150-250 kPa**, adecvată pentru fundații superficiale și ancore de montaj. Nu sunt identificate condiții de nivel hidric ridicat sau fenomene tectonice locale active mai deosebite, însă proiectarea va lua în calcul valorile seismice conform P100-1/2013. Zona este încadrată în clasa de hazard II ( $\alpha \approx 0,08 g$ ), cu accelerație de proiectare **ag = 0,35 g** și perioada de control **Tc = 0,70 s**.

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		13	45	0	1	2	3	4

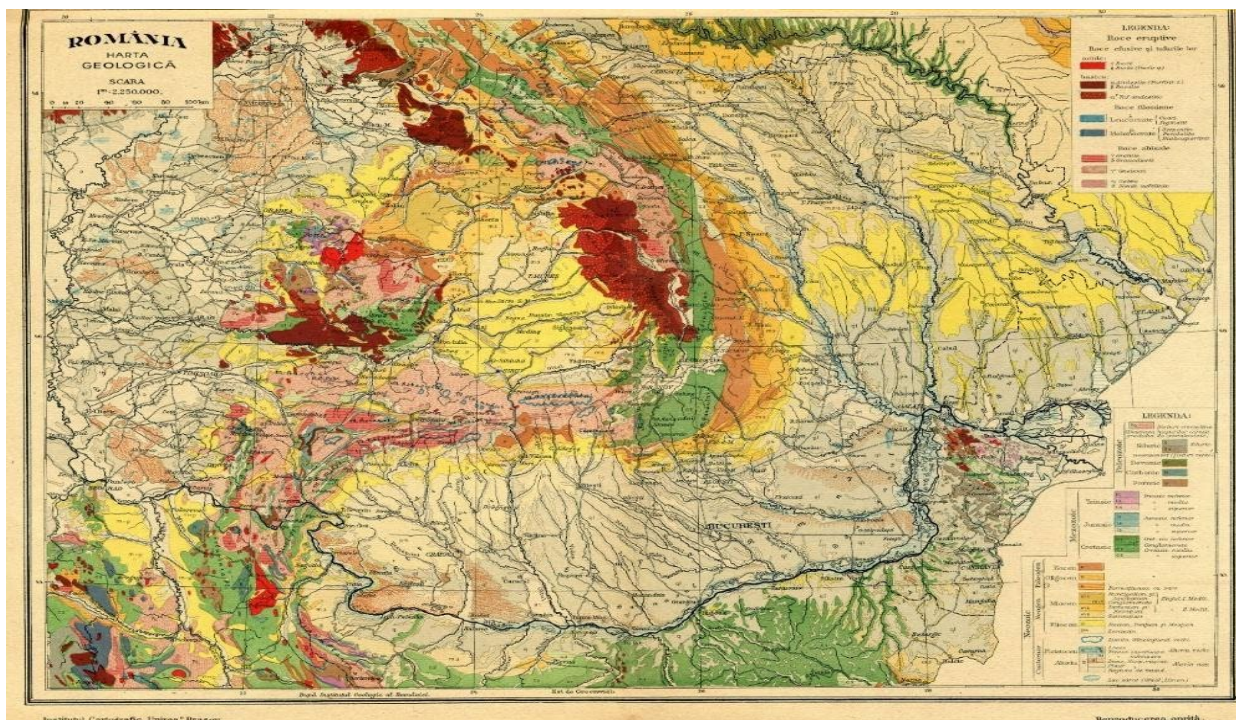


Fig. 2. Harta geologică a zonei

### 3.5. Devierile și protejările de utilități afectate

Analiza planurilor topografice și cadastrale indică că pe amplasament **nu există rețele de utilități** (apă, canalizare, gaz, electricitate, telecomunicații) ce necesită deviere sau lucrări de protejare specială. Proiectul nu presupune intervenții asupra infrastructurii existente, ceea ce simplifică logistica execuției.

### 3.6. Sursele de apă, energie electrică, gaze, telefon și altele asemenea pentru lucrări definitive și provizorii

Amplasamentul beneficiază de utilități existente – bransamente de apă, energie electrică și rețea de comunicații – ce vor asigura atât organizarea șantierului, cât și funcționarea ulterioară a centralei. Nu sunt necesare amenajări speciale de infrastructură provizorie, ceea ce reduce costurile și riscurile de execuție.

### 3.7. Căile de acces permanente, căile de comunicații și altele asemenea

Suprafața de acoperișului aferentă proiectului se situează imediat la nord de drumul național, în zona de tranziție dintre localitatea Suceava.

Tab.1. Căi de acces:

Tip drum	Denumire străzi	Legătură	Lungime aproximativă
Drum județean	DJ207D		Ieșire directă

### 3.8. Căile de acces provizorii

Nu se impune amenajarea de drumuri sau platforme provizorii pentru montaj; utilajele și materialele vor fi livrate pe infrastructura existentă, iar depozitarea temporară va fi organizată în spații alocate de beneficiar, fără perturbarea circulației.

### 3.9. Bunuri de patrimoniu cultural imobil

Verificarea Listei Monumentelor Istorice și a registrului monumentelor imobiliare nu a relevat existența de bunuri de patrimoniu în zona imediată a amplasamentului. Clădirile existente aparțin destinației educaționale și nu sunt protejate ca monument istoric.

## IV. Soluția tehnică adoptată

### 4.1. Structura de susținere a panourilor fotovoltaice

Sistemul de montaj utilizat pentru centrala fotovoltaică este un sistem **cu instalare la sol**, cu **orientare est-vest**, conceput pentru a optimiza densitatea de amplasare și uniformitatea producției zilnice de energie, reducând umbrirea reciprocă a rândurilor.

Structura de susținere este realizată integral din **oțel galvanizat la cald**, având în componență elemente portante, contravântuiri și elemente de fixare din **oțel inoxidabil A2/A4**, pentru a asigura rezistență mecanică și protecție anticorozivă conform cerințelor standardelor europene.

Montajul se realizează **prin batere directă în sol**, fără utilizarea fundațiilor din beton. Piloții metalici, tip **C-profile sau H-profile**, sunt realizați din **oțel S355 galvanizat**, conform **SR EN 1090-2**, și se introduc mecanic la adâncimi cuprinse între **1,6 și 2,0 m**, în funcție de natura terenului și de rezultatele verificărilor geotehnice.

#### Caracteristici principale ale sistemului:

- Configurație: **orientare est-vest**, două rânduri de panouri montate spate-în-spate (back-to-back);
- Unghi de înclinare: **25° ± 1°**, stabilit pentru echilibrarea producției zilnice și reducerea efectului de umbră;
- Distanța între rânduri: dimensionată astfel încât să se evite umbrirea în intervalul solar critic (21 decembrie);
- Materiale: oțel galvanizat la cald, grosime strat zinc  $\geq 80 \mu\text{m}$ ; elemente de prindere inoxidabile A2/A4;
- Montaj modular, cu elemente preasamblate – cleme și conectori (EC Clamp, OneMid, OneEnd, BasicClip etc.);
- Fără suduri pe șantier, cu prinderi mecanice complet demontabile.

#### Controlul calității și recepția lucrărilor:

- Verificarea verticalității și adâncimii piloților la batere;
- Controlul alinierii longitudinale și transversale (toleranță  $\pm 10 \text{ mm}/10 \text{ m}$ );
- Verificarea unghiului de înclinare cu laser (toleranță  $\pm 0,2^\circ$ );
- Întocmirea proceselor-verbale de recepție pentru fiecare rând structural.

#### Măsuri de securitate și sănătate în muncă (SSM):

- Delimitarea și semnalizarea zonei de lucru;

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		15	45	0	1	2	3	4

- Echipament individual de protecție complet (casca, ham, bocanci cu bombeu metalic, mănuși, veste fluorescente);
- Plan de intervenție și dotare cu stingătoare cu pulbere în proximitatea lucrărilor.

## 4.2. Panouri fotovoltaice

Panourile fotovoltaice generatoare sunt de tip **YH SUNPRO POWER SPDG590-N144M10 N-type TOPCon Bifacial 590 W**, monocristaline, cu 144 celule și putere nominală de **590 Wp** fiecare, conform descrierii de la pct. 1.6.

Acestea convertesc energia solară în energie electrică continuă cu randament ridicat, fiind certificate CE și IEC 61215 / IEC 61730.

Fiecare modul este echipat cu conectori rapizi tip **MC4** și cabluri preasamblate, permițând interconectarea în șiruri (stringuri) conform schemei de conexiuni din partea desenată.

Montajul panourilor se realizează pe structura metalică orientată **est-vest**, cu unghi de înclinare de **25°**, conform analizelor de randament efectuate în **HelioScope** și **PVGIS**, precum și conform planurilor de amplasament.

### A) Tehnologia de montaj a panourilor fotovoltaice și a stringurilor CC

#### a) Condiții pregătitoare

Înainte de începerea montajului, se vor parcurge următoarele etape:

- **Verificarea documentației tehnice:**
  - certificate de conformitate CE pentru module și echipamente de montaj;
  - manualele de instalare ale producătorilor (YH Sunpro Power – panouri, SUN GROW – invertor, documentația sistemului structural la sol);
  - planurile de trasare și amplasament, cu respectarea azimutului și unghiului de înclinare din proiect.
- **Pregătirea terenului:** verificarea nivelării, curățarea suprafeței, trasarea axelor de montaj și delimitarea zonei de lucru.

#### b) Echipamente și scule necesare

- Mașini de înșurubat electrice cu capete hexagonale M8–M12;
- Chei dinamometrice reglabile (10–12 Nm pentru cleme, 18–35 Nm pentru prinderi structurale);
- Nivelă laser, ruletă 5 m, marcatoare;
- EIP complet: mănuși anti-tăiere, cască cu protecție laterală, ham de siguranță, bocanci cu bombeu metalic, veste fluorescente;
- Megohmmetru (1000 V), multimetru TRMS, cameră termoviziune pentru verificări.

### B) Flux tehnologic de montaj

#### a) Fixarea panourilor fotovoltaice pe structură

- Panourile se montează conform schemei de string, cu marginea inferioară la max. 50 mm față de profilul port-panou.
- Clemele intermediare (**OneMid / MidClamp**) se montează pe muchia panoului și se strâng la **10 Nm**.

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		16	45	0	1	2	3	4

- Clemele terminale (**OneEnd / EndClamp**) se strâng la **12 Nm**.
- Se verifică paralelismul și distanța constantă între panouri ( $\pm 2$  mm toleranță).

#### b) Trasee și conectare electrică CC

- Cabluri fotovoltaice: **PV1-F 6 mm<sup>2</sup>**, izolație UV, domeniu temperatură  $-40...+90$  °C;
- Cablurile se fixează în profilurile structurii și se introduc în tuburi PVC ignifuge la trecerile spre jgheaburi metalice;
- Fiecare string este etichetat individual cu marcaj termo-contractabil rezistent UV.

#### c) Conectarea conectorilor MC4

- Decablare 12 mm (verificată cu șablon);
- Sertizare cu clește profesional MC4 – rezistență la tracțiune  $\geq 50$  N;
- Cuplare până la blocarea mecanică („clic”);
- Rezistență de contact  $< 0,35$  m $\Omega$ ;
- Verificare polaritate și continuitate cu multimetru.

#### d) Legarea la tabloul de string (TE-CC)

- Conductorii (+/-) se introduc în bornele TE-CC și se strâng la  $\approx 4$  Nm;
- Verificare polaritate, continuitate și etanșeitate (grad IP65);
- Montare siguranțe fuzibile și descărcătoare de supratensiune (SPD tip II DC).

