

Lucrarea nr. 01 G / 2025

*Proiect tehnic și detalii de execuție
pentru construire
CENTRALA ELECTRICĂ
CU PANOURI FOTOVOLTAICE*

*– Proiect tehnic de execuție –
(Lucrări de instalații electrice)*

01 / 2025

Proiect tehnic de execuție

Proiect tehnic pentru construirea CENTRALĂ ELECTRICĂ CU PANOURI FOTOVOLTAICE

Beneficiar: Resilux Packanging South
East Europe S.R.L.

Foaia de semnături

Manager de proiect: ing. Cătălin ZEGREAN

Șef de proiect: ing. Mihai-Andrei GUINEA

Proiectant instalații electrice: ing. Liliana-Florentina LUPU



Modificări :

Nr. crt.	Persoana care a făcut modificarea		Data	Anexa la proiect
	Funcția	Nume și prenume		
1.	Ing.	LUPU Liliana	12.06.2025	CEF se va racorda in instalațiile de joasă tensiune ale abonatului.
2.				
3.				
4.				
5.				

CUPRINS

Părți scrise

Secțiunea I: Memoriu tehnic general	6
1. Informații generale privind obiectivul de investiții	6
1.1. Denumirea obiectivului de Investiții	6
1.2. Amplasamentul	6
1.3. Actul administrativ prin care a fost aprobat(ă), în condițiile legii	6
1.4. Ordonatorul principal de credite	6
1.5. Investitorul	6
1.6. Beneficiarul investiției	6
1.7. Elaboratorul proiectului tehnic de execuție	6
2. Prezentarea scenariului / opțiunii aprobat(e) în cadrul studiului de fezabilitate / documentației de avizare a lucrărilor de Investiții	10
2.1. Particularități ale amplasamentului	10
a) descrierea amplasamentului	10
b) topografia	11
c) clima și fenomenele naturale specifice zonei	11
d) geologia, seismicitatea	14
e) devierile și protejările de utilități aferente	18
f) surse de apă, energie electrică, gaze, telefon și altele asemenea pentru lucrările definitive și provizorii	18
g) căile de acces permanente, căile de comunicații și altele asemenea	18
h) căile de acces provizorii	18
i) bunuri de patrimoniu cultural imobil	18
2.2. Soluția tehnică	19
a) caracteristici tehnice și parametri specifici obiectivului de investiții	19
b) varianta constructivă de realizare a investiției	20
i. Caracteristici tehnice generale ale materialelor și echipamentelor	21
ii. Scurtă prezentare a centralei electrice cu panouri fotovoltaice	42
c) trasarea lucrărilor	42
1. Pregătirea terenului pentru trasare (lucrările din CEF cu montaj la sol)	43
2. Trasarea rândurilor de panouri fotovoltaice pe sol	43
3. Trasarea panourilor fotovoltaice pe acoperiș	Error! Bookmark not defined.
4. Trasarea echipamentelor auxiliare	44
5. Trasarea cablurilor și traseelor electrice	44
6. Metode și instrumente utilizate pentru trasare	44
7. Documentare și verificare	45
8. Beneficii ale trasării corecte	45
d) protejarea lucrărilor executate și a materialelor din șantier	45
e) organizarea de șantier	45