#### e) Teste și verificări inițiale

- **Rezistența de izolație:** 1 000 VDC între „+” și structură; admis  $\geq 100$  M $\Omega$ ;
- **Tensiune circuit deschis (Voc):** toleranță  $\pm 5$  % față de calcul;
- **Curent de scurtcircuit (Isc):**  $(0,95-1,05) \times$  ISC nominal;
- **SPD:** timp de reacție  $\leq 25$  ns; verificare siguranțe CC/AC;
- **Împământare:** verificare continuitate conductoare PE ( $\leq 0,1$   $\Omega$ ).

#### f) Conectarea la inverter

- Cablurile CC se introduc în canalele dedicate și se fixează cu cleme antivibrații;
- Se verifică valorile de intrare: **Vcc max  $\leq 1100$  VDC**, curent MPPT conform fișei tehnice;
- Conductor de împământare: **Cu 16 mm<sup>2</sup> galben-verde**, conectat la bara principală de echipotențializare.

#### g) Recepție și documentație finală

- Verificare finală: etanșeitate, integritate, identificare polaritate;
- Audit de securitate: carcase, împământare, conexiuni de echipotențializare (TerraGrif QL);
- Întocmirea proceselor-verbale de recepție, semnate de: responsabil tehnic execuție, RTE, diriginte de șantier și proiectant;
- Anexe:
  - Buletine de testare (Voc, Isc, Iz);
  - Buletine SPD și siguranțe;

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		17	45	0	1	2	3	4

- Fotografii montaj;
- Schema electrică finală;
- Declarații CE ale echipamentelor.

### 4.3. Echipament de conversie (invertor)

Invertorul este utilizat pentru transformarea curentului continuu (CC), generat de panourile fotovoltaice, în curent alternativ (CA) sincronizat cu rețeaua publică. Pentru centrala fotovoltaică sunt prevăzute **1 invertor trifazat ON-GRID** cu o capacitate totală instalată de **150 kW AC**.



*Fig. 3. Invertor (Vedere frontală)*

#### Configurația echipamentelor:

- 1× Invertor SUNGROW – SG150CX, 150 kW AC.

**Total:** 1 invertor – putere totală 150 kW AC.

Echipamentele sunt conforme cu prevederile **Ordinelor ANRE nr. 228/2018** și **132/2020**, precum și cu **Normele tehnice privind condițiile tehnice de racordare la rețelele electrice de interes public** pentru instalațiile de producere a energiei electrice din surse regenerabile. Sunt certificate conform standardelor **IEC 62109**, **IEC 61727**, **VDE-AR-N 4105**, **SR EN 50549**, având grad de protecție **IP66**.

<b>Data:</b> 10.10.2025	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod PTh/ENV-X-01		18	45	0	1	2	3	4

**a) Caracteristici tehnice generale – invertoare Sungrow**

<b>Parametru</b>	<b>SG150CX</b>
Putere nominală AC	150 kW
Putere maximă AC	165 kW
Număr MPPT	7
Tensiune MPPT	180–1000 V
Tensiune maximă intrare	1100 V
Curent max. intrare	30 A
Curent max. ieșire	240,6 A @ 400 V
Randament maxim	98,8 %
Factor de putere	0,8 ind. ... 0,8 cap.
Distorsiune armonică totală (THD)	< 3 %
Grad de protecție	IP66
Dimensiuni (L×H×A)	1025×795×360 mm
Greutate	100 kg

**Protecții integrate:**

Anti-insularizare (anti-islanding), supracurent AC, protecție diferențială integrată, SPD tip II (AC/DC), monitorizare defect de izolație, protecție polaritate inversă, protecție la supratensiune și sistem AFCI (deteecție arc electric).

**b) Flux tehnologic de montaj**
**1. Pregătiri inițiale**

- **Verificarea documentației tehnice:** manual de instalare **Sungrow**, schema electrică, fișele tehnice și certificatele CE;
- **Control recepție echipamente:** verificarea integrității carcasei, etanșeității garniturilor și a accesoriilor livrate (kit de montaj, conectori, șuruburi, garnituri, cabluri).
- **Amplasament:** zona ventilată, ferită de expunere directă la apă; spațiu liber min. 200 mm lateral și frontal conform ghidului de instalare.

**2. Montaj mecanic**

- Fixarea suportului metalic pe structura de susținere sau perete, cu șuruburi M10, **cuplu 40 Nm**;
- Ridicarea inverterului (greutate netă 50–90 kg) cu troliu sau dispozitiv de ridicare, utilizând punctele de prindere indicate de producător;
- Verificarea orizontalității cu nivela laser; distanță minimă față de obstacole: **≥ 200 mm**;
- Strângerea finală a șuruburilor și controlul fixării carcasă-suport.

**3. Racordări electrice**
**Conexiuni CC (din tabloul TE-CC):**

- Conectori MC4 cu cabluri **PV1-F 6 mm<sup>2</sup>** (PV+, PV–, PE);
- Sertizare conectori: 8 Nm; verificare garnituri O-ring; etanșare IP66;
- Întrerupătoare CC integrate – verificare poziționare și blocare mecanică;

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		19	45	0	1	2	3	4

- Conductor de împământare Cu 16 mm<sup>2</sup> către bara principală de echipotențializare.

#### Conexiuni AC (către tabloul TE-I):

- Conductoare conform schemei monofilare: L1, L2, L3, N, PE;
- Verificare polaritate și cuplu borne conform fișei tehnice (4–6 Nm);
- Legătură echipotențială între toate carcasele metalice și bara principală de pământ.

#### 4. Teste și punerea în funcțiune

- **Inspecție vizuală finală:** conexiuni strânse, garnituri intacte, etanșeitate;
- **Măsurători:** rezistență izolație ( $\geq 100 \text{ M}\Omega$  la 1000 VDC), continuitate PE ( $\leq 0,1 \Omega$ ), polaritate, SPD activ;
- **Test funcțional:** sincronizare la rețea, verificare parametri de injecție (tensiune, frecvență, factor de putere, curent de fază);
- **Test performanță:** verificare putere maximă AC raportată la iradiere 1000 W/m<sup>2</sup>;
- **Raport de comisionare:** include toate măsurătorile, verificările SPD, AFCI și RCD.

#### 5. Recepție și documentație finală

La finalizarea montajului se întocmește **proces-verbal de recepție tehnică**, semnat de:

- Responsabil tehnic cu execuția (RTE);
- Diriginte de șantier;
- Proiectant instalații electrice;
- Reprezentantul beneficiarului.

Documentația de predare include:

- Buletine de testare (izolație, continuitate, SPD, AFCI);
- Fotografii montaj;
- Schema electrică „as-built”;
- Manuale de utilizare și certificate CE.

#### 4.4. Sistem de monitorizare și control – Data Logger 1000 SUNGROW

Pentru asigurarea unei monitorizări complete și a unui control eficient al centralei fotovoltaice, proiectul prevede montarea echipamentului **Data Logger 1000 SUNGROW** în tablou de interfață.

##### **Data Logger 1000 SUNGROW – descriere și funcționalități**

Data Logger NISE-610E-S este un **controller inteligent de date** conceput pentru centrale fotovoltaice de dimensiuni medii și mari. Rolul său este de a colecta, centraliza și transmite datele de funcționare către platformele de monitorizare și sistemele SCADA.

Funcții principale:

- Monitorizează în timp real **producția de energie, statusul invertoarelor și al echipamentelor auxiliare**, alarme și evenimente;
- Permite **transmiterea comenzilor de control** către invertoare: limitare de putere activă, reglaj al factorului de putere, comenzi Q(U) pentru sprijin de rețea;
- Interfețe:  
-RS485: 3 porturi (bus pentru invertoare, contoare etc)

<b>Data:</b> 10.10.2025	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod PTh/ENV-X-01		20	45	0	1	2	3	4

- Ethernet: 1×RJ45, 10/100/1000 Mbps ;
- Wireless (WLAN) 802.11b/g/n/ac (2.4GHz / 5GHz)
- În versiunea “A” posibil suport 4G (în funcție de regiune)
- Alimentare: 24 V DC input, <10 W consum tipic.
- Protecție: Carcasă IP20 pentru versiunea de bază.
- Dimensiuni / greutate: aprox. 200 × 110 × 60 mm, ~500 g.
- Comunicare flexibilă: suportă RS485, Ethernet, WLAN – facilitează integrarea invertoarelor, contoare și altor echipamente de teren.
- Control activ/reactiv: oferă posibilitatea de a controla puterea activă/reactivă dacă sistemul și invertoarele permit.
- Administrare centralizată: versiunea permite actualizare firmware-uri, parametrizare în lot („batch”) pentru mai multe invertoare, lucru util în sisteme largi.
- Monitorizare locală & web-server integrat: nu este necesară o aplicație dedicată – configurare/monitorizare se poate face via browser pe PC/telefon.
- Scalabilitate decentă pentru parcuri medii/comerciale: conexiunea până la ~30 echipamente permite utilizarea în sisteme de câteva MW (în funcție de topologie).
- Compatibilitate echipamente terțe: există listă de compatibilitate cu invertoare, contoare, senzori de la terți.
- Ajută să centralizezi comunicația de la multiple invertoare (în cazul tău, de exemplu, 21 invertoare) către un singur punct de management.
- Poate facilita integrarea cu sistemul SCADA/EMS pe care îl vei avea pentru parcul de 50 MWp + 160 MWh stocare, oferind date consolidate.
- Funcțiile de control activ/reactiv pot ajuta în respectarea cerințelor de rețea (ex: limitare putere, profil de injectare, reglaj reactiv).
- Modul de instalare relativ simplu (montaj pe șină DIN sau pe perete) face ca integrarea să fie mai rapidă.

#### Protecții și siguranță:

- Izolare galvanică a porturilor de comunicație;
- Funcționare în domeniul de temperatură -30 °C până la +60 °C; stocare până la -40 °C până la +80 °C; umiditate ≤ 95% (necondensată)
- Alimentare: 24 V DC (din sursa din T-COM).
- Centralizează datele de la toate invertoarele și contoarele montate în instalație;
- Transmite datele către **OD / SCADA** prin Ethernet sau modem de comunicație;
- Permite intervenții de control de la distanță asupra centralei, în conformitate cu cerințele OD și ANRE;
- Asigură acces rapid pentru instalatori și operatori prin interfața web și aplicația mobilă

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia			
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		21	45	0	1	2	3

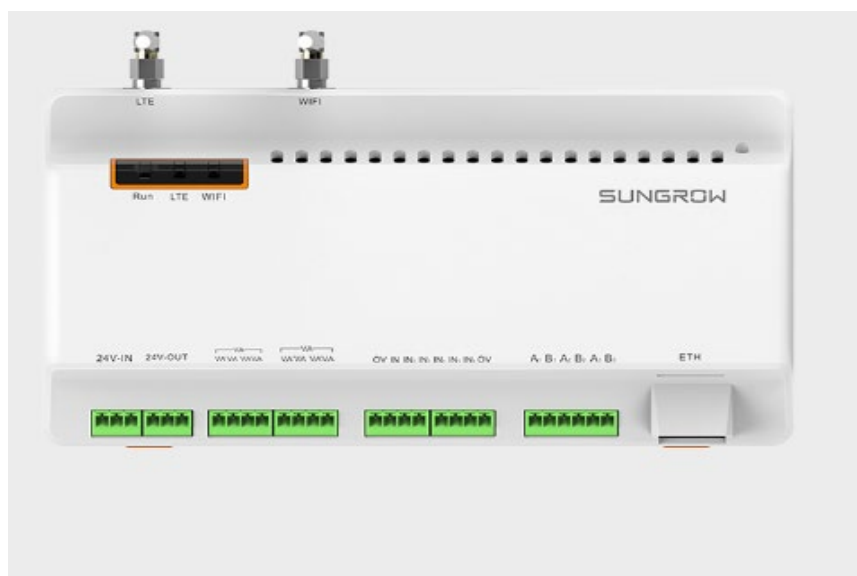


Fig. 4. Data Logger 1000 SUNGROW

### Caracteristici tehnice specifice:

Tab.5. Data Logger 1000 SUNGROW

Parametru	Valoare
Număr maxim de dispozitive	30
Interfață de comunicație	3x RS485 interface - 1 x Ethernet/RJ45 interface - Wifi - 4G - 5 DI/O - 4 AI/O
RS485	4, suport 4 – 20 mA or 0 – 10 VDC
MBUS	1 intrare, 115,2 kbps, compatibil PLC
Intrări/ieșiri digitale/analogice	DI×5, DO×4, AI×4
Protocoale suportate	Modbus-TCP IEC 60870-5-104
Interfață utilizator	LED indicator x2, server WEB integrat
Interval temperatură funcționare	-30...+60 °C
Interval temperatură depozitare	-40...+80 °C
Umiditate relativă	5–95 %
Altitudine maximă	4 000 m
Alimentare AC	100–240 V, 50/60 Hz
Alimentare DC	12–24 V
Consum tipic/maxim	10 W
Dimensiuni	200× 110 × 60 mm
Greutate	0,5 kg
Grad de protecție	IP20 (montaj pe perete, șină DIN, masă de lucru)

#### 4.4.1. Soluție de monitorizare și vizualizare

##### Monitorizare locală și de la distanță – iSOLAR CLOUD

**iSOLAR CLOUD** este platforma de monitorizare și control oferită de producătorul invertoarelor, utilizată la nivel de instalație fotovoltaică individuală. În cadrul CEF 155,76 kWp, – **iSOLAR CLOUD** permite personalului tehnic să supravegheze în timp real funcționarea inverterului și întregii centrale, prin intermediul unei interfețe web sau a aplicației mobile dedicate. **Data Logger 1000 SUNGROW** comunică direct cu platforma – **iSOLAR CLOUD** , transmitând un set extins de date și permițând anumite comenzi de la distanță:

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		22	45	0	1	2	3	4

- **Date monitorizate în timp real:** Platforma colectează de la invertoare valori precum tensiuni și curenți pe fiecare fază, tensiuni și curenți DC pe stringuri, puterea activă generată (instantaneu și cumulată), puterea reactivă, factori de putere, eficiența invertoarelor, temperatura internă a invertoarelor, tensiunea rețelei, frecvența rețelei etc. De asemenea, *iSOLAR CLOUD* agregă date zilnice, lunare, anuale despre energia produsă și realizează rapoarte de performanță (inclusiv calculul randamentelor și al autoconsumului, dacă este cazul).
- **Monitorizarea MPPT și a randamentului:** Având acces la detalii pe trackere MPPT și pe stringuri, *iSOLAR CLOUD* permite identificarea timpurie a oricăror deviații de performanță între stringuri sau invertoare. Sistemul urmărește punctul de putere maximă (MPPT) pentru fiecare intrare DC a invertoarelor, optimizând producția. Datele istorice pot fi analizate pentru a calcula **Performance Ratio** și pierderile potențiale (de exemplu, dacă un string are umbrire sau defectiuni, se va observa un curent DC mai mic raportat la radiația solară).
- **Alarmare și diagnostic:** *iSOLAR CLOUD* include un sistem de **alarmare automată** – orice alarmă activă generată de inverter (cod de eroare, supratemperatură, pierdere de comunicare, declanșare protecții etc.) este raportată imediat pe platformă. Utilizatorii pot vedea atât alarmele active, cât și jurnalul de alarme istorice, putând primi notificări (e-mail/push) pentru evenimente critice. Platforma afișează detalii și recomandări pentru erori cunoscute, facilitând depanarea. De exemplu, dacă un inverter indică o alarmă de supratensiune rețea, *iSOLAR CLOUD* o înregistrează și semnalizează condiția.
- **Control de la distanță al invertoarelor:** Prin modulul de mentenanță al *iSOLAR CLOUD*, operatorii cu drepturi de configurare pot trimite comenzi către invertoare, precum pornire/oprire inverter, setarea unei limite de export a puterii active (de ex. reducerea la un anumit procent din puterea nominală), reglarea factorului de putere sau selecția modului de control al puterii reactive (cos  $\varphi$  constant, Q(U) – sprijin de tensiune, P(f) – reducere la creșterea frecvenței etc., în conformitate cu cerințele ANRE). De asemenea, se pot iniția **proceduri de actualizare firmware** de la distanță pentru invertoare și pentru Smart Logger, platforma asigurând distribuirea pachetelor firmware și aplicarea lor într-un mod centralizat. Această funcție garantează că echipamentele rămân la zi cu îmbunătățirile de software și securitate, fără a necesita intervenții locale manuale.

#### 4.5. Smart Meter DTSU666-20,

DTSU666-20 este un contor trifazat inteligent pentru măsurarea energiei electrice, conceput pentru aplicații fotovoltaice și industriale. Este compatibil cu invertoarele SUNGROW și cu Data Logger-ul 1000 SUNGROW, permițând monitorizarea bidirecțională (producție și consum) și managementul fluxurilor de energie.

Se montează în tabloul electric, pe șină DIN, și se utilizează împreună cu transformatoare de curent (TC), pentru curenți până la 400 A.

**Rol principal:** măsoară energia consumată din rețea și energia injectată, pentru ca inverterul SUNGROW să poată controla exportul și optimiza autoconsumul.

**Integrare:** conectat prin RS485 la inverter sau SmartLogger.

##### Aplicații tipice:

- limitarea injectiei în rețea („zero export”),
- monitorizare consum/producție în timp real,

<b>Data:</b> 10.10.2025	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod PTh/ENV-X-01		23	45	0	1	2	3	4

- raportare completă în platforma **iSOLAR CLOUD**.



**Fig.5 Smart meter DTSU666-20**

**Caracteristici tehnice specifice:**

*Tab.6 SMART METER*

DATE GENERALE	
Dimensiune (I x L x A)	118 x 72 x 65.5 mm
Tip montare	Șină DIN35
Greutate (cabluri incluse)	0,8 kg
Alimentare electrică	
Tip grilă electrică	3P4W
Tensiune de intrare (tensiune de fază)	~50-280 V L-N / 85-485 V L-L
Consum de energie	≤ 1,5 W
Interval masurare	304 Vac ~ 499 Vac
Tensiunea de fază	176 Vac ~ 288 Vac
Curent	0 ~ 400 A
Precizia măsurării	
Tensiune	± 0.5%
Frecvență	± 0.01 Hz
Curent / Putere / Energie	± 1 %
Comunicare	
Interfață	RS485
Rata Baud	9600 bps
Protocol de comunicare	Modbus-RTU
Mediu inconjurator	
Operating temperature range	-25 °C ~ 60 °C
Interval de temperatură de depozitare	-40 °C ~ 70 °C
Grad umiditatea de funcționare	5%RH ~ 95% (necondensare)
Accesorii	3 CT 400 A/50 mA

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		24	45	0	1	2	3	4

#### 4.6. Releu extern de protecție

Pe lângă dispozitivele de pe panouri, un element central al schemei de siguranță este **releul extern de protecție de rețea**, montat în tabloul de interfață TE-I. În această funcție a fost selectat modelul **Schrack URNA0345-B**, un releu multifuncțional de protecție (**NA Schutz** – protecție de rețea și instalație). Acest echipament este proiectat să **supravegheze parametrii rețelei** (tensiune, frecvență, simetrie, etc.) și să **decupleze automat inverterul de la rețea** în cazul detectării oricărei anomalii ce ar putea periclita siguranța sistemului sau a personalului. De exemplu, URNA0345 monitorizează supracurenți (sarcini peste nominal – funcția 50) și scurtcircuite cu declanșare instantanee sau temporizată, protecție diferențială de pământ (funcția 87, comparând curenții de intrare-ieșire pentru a detecta eventuale scurgeri periculoase), abateri de tensiune (subtensiune/supratensiune – funcțiile 27/59) și de frecvență (81) dincolo de limitele admise, precum și condiții de anti-insularizare (funcția de decuplare la dispariția rețelei, conform cerințelor operatorului de rețea). Practic, acest releu acționează ca un *gardian* al punctului de conexiune la rețea: dacă rețeaua pică sau are valori în afara parametrilor normali, el comandă instant deconectarea inverterului, împiedicând orice injecție necontrolată de putere în rețeaua publică. Astfel se previne, pe de o parte, pericolul pentru personalul de mentenanță al rețelei (care altfel ar putea găsi conductoare sub tensiune din cauza generatoarelor locale) și, pe de altă parte, se evită alimentarea consumatorilor cu tensiuni/frecvențe neconforme.

Releul URNA0345-B comandă **decuplarea efectivă** prin acționarea unui contactor sau disjunctor de putere plasat pe circuitul AC al inverterului (în tabloul de interfață AC). În cazul nostru, tabloul AC include acest **2 contactori** comandat electric. La primirea unei comenzi de declanșare de la releu, disjunctorul se deschide și separă complet inverterul și panourile de rețeaua clădirii.

Pentru a asigura vizibilitate și control asupra acestui sistem de siguranță, releul extern este integrat în sistemul de monitorizare și control. URNA0345-B dispune de interfață de comunicație **Modbus TCP/IP** și de **contacte uscate de semnalizare**, prin care transmite starea sa (înclinat/declanșat, alimentat/nealimentat etc.). De asemenea, el poate primi comenzi de la distanță (de exemplu, comanda de declanșare manuală, echivalentă cu acționarea butonului de urgență). Aceste aspecte sunt detaliate în secțiunea următoare.

#### 4.7. Instalații de curent continuu (DC) –conductoare și tablouri CC

##### a) Conductoare DC

Panourile fotovoltaice sunt montate pe structura metalică de susținere la sol, conform planurilor de amplasament și montaj.

Modulele sunt grupate în **șiruri (stringuri)** care se conectează în serie: conductorul pozitiv al unui panou la negativul următorului, utilizând conectorii **MC4** integrați din fabrică. Fiecare string se conectează la intrarea de curent continuu a inverterului aferent, prin intermediul tabloului de protecție **TE-CC**.

Traseele de cabluri fotovoltaice se realizează pe structura metalică și prin jgheaburi metalice galvanizate sau tuburi flexibile **Copex ignifuge**, fixate de profilele structurale prin bride din inox. Cablurile utilizate sunt de tip **PV1-F**, conductoare de cupru, **1×6 mm<sup>2</sup>**, cu izolație dublă rezistentă la **UV**, **temperaturi -40...+90 °C**, și la tensiuni de până la **1000 V DC**, conform **EN 50618**.

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		25	45	0	1	2	3	4

Toate cablurile CC sunt **etichetate individual** cu inele termocontractabile inscripționate (ex.: S1+, S1–, ... S14+, S14–) pentru o identificare clară la invertor și la tablourile DC.

Pe traseu, la schimbările de direcție și la intrările în echipamente, se montează **cleme și bride de fixare** la distanțe regulate ( $\leq 40$  cm), evitând îndoirile strânse sau tensionarea cablurilor.

Cablurile pozitive și negative ale aceluiași circuit se poză **în același jgheab**, pentru reducerea buclei magnetice și minimizarea riscului de inducții.

Toate circuitele sunt echipotențializate cu conductor **Cu 16 mm<sup>2</sup>** între structura de oțel și bara principală de pământ.

### b) Tablouri de curent continuu (TE-CC)

Invertorul solar este precedat de un **tablou de protecție pe curent continuu (TE-CC)**, montat **pe structura de susținere a panourilor**, în proximitatea câmpurilor fotovoltaice. Tablourile sunt executate în carcase **metalice zincate sau din poliester armat cu fibră de sticlă**, cu grad de protecție minim **IP65 / IK10**, prevăzute cu ventilație pasivă și presetupe etanșe M25–M32.

**Rolul tabloului TE-CC** este de a asigura protecția stringurilor împotriva:

- **supracurentului**, prin siguranțe fuzibile DC (pe fiecare string pozitiv);
- **supratensiunilor tranzitorii**, prin descărcătoare de tip II DC montate între „+” și „–”, cu monitorizare vizuală a stării cartușului;
- **polarității inversate** și a curenților de defect către masă.

### Echipare tipică TE-CC:

- Intrări stringuri: 6–12 bucăți (pozitiv/negativ);
- Siguranțe fuzibile DC 1000 V / 15 A, tip NH00, montate pe suport modular;
- Descărcătoare de supratensiune SPD tip II DC 1000 V, energie nominală  $\geq 40$  kA;
- Bară de echipotențializare (PE) legată la structura metalică;
- Etichete de avertizare „Pericol tensiune continuă 1000 V DC”.

**Conexiunile interne** se realizează cu conductoare **Cu 6 mm<sup>2</sup>** pentru circuitele de string și Cu 16 mm<sup>2</sup> pentru bara PE.

Cuplul de strângere la bornele DC se verifică conform fișei tehnice ( $\approx 4$ –5 Nm).

După montaj, se verifică etanșeitarea garniturilor și integritatea carcasei, aplicând **vaselină siliconică** pe garniturile de ușă pentru menținerea durabilității în mediu exterior.

### c) Testarea și verificarea circuitelor DC

După finalizarea montajului panourilor, cablurilor și tablourilor TE-CC, se efectuează testele de continuitate și izolație ale circuitelor de curent continuu.

Se utilizează **megohmetru 1000 V DC**, cu următoarele verificări:

Verificare	Condiție	Valoare minimă admisă
Izolație între (+) și (–)	Circuit deschis	$\geq 100$ M $\Omega$
Izolație între (+) și PE	Circuit deschis	$\geq 100$ M $\Omega$
Izolație între (–) și PE	Circuit deschis	$\geq 100$ M $\Omega$
Continuitate echipotențializare	Măsurată ohmic	$\leq 0,1$ $\Omega$

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		26	45	0	1	2	3	4

Se verifică și **funcționarea siguranțelor fuzibile**, prin simularea unei sarcini controlate ( $\approx 1,2 \times I_n$ ), precum și declanșarea vizuală a descărcătoarelor SPD.

Rezultatele sunt înregistrate în **rapoarte de încercare** anexate la procesul-verbal de recepție pe partea DC.

Recepția lucrărilor de curent continuu se face în prezența:

- responsabilului tehnic cu execuția (RTE),
- dirigintelui de șantier,
- proiectantului instalației,
- reprezentantului beneficiarului.

Documentația de final include:

- Buletine de măsurători (izolație, continuitate, SPD);
- Fotografii ale traseelor și tablourilor;
- Schema electrică „as-built”;
- Declarații CE și fișe tehnice ale componentelor DC.

#### 4.8. Instalații de curent alternativ (AC) –cabluri AC și tablou de interfață

##### a) Tablou de interfață (TE-I)

Tabloul de interfață **TE-I** reprezintă punctul de convergență al energiei produse de invertoarele fotovoltaice și asigură protecția, comutația și monitorizarea fluxurilor de energie pe partea de curent alternativ.

Acesta permite separarea rapidă și sigură a sursei regenerabile față de instalația internă și față de Sistemul Electroenergetic Național (SEN).

##### Amplasament:

TE-I este montat **pe structura metalică de susținere a panourilor fotovoltaice**, într-un cadru tehnic dedicat, în imediata apropiere a invertorului.

Poziționarea pe structura PV minimizează lungimea cablurilor AC de la invertoare, reduce pierderile de tensiune și facilitează operațiunile de mentenanță.

##### Execuție constructivă:

- carcasă metalică galvanizată sau din poliester armat cu fibră de sticlă;
- grad de protecție minim **IP65 / IK10** conform **SR EN 61439-1/2**;
- ventilație pasivă cu supape anticonsens;
- uși prevăzute cu garnituri de etanșare și închidere cu cheie;
- montaj antivibrație pe cadru metalic, cu împământare directă la structura PV ( $Cu \ 16 \text{ mm}^2$ ).

##### Roluri funcționale:

- conectarea invertoarelor la bara generală AC a câmpului PV;
- separarea rapidă a câmpului fotovoltaic de la SEN, prin întrerupător/separator principal;
- integrarea releului extern de protecție de interfață (RPI);
- asigurarea descărcării supratensiunilor AC (SPD tip II);
- pregătirea conexiunii către cutia BMP pentru contorizarea bidirecțională.

##### Echipare tipică TE-I:

- bare trifazate L1–L2–L3–N–PE;
- întrerupătoare automate tripolare pentru fiecare inverter;

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		27	45	0	1	2	3	4

- separator general AC cu contact auxiliar de semnalizare;
- descărcătoare SPD tip II AC 400 V,  $\geq 40$  kA;
- releu de interfață URNA 0345 sau echivalent, montat pe șină DIN;
- bară principală PE conectată la structura metalică.

#### b) Cabluri de energie AC și dimensionare

Legătura dintre inverter și tabloul TE-I, precum și conexiunile ulterioare către tabloul general de racord (TEG), se execută cu **cabluri de energie din aluminiu**, izolate pentru **0,6/1 kV**, tip **AC2XABY** sau echivalent, pozate în șanț.

##### Criterii de dimensionare:

- curentul maxim de durată (criteriu termic) conform **SR HD 60364-5-52**;
- încălzirea la scurtcircuit conform **IEC 60949**;
- cădere de tensiune  $< 1,5$  % între inverter și TE-I;
- verificarea rezistenței mecanice și a distanțelor de separare conform **PE 118-1/2025**.

##### Secțiuni utilizate:

- Inverter **SG150CX (~150 kW)** → TE-I: cablu **AC2XABY 3×240 + 120 mm<sup>2</sup> Al**;

##### Mod de pozare:

- Traseele principale AC vor fi **pozate pe structura metalică** în jgheab metalic galvanizat cu capac, fixat cu coliere inoxidabile;
- Coborârile spre sol și traseele subterane se realizează **în șanț la adâncime de min. 0,7 m**, pe pat de nisip de 10 cm, cu folie avertizoare și umplutură compactată;
- Traversările drumurilor sau aleilor se vor efectua prin **tuburi HDPE Ø110-160 mm**, pozate prin foraj orizontal dirijat;
- Distanța minimă față de cablurile CC sau de semnal este  $\geq 30$  cm.

#### c) Protecții și aparatură în circuitele AC

Deși invertoarele dispun de protecții interne (anti-islanding, SPD, AFCI, supracurent), sistemul include și protecții externe suplimentare pentru selectivitate și conformitate cu cerințele Operatorului de Distribuție (Delgaz Grid):

##### • Întrerupătoare automate tripolare:

- montate pe fiecare cale de ieșire din inverter;
- calibrare la curentul nominal;
- protecție magnetică și termică;
- acționare manuală și prin comandă RPI.

##### • Releu extern de protecție de interfață (RPI):

- model **URNA 0345** sau echivalent aprobat de OD;
- monitorizează tensiunea, frecvența,  $df/dt$ , dezechilibrul de faze;
- la depășirea limitelor, declanșează doi contactori montați pe bara generală AC, separând complet centrala de rețea;

##### • Descărcătoare SPD tip II AC:

- montate la fiecare intrare în TE-I;

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		28	45	0	1	2	3	4

- energie nominală  $\geq 40$  kA, timp de reacție  $\leq 25$  ns;
- conectate la bara PE cu conductor Cu 16 mm<sup>2</sup>.

• **Cutie sigilabilă BMP pentru contor bidirecțional:**

- montată pe aceeași structură metalică, lângă TE-I;
- echipată cu șină DIN, spațiu pentru TC-uri și alimentare auxiliară;
- destinată montării de către OD a contorului trifazat electronic cu funcție AMR.

Contorul înregistrează energia activă importată/exportată și energia reactivă, conform regulamentelor ANRE.

Proiectul asigură **infrastructura completă (BMP, cablaj, conexiuni TC, comunicație)**.

**d) Recepție și verificări instalație AC**

Înainte de punerea sub tensiune se vor efectua:

- verificarea strângerii bornelor (cuplu 6–10 Nm);
- măsurarea rezistenței de izolație între faze și față de PE ( $\geq 1$  M $\Omega$  la 1000 V DC);
- testarea SPD-urilor AC și verificarea declanșării RPI;
- controlul continuității conductoarelor PE și marcarea traseelor.

Recepția parțială a instalației AC se realizează prin proces-verbal semnat de:

Responsabil Tehnic cu Execuția (RTE), Diriginte de șantier, Proiectant, Reprezentant beneficiar.

**Documente anexate:**

- buletine de măsurători (izolație, SPD, continuitate, RPI);
- fotografiile montaj și trasee;
- schema electrică „as-built”;
- certificate de conformitate CE și fișe tehnice.

**4.9. Protecția la supratensiuni și instalația de legare la pământ**

**4.9.1. Protecția la trăsnet**

Conform **Normativului I7/2011** și **SR EN 62305 (părțile 1–4)**, s-a efectuat analiza riscurilor pentru amplasamentul din satul Prăjești, com. Prăjești, jud. Bacău.

Rezultatele breviarului de calcul (Anexa 7.4) indică necesitatea implementării unui **sistem de protecție la trăsnet de nivel LPS III**, cu rază a sferei rostogolite **R = 45 m**.

Pentru protejarea completă a câmpului fotovoltaic, s-a adoptat o **instalație de paratrăsnet cu tije tip Franklin** montate pe **structurile metalice de susținere a panourilor**.

Tijele sunt confecționate din **oțel zincat (OL-Zn)**, Ø 8 mm, lungime  $\approx 1$  m, fixate rigid pe traversele portante ale meselor fotovoltaice cu șuruburi M10 – clasa 8.8.

Acestea sunt dispuse ritmic **din est spre vest**, la o **distanță medie de  $\approx 12$  m** între ele, rezultând o **raza de protecție efectivă de  $\approx 17,4$  m** (determinată prin metoda sferei rostogolite pentru  $h \approx 3,5$  m).

Coborârile tijelor Franklin se realizează cu **platbandă OL-Zn 40×4 mm**, fixată mecanic de structurile de oțel ale câmpului PV, conducând curentul de trăsnet spre priza de pământ comună a centralei.

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		29	45	0	1	2	3	4

Întregul sistem este dimensionat pentru a asigura descărcarea directă și sigură a curenților de trăsnet, fără a afecta instalațiile de curent continuu sau alternativ.

#### 4.9.2. Protecția la supratensiuni

Pentru limitarea efectelor supratensiunilor atmosferice și de comutație asupra echipamentelor electronice (panouri, invertoare, tablouri), se implementează următoarele măsuri, în conformitate cu **SR EN 61643-11, SR EN 61643-31 și I7/2011**:

- Montarea de **descărcătoare de supratensiune tip I+II (AC)** în tabloul de interfață (TE-I);
- Montarea de **descărcătoare tip II (DC)** în tablourile de string (TE-CC), pentru protecția intrărilor provenite de la panouri;
- Coordonarea energetică între SPD-uri (nivel de protecție  $U_p < 2,5 \text{ kV}$ ), cu lungimea conductorilor de legătură  $\leq 0,5 \text{ m}$  și secțiune  $\geq 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ ;
- Conectarea directă a tuturor SPD-urilor la **bara principală de echipotențializare (BEP)**, comună pentru instalația de protecție la trăsnet și circuitele de forță.

#### 4.9.3. Instalația de legare la pământ și echipotențializare

Instalația de legare la pământ a centralei fotovoltaice este **nou proiectată**, comună pentru întregul ansamblu (structuri, invertoare, tablouri, tije Franklin) și are rolul de a asigura protecția la atingere, echipotențializarea și disiparea curenților de trăsnet.

##### a) Sistem de priză de pământ

- tip: **mixtă (naturală + artificială)**;
- componente:
  - structurile metalice ale meselor fotovoltaice (priză naturală);
  - **electrozi verticali OL-Zn  $\varnothing 2\frac{1}{2}'' \times 1,5 \text{ m}$** , amplasați perimetral la interval de 6–8 m;
  - **platbandă OL-Zn 40×4 mm** îngropată la adâncime  $\geq 0,6 \text{ m}$ , interconectând toți electrozii;
  - suduri aluminotermice și protecție anticorozivă bituminoasă.

Rezistența teoretică de dispersie rezultată din calcul:

**$R_p = 0,43 \Omega < 1 \Omega$** , conform cerințelor **SR EN 62305-3 și I7/2011**.

##### b) Echipotențializare

- toate elementele metalice expuse sau susceptibile de a intra sub tensiune accidentală vor fi legate la sistemul PE comun:
  - structuri metalice și rame ale panourilor fotovoltaice (prin șaibe conductoare TerraGrif QL);
  - carcase invertoare și tablouri TE-CC / TE-I;
  - tije Franklin și coborârile lor;
- legături realizate cu **conductoare de cupru 16 mm<sup>2</sup> verde-galben sau platbandă OL-Zn 40×4 mm** pentru ramurile principale.

##### c) Bara principală de echipotențializare (BEP)

BEP se montează în proximitatea tabloului de interfață (TE-I), într-o carcasă IP65, și interconectează:

- toate conductoarele PE din câmpul PV;
- coborârile instalației de paratrăsnet;

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		30	45	0	1	2	3	4

- rețeaua de priză de pământ.

#### 4.9.4. Verificări finale și mentenanță

La finalizarea lucrărilor se vor efectua verificări PRAM conform SR EN 61557-4 și I7/2011, urmărind:

Parametru măsurat	Valoare admisă	Observații
Rezistență priză de pământ comună (PDA + PE)	$\leq 1 \Omega$	măsurare trifilară cu telurmetru
Continuitate conductoare PE – structură	$\leq 0,5 \Omega$	verificare fiecare rând PV
Test descărcătoare SPD	OK / defect	control vizual + test funcțional
Rezistivitate sol ( $\rho$ )	100 $\Omega \cdot m$	teren agricol mediu

#### Documentație de recepție:

- buletine PRAM (rezistență, continuitate, SPD);
- plan „as-built” al rețelei de împământare;
- proces-verbal de recepție pentru instalația de protecție la trăsnet și la supratensiuni.

#### Mentenanță:

- verificări anuale conform I7/2011;
- reînnoirea protecției anticorozive și completarea electrozilor în caz de degradare;
- control lunar vizual al SPD-urilor (indicator verde/roșu) și al continuității legăturilor metalice.

#### Rezumat parametri principali

Element	Simbol	Valoare / Specificație
Nivel protecție la trăsnet	LPS III	conform SR EN 62305
Raza sferei rostogolite	R	45 m
Înălțime structură + tijă	h	3,5 m
Rază protecție efectivă	r	$\approx 17,4$ m
Distanță între tije Franklin	d	$\approx 12$ m
Rezistență priză pământ	R <sub>p</sub>	0,43 $\Omega$
Rezistivitate sol	$\rho$	100 $\Omega \cdot m$
Secțiune conductoare PE	S	16 mm <sup>2</sup> Cu / OL-Zn 40×4 mm

## V. Lucrări aferente Avizului Tehnic de Racordare (ATR)

Instalațiile de racordare aferente centralei fotovoltaice vor fi realizate conform **Avizului Tehnic de Racordare nr. 1005855918 / 31.01.2025**, emis de Delgaz Grid S.A.

La data prezentei documentații, **lucrările de racordare nu sunt încă executate**, acestea urmând a fi implementate într-un proiect distinct, conform cerințelor și standardelor tehnice ale operatorului de distribuție.

Toate elementele de infrastructură aferente racordării la rețeaua de 20 kV (post de transformare, racord de medie tensiune, celule aeriene, echipamente de măsură și protecție, prize de pământ, lucrări de întărire rețea etc.) **nu fac obiectul prezentului proiect.**

Data: 10.10.2025	MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC	pag.	din	revizia				
Formular : cod PTh/ENV-X-01		31	45	0	1	2	3	4

Punctul de racordare este stabilit la nivelul de tensiune **20.000 V**, în **LEA 20 kV MILCOV ISCIP BIJGHIR – derivația PTA 1 PRĂJEȘTI**, din stâlpul nr. 16 (capacitatea energetică la care se realizează racordarea).

**Punctul de delimitare** al instalațiilor este situat la bornele de ieșire din separatorul de pe stâlpul de racord, conform soluției aprobate prin ATR, iar **punctul de măsurare** este stabilit la nivelul de 20 kV, în grupul de măsură aferent rețelei de distribuție.

Racordarea centralei fotovoltaice propuse se va realiza în **cutia de distribuție (CD) proiectată conform ATR**, element care asigură interfața cu instalația de producere a energiei electrice din cadrul parcului fotovoltaic.

Centrala fotovoltaică va funcționa în regim de **autoconsum cu injecția surplusului de energie în Sistemul Electroenergetic Național (SEN)**, în conformitate cu prevederile **Ordinului ANRE nr. 15/2022**, cu modificările și completările ulterioare.

Valorile aprobate prin **ATR nr. 1005855918 / 31.01.2025** sunt:

- Puterea maximă simultan evacuată în rețea: **172,22 kVA** ( $\approx 155,52$  kWp DC / 150 kW AC)
- Puterea maximă simultan absorbită din rețea: **55,29 kVA** ( $\approx 47$  kW)

Aceste valori rămân valabile pe întreaga durată de exploatare a instalației, conform condițiilor tehnice impuse de operatorul de distribuție.

## VI. Organizarea de șantier

Organizarea de șantier reprezintă ansamblul de măsuri planificate și coordonate pentru execuția eficientă, sigură și conformă cu cerințele tehnice, economice și de mediu a unei centrale fotovoltaice. Acest referat detaliază principalele aspecte ale organizării de șantier, de la documentație și logistică, până la fluxul operațional și măsurile de securitate.

Pe perioada lucrărilor la realizarea investiției precum și în perioada de exploatare se vor lua toate măsurile de prevenire a unui incendiu.

Personalul va fi instruit pentru a cunoaște normele ce se impun în caz de necesitate. Activitatea de prevenire și stingere a eventualelor incendii constituie sarcini de serviciu care se înscriu în fișele posturilor. Persoanele cu atribuții de conducere vor asigura salariaților din subordine care au stabilite prin fișele posturilor sarcini și responsabilități de apărare împotriva incendiilor, timpul și condițiile necesare desfășurării activităților aferente îndeplinirii în bune condiții a respectivei sarcini.

## VII. Breviare de calcul

### 7.1. Breviar de calcul producție anuală a CEF 155,76 kWp

Tab. 10. Breviarul de producție anuală a centralei fotovoltaice

Numele proiectului:	"Construire parc fotovoltaic pentru autoconsum în comuna PRĂJEȘTI, județul BACĂU "
Locația proiectului:	Amplasamentul este situate in intravilanul sat Prăjești , com. Prăjești, jud. Bacău având numere cadastrale NC -60353.

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod PTh/ENV-X-01		32	45	0	1	2	3	4

Coordonatele geografice ale locației amplasamentului:	46°38'23.2"N 26°59'21.3"E Localitatea: sat Prăjești , com. Prăjești, jud. Bacău
Puterea instalată DC:	155,76 [kWp]
Puterea instalată AC:	150[kW]
Producția anuală de energie estimată:	188.412 [MWh/an]
Baza de date meteo utilizată:	PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM
Versiunea simulări:	PVGIS

Perimetrul proiectului:



Echipamentele utilizate în breviarul de calcul:		Cantitate: [buc.]
Panou fotovoltaic:	YH SUNPRO POWER SPDG590-N144M10 N type TOPCon Bifacial 590W	264
Invertoare:	SUNGROW SG150CX	1

Centrala electrică fotovoltaică cu puterea instalată de **155,76 kWp DC** și **150 kW AC**, amplasată pe terenul beneficiarului din satul Prăjești , comuna Prăjești, județul Bacău, are o producție anuală estimată de **188.412 MWh/an**.

Estimarea a fost realizată pe baza bazei de date meteorologice PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (PVGIS), utilizând ultima versiune de simulare pusă la dispoziție de Comisia Europeană.

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		33	45	0	1	2	3	4

Datele introduse în simulare au fost corelate cu caracteristicile tehnice ale panourilor fotovoltaice selectate (YH SUNPRO POWER SPDG590-N144M10 N type TOPCon Bifacial 590W) și ale invertorului (SUNGROW SG150CX), precum și cu orientarea și înclinarea structurii.

Producția lunară prezintă variații sezoniere firești: niveluri maxime de generare în lunile de vară (mai – iulie), respectiv valori minime în perioada de iarnă (decembrie – ianuarie). Distribuția anuală a energiei este echilibrată, iar randamentul global confirmă o utilizare optimă a suprafeței disponibile de montaj.

Rezultatele complete și graficele de producție lunară și anuală sunt prezentate detaliat în **Anexa nr. 7.1 – Raport de simulare producție PVGIS**, care constituie documentul de referință pentru dimensionarea producției estimate.

## 7.2. Breviar de calcul curent continuu (DC)

În cadrul acestui breviar s-au dimensionat și verificat circuitele de curent continuu (stringurile fotovoltaice și tablourile de stringuri TE-CC). Calculul a ținut cont de:

- numărul de panouri per șir și tensiunea maximă la temperatură minimă de funcționare,
- curenții nominali și de scurtcircuit ai stringurilor,
- tipul și secțiunile cablurilor DC utilizate (PV1-F, H1Z2Z2-K),
- pierderile de putere pe circuite și criteriile de cădere de tensiune.

Rezultatele confirmă respectarea normativelor **SR EN 62548** și **I7/2011**, precum și compatibilitatea cu specificațiile invertorilor **Sungrow**.

Detaliile de calcul și verificările de dimensionare sunt prezentate integral în **Anexa 7.2 – Breviar de calcul curent continuu (DC)**.

## 7.3. Breviar protecții, implementate în invertor și în releul de protecție extern.

### a) Protecții integrate în invertoare.

Invertorul **SUNGROW SG150CX**, montat în cadrul centralei fotovoltaice, este echipat conforme cu standardele **IEC 62109-1/2**, **IEC 61727**, **SR EN 50549-1/2**, **VDE-AR-N 4105**, respectiv **Ordin ANRE nr. 75/2017**, **Ordin 132/2020** și **P.100-8/2019** privind protecțiile obligatorii ale sistemelor fotovoltaice conectate la rețea.

Acestea includ următoarele funcții de protecție automată și monitorizare:

### Protecții integrate în partea de curent alternativ (AC):

- **Protecție anti-insularizare (anti-islanding):**  
 Detectează pierderea tensiunii sau frecvenței rețelei publice și oprește instantaneu injectarea de energie în rețea, în conformitate cu **Ordin ANRE nr. 75/2017, art. 12** și **SR EN 50549-1**. Timpul maxim de deconectare este  $\leq 0,2$  s după detectarea pierderii de rețea.
- **Protecție la supratensiune și subtensiune AC:**  
 Invertoarele monitorizează continuu tensiunea de rețea (L-L, L-N) și declanșează automat dacă tensiunea iese din intervalul  $0,85 U_n - 1,10 U_n$ , conform **ANRE – Condiții tehnice de racordare prosumatori** și **SR EN 50160**.
- **Protecție la supracurent AC:**

Data: 10.10.2025	MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC	pag.	din	revizia			
Formular : cod PTh/ENV-X-01		34	45	0	1	2	3

Control intern al curentului de ieşire; declanşare la  $I > 1,1 \times I_n$ , protejând echipamentele din aval. Respectă STAS EN 61439-1/2 și P.100-8/2019, fiind coordonată cu protecțiile tabloului TE-I.

- **Protecție diferențială (curent rezidual):**

Detectează dezechilibre între faze (curent rezidual  $\geq 30$  mA) și întrerupe imediat circuitul AC, asigurând protecția împotriva electrocutării și incendiilor. Conform SR EN 61008 și Ordin ANRE nr. 55/2016.

- **Descărcător de supratensiune AC – tip II (SPD II):**

Protejează echipamentele împotriva supratensiunilor tranzitorii fază-fază și fază-PE. Instalarea este obligatorie conform Ordin ANRE nr. 38/2011 și P118/1-2013, SPD-urile fiind integrate direct în invertor și suplimentar în tabloul de interfață TE-I.

- **Relev de protecție de interfață extern (RPI):**

- Pentru conformitate ANRE, invertorul comunică cu un **relev de protecție independent (URNA 0345)**, care monitorizează tensiunea, frecvența și rata de variație  $df/dt$ , comandând deconectarea contactorilor din tabloul TE-I.

### Protecții integrate în partea de curent continuu (DC):

- **Protecție la polaritate inversă CC:**

Sistem intern de detecție a polarității și blocare electronică. Declanșează și semnalizează inversarea P+/N– conform IEC 61730 și SR EN 62109-2.

- **Protecție la supracurent CC:**

Control intern al curentului de intrare pe fiecare MPPT; oprire automată la depășirea valorii nominale.

Protecția suplimentară este realizată prin siguranțe fuzibile DC în tablourile TE-CC.

- **Descărcător de supratensiune CC – tip II (SPD II):**

Integrat în invertor la intrarea fiecărui MPPT; limitează supratensiunile induse provenite din câmpul PV.

Conform SR EN 61643-31 și P118/1-2013.

- **Detectare rezistență de izolație CC:**

Invertoarele măsoară continuu rezistența de izolație între conductoarele CC și pământ. Afișează avertizare la **Riso < 80 kΩ** și declanșează automat la **Riso < 60 kΩ**, conform SR EN 62446-1.

- **Monitorizare defecțiuni de șir (string fault):**

Sistemul de control intern detectează circuite deschise, scurtcircuitate și dezechilibre de curent între stringuri.

Datele sunt raportate prin platforma de monitorizare **iSOLAR CLOUD**, în conformitate cu cerințele P.100-8.

- **Deconector DC integrat (DC switch):**

Permite izolarea completă a fiecărui invertor de câmpul fotovoltaic, pentru întreținere și intervenții sigure.

- **AFCI – Protecție activă la arcuri electrice CC (Arc Fault Circuit Interrupter):**

Data: 10.10.2025	MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC	pag.	din	revizia				
Formular : cod PTh/ENV-X-01		35	45	0	1	2	3	4

Detectează arcuri serie sau paralel și întrerupe imediat circuitul CC, prevenind incendii și deteriorarea cablurilor.

Funcția respectă **UL 1699B, SR EN 63027 și Ordin ANRE nr. 30/2020** privind introducerea obligatorie a protecției AFCI pentru câmpuri PV peste 100 kW.

- **Deconector inteligent la nivel de șir (Smart String Switch):**

Integrează monitorizarea curenților CC și permite deconectarea automată a stringurilor defecte; comandă automată de oprire la evenimente de arc sau supracurent.

**Funcții de monitorizare și siguranță suplimentare:**

- **Autodiagnoză la pornire (self-test):** verificarea internă a componentelor de putere, SPD, AFCI, rezistență izolație și comunicare.
- **Monitorizare permanentă a temperaturii componentelor interne (IGBT, MPPT, SPD).**
- **Închidere controlată (safe shutdown)** la căderi de rețea sau anomalii.
- **Protecție la supratemperatură:** limitare dinamică a puterii și oprire completă la  $T > 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- **Protecție la supratensiune pe magistrala DC:** control activ al MPPT pentru prevenirea depășirii  $V_{\max} = 1100\text{ VDC}$ .

**b) Protecții integrate în releul extern SCHRACK URNA0345-B:**

Protecție de suprasarcină (50), măsoară și declanșează la curent  $> I_{\text{nom}}$ . Conform P118/1-2013 și IEC 60255-1.

**Protecție de scurtcircuit (51):** Detectare defecțiune cu timp de declanșare invers-proportional. Parametrizare conform coordonării de protecție ANRE.

**Protecție diferențială (87):** Compară curenții la intrare/ieșire de transformator; declanșează la dezechilibru. Conform Ordin ANRE nr. 101/2014 privind schema de protecție diferențială.

**Protecție la subtensiune/ supratensiune (27/59):** Monitorizare tensiune și declanșare la  $<85\%/>110\%$  din  $V_{\text{nom}}$ . Respectă IEC 61869.

**Protecție la frecvență anormală (81):** Detectare sub/supra-frecvență rețea și protecție la dezechilibre. Parametri conform P100-8 și specificații rețea distribuție.

**Protecție sincron (25):** Verifică condițiile de sincronizare (tensiune, frecvență, fază) înainte de conectare. Conform ENTSO-E Network Code.

**Control disjunctori și semnalizare:** Comandă automat blocarea/disjuncția T/D la defecțiuni. Semnalizare la SCADA prin contact uscat și Modbus TCP/IP.

Referințe normative: Ordin ANRE 38/2011, 55/2016, 75/2017, Normativ P118/1-2013, P100-8/2020, IEC 61730, EN 62446, UL 1699B.

Tabel nr. 2 parametri de implementat:

Parametrii și protecții spre implementate în invertor			Parametrii și protecții spre implementate în releul antiinsularizare SCHRACK URNA0345-B	
Funcția de protecție setată	Solicitare	Spre implementate	Solicitare	Spre implementate

Data: 10.10.2025	MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC	pag.	din	revizia			
Formular : cod PTh/ENV-X-01		36	45	0	1	2	3

	Valoare	Temporizare	Valoare	Temporizare	Valoare	Temporizare	Valoare	Temporizare
Funcția de protecție de tensiune treapta I	1,15 Un (264,5V)	0,5	1,15 Un (264,5V)	0,5	1,15 Un (264,5V)	0,5	1,15 Un (264,5V)	0,5
Funcția de protecție de tensiune treapta II	0,85 Un (195,5V)	3,2	0,85 Un (195,5V)	3,2	0,85 Un (195,5V)	3,2	0,85 Un (195,5V)	3,2
Funcția de protecție de frecvență treapta I	52 Hz	0,5	52 Hz	0,5	52 Hz	0,5	52 Hz	0,5
Funcția de protecție de frecvență treapta II	47,5 Hz	0,5	47,5 Hz	0,5	47,5 Hz	0,5	47,5 Hz	0,5
Funcția de protecție de maximă tensiune (valoare mediata la 10 minute)	1,1 Un (253V)	603	1,1 Un (253V)	603	1,1 Un (253V)	603	1,1 Un (253V)	603
Pornire initiala si repornire inverter după intrerupere tensiune RED	950 s		950 s		950 s		950 s	
Funcția HRVT 265,4V	Activa		Activa		Activa		Activa	
Funcția LVRT 184,5V	Activa		Activa		Activa		Activa	
Funcție antiinsularizare	Activa		Activa		Activa		Activa	
Valoarea Factorului de putere (Cos φ):	-0,9		-0,9		-0,9		-0,9	
<b>Reglarea curbei puterii reactive: curba caracteristică Q-U</b>								
Numărul de puncte caracteristice ale curbei Q-U:	4		4		4		4	
Valoarea U/Un a primului punct al curbei Q-U	0,9 Un (207V)		0,9 Un (207V)		0,9 Un (207V)		0,9 Un (207V)	
Valoarea U/Un a celui de-al 2-lea punct al curbei Q-U	0,95 Un (218,5V)		0,95 Un (218,5V)		0,95 Un (218,5V)		0,95 Un (218,5V)	
Valoarea U/Un a celui de-al 3-lea punct al curbei Q-U	1,05 Un (241,5V)		1,05 Un (241,5V)		1,05 Un (241,5V)		1,05 Un (241,5V)	
Valoarea U/Un a celui de-al 4-lea punct al curbei Q-U	1,1 Un (253V)		1,1 Un (253V)		1,1 Un (253V)		1,1 Un (253V)	

#### 7.4. Breviar de calcul coloane electrice și cabluri de energie AC

Pentru partea de curent alternativ (AC), s-au efectuat calcule de dimensionare a cablurilor de energie și a coloanei principale dintre inverter, tabloul de interfață (TE-I) și Tabloul Electric General (TEG).

Calculul au vizat:

- curentul maxim de durată pe fiecare cablu, în funcție de puterea inverterului,
- solicitările termice la scurtcircuit conform **PE 103/2003**,
- căderea de tensiune admisă ( $\leq 1,5\%$ ),
- alegerea tipului de cablu (Cu, RV-K, 0,6/1 kV) și a secțiunilor optime,
- modul de pozare (jgheaburi metalice, tuburi protecție, subteran).

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia			
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		37	45	0	1	2	3

Rezultatele demonstrează conformitatea instalației cu normativele **SR HD 60364** și **I7/2011**, asigurând siguranța și eficiența transportului de energie până la punctul de racord.

Calculul detaliat și justificarea tehnică a secțiunilor se regăsesc în **Anexa 7.3–Breviar de calcul coloane electrice și cabluri de energie AC**.

## 7.5. Breviar de calcul priză de pământ

### Instalația de împământare

Pentru asigurarea protecției la atingere indirectă, a descărcării curenților de trăsnet și a echipotențializării structurilor metalice, s-a proiectat un sistem de priză de pământ comun pentru întreaga instalație fotovoltaică, realizat conform prevederilor **I7/2011**, **SR EN 50522:2011** și **SR EN 62305-3:2019**. Sistemul asigură interconectarea tuturor echipamentelor – structuri metalice, invertoare, tablouri TE-CC și TE-I, tije de protecție, precum și a instalației de protecție la trăsnet – într-o rețea unitară de împământare și echipotențializare.

Prin soluțiile constructive adoptate, rezistența de dispersie estimată se încadrează în limitele impuse de normative, garantând siguranța personalului și protecția echipamentelor.

Detaliile complete și calculele aferente instalației de legare la pământ sunt prezentate în **Anexa 7.4 – Breviar de calcul instalație de legare la pământ**.

## 7.6. Breviar de calcul instalație de protecție la supratensiuni atmosferice

Pentru asigurarea protecției împotriva trăsnetului, s-a realizat analiza de risc conform **Normativului I7/2011** și **SR EN 62305 (1–4)**.

Studiul a arătat:

- existența unui sistem PDA deja montat, care acoperă prin raza lui de protecție
- necesitatea echipotențializării complete a structurilor metalice și a echipamentelor,
- implementarea descărcătoarelor de supratensiune (SPD) pe circuitele AC și DC, conform standardelor **EN 61643**.

În concluzie, nivelul de protecție la trăsnet este asigurat pentru întregul ansamblu fotovoltaic, iar soluțiile adoptate sunt conforme cu legislația și standardele tehnice în vigoare.

Detaliile complete privind analiza de risc și dimensionarea instalației se regăsesc în **Anexa 7.5 – Breviar de calcul acoperire instalații de protecție la supratensiuni atmosferice**

## VIII. Caiet de sarcini

Caietele de sarcini sunt părți integrante ale proiectului tehnic de execuție, care reglementează nivelul de performanță a lucrărilor, precum și cerințele, condițiile tehnice și tehnologice, condițiile de calitate pentru produsele care urmează a fi încorporate în lucrare, testele, inclusiv cele tehnologice, încercările, nivelurile de toleranțe și altele de aceeași natură, care să garanteze îndeplinirea exigențelor de calitate și performanță solicitate.

Caietul de sarcini este prezentat în **ANEXA nr. 1** la prezentul document și face parte integrantă din proiectul tehnic, documentele proiectului se citesc și interpretează împreună.

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		38	45	0	1	2	3	4

## IX. Liste cu cantități de lucrări

Listele cu cantități de lucrări pe categorii de lucrări sunt prezentate în ANEXA nr. 2 la prezentul memoriu tehnic.

## X. Graficul general de realizare a investiției publice (formularul F6)

Graficul general de realizare a investiției reprezintă eșalonarea fizică a lucrărilor de investiții și este prezentat în Anexa nr. 8 – (Graficul general de realizare a investiției publice (formularul F6)), documentul face parte integrantă din proiectul tehnic, documentele proiectului se citesc și interpretează împreună.

## B. PARTEA DESENATĂ

Nr. Crt.	Denumirea planșei	Nr. planșă	Format planșă	Scara
1	Plan de încadrare în zonă	IE-01/PV	A3	1:5000
2	Plan de Amplasament	IE-02/PV	A3	1:350
3	Plan de situație - organizare stringuri	IE-03/PV	A3	1:250
4	Plan de situație - Trasee de cabluri în incintă	IE-04/PV	A3	1:500
5	Plan instalație de protecție împotriva descărcărilor atmosferice, priză de pământ și echipotențializare	IE-05/PV	A2	1:250
6	Detalii de execuție profile cabluri	IE-06/PV	A3	-
7	Schemă de ansamblu - instalație CA proiectată	IE-07/PV	A3	-
8	Schemă electrică multifilară Tablou de Interfață (TE-I)	IE-08/PV	A3	-
9	Gruparea panourilor pe invertor	IE-09/PV	A3	-
10	Scheme electrice multifilare Tablouri de Protecție Stringuri (TE-CC1-3)	IE-10/PV	A3	-
11	Schemă electrică multifilară BMP	IE-11/PV	A4	-
12	Schema de ansamblu conectare Smart Meter	IE-12/PV	A3	-
13	Detalii montare echipamente	IE-13/PV	A3	-
14	Detalii de execuție al tablourilor de curent continuu TE-CC 1..2	IE-14/PV	A3	-
15	Detaliu de execuție priză de pământ artificială	IE-15/PV	A3	-
16	Detalii coexistență cu alte instalații	IE-16/PV	A3	-
17	Indicatoare de securitate	IE-19/PV	A3	-

## C. DETALII DE EXECUȚIE

Detaliile de execuție, parte componentă a proiectului tehnic de execuție, respecta prevederile acestuia și detaliază soluțiile de alcătuire, asamblare, executare, montare și alte asemenea operațiuni privind părți/elemente de construcție ori de instalații aferente acestuia și care indica dimensiuni, materiale, tehnologii de execuție, precum și legături între elementele constructive structurale/nestructurale ale obiectivului de investiții. În funcție de complexitatea proiectului și de natura lucrărilor de intervenții, precum și în cazul obiectivelor de investiții a căror funcționare implica procese tehnologice specifice, anumite detalii de execuție se pot elabora/definitiva pe parcursul execuției obiectivului de investiții (proiectantul va specifica pe planșe care sunt detaliile de execuție ce urmează a fi elaborate/definitivate astfel).

Data: 10.10.2025	MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC	pag.	din	revizia				
Formular : cod PTh/ENV-X-01		39	45	0	1	2	3	4

Detalii de execuție pentru echiparea obiectivului de investiții, în timpul execuției, cu aparatură și echipamente, realizate cu respectarea datelor și informațiilor oferite de către furnizorii acestora sunt prezentate în următoarele anexe, parte integrantă din acest proiect:

<b>Anexa nr. 9</b>	-	<b>Detalii de execuție (manuale de utilizare și instalare echipamente)</b>
<i>Anexa nr. 9.1</i>	-	<i>Fișă tehnică panou fotovoltaic YH SUN PRO SPDG590-N144M10</i>
<i>Anexa nr. 9.2</i>	-	<i>Manual de instalare panou fotovoltaic YH SUN PRO SPDG590-N144M10</i>
<i>Anexa nr. 9.3</i>	-	<i>Fișă tehnică invertor SUNGROW SG150CX</i>
<i>Anexa nr. 9.4</i>	-	<i>Manual de instalare invertor SUNGROW SG150CX</i>
<i>Anexa nr. 9.5</i>	-	<i>Fișă tehnică SMART METER DTSU666-20</i>
<i>Anexa nr. 9.6</i>	-	<i>Manual de instalare SMART METER DTSU666-20</i>
<i>Anexa nr. 9.7</i>	-	<i>Fișă tehnică SMART LOGGER 1000 SUNGROW</i>
<i>Anexa nr. 9.8</i>	-	<i>Manual de instalare SMART LOGGER 1000 SUNGROW</i>
<i>Anexa nr. 9.9</i>	-	<i>Fișă tehnică releu URNA 0345b</i>
<i>Anexa nr. 9.10</i>	-	<i>Manual de instalare releu URNA 0345b</i>

## D. BIBLIOGRAFIE:

Proiectul se va elabora în conformitate cu prevederile legislației în vigoare și normele tehnice specifice aplicabile, procedurile și normele tehnice interne OD/OST, aplicabile, la data elaborării documentației. Acestea sunt prezentate mai jos. Menționăm că această listă nu este limitativă.

### A. Legislația primară.

Legea energiei electrice și a gazelor naturale nr. 123/2012 cu modificările și completările ulterioare.  
 Legea nr. 220/2008 „Lege pentru stabilirea sistemului de promovare a producerii energiei din surse regenerabile de energie”, modificată și completată prin OUG nr. 24/2017.  
 Hotărârea de Guvern nr. 557/2016 privind managementul tipurilor de risc.

### B. Standarde IEC, SR EN, ANSI.

SR CEI Seria 60050	Vocabular Electrotehnic Internațional
SR CEI Seria 60300	Managementul siguranței în funcționare
SR CEI 60332	Încercări la foc ale cablurilor electrice
SR HD 60364	Instalații electrice de joasă tensiune
SR HD637 S1	Instalații electrice cu tensiuni alternative nominale mai mari de 1kV
SR EN 60446	Principii fundamentale și de securitate pentru interfața om-mașină
SR EN 60529	Grade de protecție asigurate prin carcase (cod IP);
SR CEI 60706	Ghid de mentenabilitate a echipamentului
SR EN 61000	Compatibilitate electromagnetică (CEM - Standard de bază în CEM - încercări de imunitate);
SR EN 61082	Elaborarea documentelor utilizate în electrotehnică
SR EN 61140	Protecția împotriva șocurilor electrice
SR EN 61508	Securitatea funcțională a sistemelor electrice / electronice
SR EN 50263	Compatibilitatea electromagnetică (CEM). Standard de produs pentru relele de măsură și dispozitive de protecție
ISO 9501:2015	Sisteme de managementul calității. Cerințe
IEC 60068	Încercări de mediu.

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod PTh/ENV-X-01		40	45	0	1	2	3	4

SR EN 60255-1	Relee de măsurare și dispozitive de protecție. Partea 1: Prescripții comune
SR EN 60255-121	Relee de măsurare și dispozitive de protecție. Partea 121: Prescripții funcționale pentru protecție la distanță
SR EN 60255-151	Relee de măsurare și echipament de protecție. Partea 151: Prescripții funcționale pentru protecție la curent maxim și minim
IEC 60445	Principii fundamentale și de securitate pentru interfața om-mașină, marcarea și identificare. Identificarea bornelor echipamentelor, a extremităților conductoarelor și a conductoarelor
IEC 60664	Coordonarea izolației echipamentelor din rețelele de alimentare de joasă tensiune
IEC 60757	Cod pentru notarea culorilor
IEC 60874	Dispozitive de interconectare și componente pasive pentru fibră optică. Conectoare pentru fibre și cabluri optice
IEC 61000	Compatibilitate electromagnetică (CEM)
IEC 61850	Rețele și sisteme de comunicații pentru automatizarea sistemelor electrice
IEC 62093	Componente BOS pentru sisteme fotovoltaice. Certificarea concepției și încercări de mediu
IEC 62446	Sisteme fotovoltaice (PV). Cerințe pentru încercări, documentație și mentenanță
IEC 62116	Invertoare fotovoltaice interconectate la rețea publică. Proceduri de încercare a măsurilor de prevenire a insularizării
IEC 62548	Rețele fotovoltaice (PV) - Cerințe de proiectare
IEC 61724	Performanța unui sistem fotoelectric
IEC 60891	Dispozitive fotovoltaice. Proceduri pentru corectări în funcție de temperatură și radianță pentru aplicarea la caracteristicile I-V măsurate
IEC 60954	Dispozitive fotovoltaice. Partea 1 – 5, 7-10 și 13
IEC 61701	Încercarea de coroziune la ceață salină a modulelor fotovoltaice (PV)
IEC 62716	Module fotovoltaice (PV). Încercare de coroziune cu amoniac
IEC 60068-2-68	Încercări de mediu. Partea 2: Încercări - Încercarea L: Praf și nisip
IEC 62941	Module fotoelectrice pentru aplicații terestre (PV). Sistemul calității pentru fabricarea modulelor fotoelectrice
IEC 61829	Câmp de module fotovoltaice (PV). Măsurări Măsurarea în amplasament a caracteristicilor curent-tensiune
IEC 62804	Module fotovoltaice (PV) - Metode de încercare pentru detectarea degradării induse de potențial
IEC 61215	Module fotovoltaice (PV) pentru aplicații terestre. Calificare de proiectare și omologare. Partea 1-1: Cerințe speciale de încercare a modulelor fotovoltaice (PV) cu siliciu cristalin
IEC 62109	Securitatea convertoarelor de putere utilizate în sisteme fotovoltaice de alimentare cu energie electrică
IEC 62116	Invertoare fotovoltaice interconectate la rețea publică. Proceduri de încercare a măsurilor de prevenire a insularizării
IEC 60204-1	Securitatea mașinilor. Echipament electric al mașinilor. Partea 1: Cerințe generale
IEC 62477-1	Cerințe de securitate pentru sisteme și echipamente electronice de conversie a puterii
EN 50524	Fișă tehnică și placă de identificare pentru invertoare fotovoltaice

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		41	45	0	1	2	3	4

EN 50530	Eficiența totală a invertoarelor fotovoltaice conectate la rețea
IEC 60947	Aparataj de joasă tensiune
IEC 62795	Cutii de joncțiune pentru module fotovoltaice. Cerințe de securitate și încercări
IEC 60751	Termometre cu rezistență de platină industriale și senzori termometrici de platină industriali
ISO 9560	Specificații și clasificare a instrumentelor de măsurare a radiației solare emisferice și a radiației solare directe
ISO 9847	Energie solară - Etalonarea piranometrelor de câmp prin comparație cu un piranometru de referință
SR EN 62262	Grade de protecție asigurate prin carcasele echipamentelor electrice împotriva impacturilor mecanice din exterior (cod IK)
SR EN 60598-1	Corpuri de iluminat. Partea 1: Prescripții generale și încercări
SR EN 62208	Carcase destinate ansamblurilor de aparataj de joasă tensiune. Prescripții generale
SR EN 60529	Grade de protecție asigurate prin carcase (Cod IP)
SR EN 61439-1	Ansambluri de aparataj de joasă tensiune. Partea 1: Reguli generale
SR EN 61439-5	Ansambluri de aparataj de joasă tensiune. Partea 5: Ansambluri de aparataj pentru rețele de distribuție

### C. Circuite Primare.

STAS 2612-1987	Protecția împotriva electrocutărilor. Limite admise.
STAS 4102-1985	Piese pentru instalații de protecție prin legare la pământ.
1RE-IP 30/2004	Îndreptar de proiectare și execuție a instalațiilor de legare la pământ.
1E-IP68-1991	Îndreptar privind proiectarea stațiilor electrice. Marcarea și reprezentarea elementelor și circuitelor din stațiile electrice.
PE 017/83 Republicat 1997	Regulament privind documentația tehnică în exploatare
PE 022-3/87 - mod 1 (1991) Republicat în 1993	Prescripții generale de proiectare a rețelelor electrice
PE 026/92	Normativ pentru proiectarea Sistemului Energetic Național
PE 101/85	Normativ pentru construcția instalațiilor electrice de conexiuni și transformare cu tensiuni peste 1 kV. Modificarea 1 (1986). Modificarea 2 (1987). Republicat în 1993.
PE 101A/85	Instrucțiuni privind stabilirea distanțelor normate de amplasare a instalațiilor electrice cu tensiunea peste 1 kV în raport cu alte construcții (republicat 1993).
PE 103/92	Instrucțiuni pentru dimensionarea și verificarea instalațiilor electroenergetice la solicitări mecanice și termice în condițiile curenților de scurtcircuit
NTE 007/08/00	Normativ pentru proiectarea și execuția rețelelor de cabluri electrice
NTE 001/03/00	Normativ privind alegerea izolației, coordonarea izolației și protecția instalațiilor electroenergetice împotriva supratensiunilor
PE 111-1,2/92;-4/93; -5/92; -6/75; -7/85; -8/88; -9/86; -10/78; -11/94; -12/78	Instrucțiuni pentru proiectarea stațiilor de conexiuni și transformare

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		42	45	0	1	2	3	4

NTE 006/06/00	Normativ privind metodologia de calcul a curenților de scurtcircuit în rețelele electrice cu tensiunea peste 1 kV
L 123/2012	Legea Energiei Electrice și a Gazelor Naturale
SR EN 62271-200	Aparataj de înaltă tensiune. Partea 200: Aparataj în carcasă metalică, pentru curent alternativ și tensiuni nominale peste 1 kV și până la 52 kV inclusiv
IEC 60076	Transformatoare de putere

#### D. Circuite secundare și Servicii interne.

NTE 011/12/00	Normă tehnică pentru proiectarea sistemelor de circuite secundare ale stațiilor electrice
NTI-TEL-R-002-2007-13	Încercările și măsurătorile la echipamentele din cadrul RET- cabluri de energie, de comandă-control, telemecanică
NTE-002/2003	Normativ de încercări și măsurători pentru sistemele de protecții, comanda-control și automatizări din partea electrică a centralelor și stațiilor
NTE 007/08/00	Normativ pentru proiectarea și execuția rețelelor de cabluri electrice
PE 111 – 8/88	Instrucțiuni pentru proiectarea stațiilor de conexiuni și transformare. Servicii proprii de curent alternativ
PE 112 – 93	Normativ pentru proiectarea instalațiilor de curent continuu din centrale și stații electrice
PE 505/73	Regulament de Exploatare Tehnică a camerelor de control și de supraveghere a instalațiilor electrice (republicat în 1995)
PE 506/83	Regulament de Exploatare Tehnică a instalațiilor de circuite secundare;
I20-2000	Normativ privind protecția construcțiilor împotriva trăsnetului
STAS 6616/83	Protectia împotriva atingerilor indirecte
STAS-12604/4;5	Privind protectia împotriva electrocutărilor. Priza de pământ
NP I7-2002	Normativ pentru proiectarea și executarea instalațiilor electrice cu tensiuni până la 1000 Vca și 1500 Vcc
PE5101/85	Normativ pentru construcția instalațiilor electrice de conexiuni și transformare cu tensiuni peste 1 kV
SR HD 637 S1	Instalații electrice cu tensiuni alternative nominale mai mari de 1 kV

#### E. Eficiență Energetică

Legea 121/2014 privind eficiență energetică, cu modificările și completările ulterioare

Directiva nr. 2012/27/UE privind eficiența energetică, de modificare a Directivelor nr. 2009/125/CE și nr. 2010/30/UE și de abrogare a Directivelor nr. 2004/8/CE și nr. 2006/32/CE

Legea nr.372/2005 privind performanța energetică a clădirilor, completată și modificată prin Legea nr. 159 din 15 mai 2013

SR EN ISO 14001:2015 - Sistem de management de mediu.

#### F. Managementul Calității

Ordonanța nr. 95/1999 privind calitatea lucrărilor de montaj pentru utilaje, echipamente și instalații tehnologice industriale, cu modificările și completările ulterioare

Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, cu modificările și completările ulterioare

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		43	45	0	1	2	3	4

HG nr. 925/1995 pentru aprobarea Regulamentului de verificare și expertizare tehnică de calitate a proiectelor, a execuției lucrărilor și a construcțiilor

Ordonanța nr. 20/2010 privind stabilirea unor măsuri pentru aplicarea unitară a legislației Uniunii Europene care armonizează condițiile de comercializare a produselor

Legea 50/2015 pentru aprobarea Ordonanței Guvernului nr.20/2010 privind stabilirea unor măsuri pentru aplicarea unitară a legislației Uniunii Europene care armonizează condițiile de comercializare a produselor

HGR nr. 306/2011 privind unele măsuri de supraveghere a pieței produselor reglementate de legislația Uniunii Europene care armonizează condițiile de comercializare a acestora

SR EN ISO/CEI 17000: 2020- Evaluarea conformării. Vocabular și principii generale

SR EN ISO/CEI 17050-1:2010 - Evaluarea conformității. Declarația de conformitate

SR ISO 10005/2021- Sisteme de management al calității. Linii directoare pentru planurile calității

SR EN ISO 9500:2015 - Sistemul de management al calității. Principii fundamentale și vocabular.

ISO 9501:2015 - Sistemul de management al calității – Cerințe.

### **G. Sănătate și Securitate în Muncă**

Legea nr. 319/2006 a securității și sănătății în muncă împreună cu Normele Metodologice de aplicare, aprobate conf. HG nr.1425/2006 și HG 955/2010, cu modificările și completările ulterioare

HG 955/2010 pentru modificarea și completarea Normelor metodologice de aplicare a prevederilor Legii securității și sănătății în munca nr. 319/2006, aprobate prin Hotărârea Guvernului nr. 1.425/2006; cu modificările și completările ulterioare

Legea nr.346/2002 privind asigurarea pentru accidente de muncă și îmbolnăviri profesionale, cu modificările și completările ulterioare

Hotărârea nr. 409/2016 privind stabilirea condițiilor pentru punerea la dispoziție pe piață a echipamentelor electrice de joasă tensiune, cu modificările și completările ulterioare

HG nr. 300/02.03.2006, privind cerințele minime de securitate și sănătate în muncă pentru șantierele temporare sau mobile, cu modificările și completările ulterioare

HG nr.1048/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru utilizarea de către lucrători a echipamentelor individuale de protecție, la locul de muncă

HG nr.1051/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru manipularea manuală a maselor care prezintă riscuri pentru lucrători, în special de afecțiuni dorsolombare

Hotărârea nr. 520/2016 privind cerințele minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscuri generate de câmpuri electromagnetice, cu modificările și completările ulterioare

HG nr.1146/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru utilizarea în muncă de către lucrători a echipamentelor de muncă

HG nr.1218/2006 privind stabilirea cerințelor minime de securitate și sănătate în muncă pentru asigurarea protecției lucrătorilor împotriva riscurilor legate de prezența agenților chimici, cu modificările și completările ulterioare

Ordonanța nr. 20/2010 privind stabilirea unor măsuri pentru aplicarea unitară a legislației Uniunii Europene care armonizează condițiile de comercializare a produselor, cu modificările și completările ulterioare

Instrucțiune proprie de securitatea muncii pentru instalații electrice în exploatare (IPSM-IEE , PO cod tel-18.08, revizia în vigoare)

SR OHSAS 18001:2015 - Sistem de management al sănătății și securității ocupaționa

<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia			
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		44	45	0	1	2	3

## E. ANEXE

- Anexa nr. 1** - **Caiet de sarcini – Montaj instalații electrice**
- Anexa nr. 2** - **Listă de cantități**
- Anexa nr. 3** - **Program de urmărire a calității lucrărilor**
- Anexa nr. 4** - **Plan SSM**
- Anexa nr. 5** - **Plan de management de proiect**
- Anexa nr. 6** - **Manual de operare și utilizare CEF pe SOL**
- Anexa nr. 7** - **Breviare de calcul:**
  - Anexa nr. 7.1* - *Raport de simulare producție PVGIS*
  - Anexa nr. 7.2* - *Breviar de calcul curent continuu CEF 155,76 kWp*
  - Anexa nr. 7.3* - *Breviar de calcul curent alternativ*
  - Anexa nr. 7.2* - *Breviar de calcul instalații de legare la pământ*
  - Anexa nr. 7.3* - *Breviar de calcul instalație de protecție la supratensiuni atmosferice*
- Anexa nr. 8** - **Grafic general de realizare a investiției publice (formular F6)**
- Anexa nr. 9** - **Detalii de execuție (manuale de utilizare și instalare echipamente)**
  - Anexa nr. 9.1* - *Fișă tehnică panou fotovoltaic YH SUN PRO SPDG590-N144M10*
  - Anexa nr. 9.2* - *Manual de instalare panou fotovoltaic YH SUN PRO SPDG590-N144M10*
  - Anexa nr. 9.3* - *Fișă tehnică invertor SUNGROW SG150CX*
  - Anexa nr. 9.4* - *Manual de instalare invertor SUNGROW SG150CX*
  - Anexa nr. 9.5* - *Fișă tehnică SMART METER DTSU666-20*
  - Anexa nr. 9.6* - *Manual de instalare SMART METER DTSU666-20*
  - Anexa nr. 9.7* - *Fișă tehnică SMART LOGGER 1000 SUNGROW*
  - Anexa nr. 9.8* - *Manual de instalare SMART LOGGER 1000 SUNGROW*
  - Anexa nr. 9.9* - *Fișă tehnică releu URNA 0345b*
  - Anexa nr. 9.10* - *Manual de instalare releu URNA 0345b*
- Anexa nr. 10** - **Avize-Acorduri-Autorizații**
- Anexa nr. 11** - **Autorizații echipa de proiectare;**
- Anexa nr. 12** - **Documente de atestare profesională a serviciilor ENINVEST HOLDING REALTO S.R.L**

Întocmit:

Ing. Nicoleta Alina MĂGUREANU




<b>Data: 10.10.2025</b>	<b>MEMORIU TEHNIC AFERENT PROIECTULUI TEHNIC</b>	pag.	din	revizia				
Formular : cod <b>PTh/ENV-X-01</b>		45	45	0	1	2	3	4