Secțiunea II: Memorii tehnice pe specialități	47
a) Memoriu corespunzător specificațiilor de instalații electrice	47
1. Situația existentă	47
2. Situația proiectată	48
2.1. Descrierea generală:	48
Componentele centralei electrice cu panouri fotovoltaice	49
2.2. Soluția propusă pentru racordarea centralei electrice fotovoltaice	58
Subsistemul 1 – 1,787MWp al centralei electrice cu panouri fotovoltaice	58
Subsistemul 2 – 1,342MWp al centralei electrice cu panouri fotovoltaice	60
1. Măsuri de protecția muncii și PSI	63
1.1. Măsuri PSI	63
1.2. Măsuri de protecția muncii	64
2. Măsuri de protecția mediului	65
2.1. Protecția apelor	65
2.2. Protecția aerului	66
2.3. Protecția împotriva zgomotului și a vibrațiilor	66
2.4. Protecția împotriva radiațiilor	66
2.5. Protecția solului și subsolului	66
2.6. Protecția ecosistemului terestru și acvatic	67
2.7. Protecția așezărilor umane și a altor obiective de interes public	67
2.8. Gospodărirea deșeurilor generate pe amplasament	67
2.9. Gospodărirea substanțelor și preparatelor chimice periculoase	67
3. Managementul riscurilor industriale (tehnice / tehnologice)	68
3.1. Factori de risc tehnic / tehnologic avuți în vedere la instalațiile electrice de joasă tensiune (de curent alternativ și curent continuu)	68
3.2. Factorii de risc tehnic / tehnologic avuți în vedere în cadrul gospodăriei de cabluri	69
3.3. Factori de risc tehnic / tehnologic avuți în vedere la instalații de legare la pământ ...	70
4. Lucrări necesare organizării de șantier	70
5. Lucrări de refacere a amplasamentului la finalizarea investiției, în caz de accidente și / sau încetarea activității, în măsura în care aceste informații sunt disponibile	71
6. Teste, verificări, măsurări și PIF	71
7. Programul de urmărire a execuției lucrărilor și fazelor determinate	72
 Secțiunea III: Breviare de calcul	74
Evaluarea încărcărilor pentru structura de susținere a panourilor fotovoltaice	74
Calculul rezistenței de dispersie a prizei artificiale de legare la pământ	76
Dimensionarea instalațiilor de curent continuu și curent alternativ	78
Dimensionarea transformatorului	Error! Bookmark not defined.
 Secțiunea IV: Caiet de sarcini	99
1. Generalități	99
2. Repunerea în funcțiune și redarea în exploatare a instalațiilor electrice	100
3. Exploatarea centralei electrice cu panouri fotovoltaice	101
2. Întreținerea instalațiilor	102
3. Revizii și reparații	102
4. Măsuri de protecția muncii	102

Secțiunea V: Liste de cantități	104
Instalația electrică cu panouri fotovoltaice amplasate pe sol	104
0Compartimentul utilizatorului PC 7692 existent	105
Compartimentul utilizatorului PC 7922 existent	105
Postul de transformare nr. 1 existent, înglobat în clădire	106
Postul de transformare nr. 2 existent, înglobat în clădire	106

01G / 2025

PROIECT TEHNIC

1. Informații generale privind obiectivul de investiții

1.1. Denumirea obiectivului de Investiții

CENTRALĂ ELECTRICĂ CU PANOURI FOTOVOLTAICE

1.2. Amplasamentul

Obiectivul de investiție va fi amenajat pe proprietatea privată a beneficiarului, din Sat Dascălu, str. Calea București (DJ 200), nr. 63, Tarla 48, Parcela 182, identificată prin extrasul de carte funciară nr. 57508, Comuna Dascălu, Județul Ilfov.

1.3. Actul administrativ prin care a fost aprobat(ă), în condițiile legii, studiul de fezabilitate / documentația de avizare a lucrării de investiții

- Contractul serviciului de proiectare
- Studiul de Fezabilitate nr. 008/2024 „Centrală Electrică cu Panouri Fotovoltaice” elaborat de S.C. Therme Mep S.R.L.
- Certificatul de Urbanism nr. 138 din 25.07.2024 și avizele edilitare aferente
- Studiul Geotehnic „Construire centrală electrică fotovoltaică cu panouri fotovoltaice în comuna Dascălu, jud. Ilfov, N.C. 51781, N.C. 50754, N.C. 50746, N.C. 50749, N.C. 50744, N.C. 50747, N.C. 50748, N.C. 51964, N.C. 51964, N.C. 56223” elaborat de Carmen Geoproiect S.R.L.

1.4. Ordonatorul principal de credite

RESILUX PACKAGING SOUTH EAST EUROPE S.R.L.

Sediul social în Sat Dascălu, Comuna Dascălu, str. Calea București, Nr. 63, Jud. Ilfov
Număr de ordine în Registrul Comerțului: J23/5312/2018
Cod unic de înregistrare: 26188561

1.5. Investitorul

RESILUX PACKAGING SOUTH EAST EUROPE S.R.L.

Sediul social în Sat Dascălu, Comuna Dascălu, str. Calea București, Nr. 63, Jud. Ilfov
Număr de ordine în Registrul Comerțului: J23/5312/2018
Cod unic de înregistrare: 26188561

1.6. Beneficiarul investiției

RESILUX PACKAGING SOUTH EAST EUROPE S.R.L.

Sediul social în Sat Dascălu, Comuna Dascălu, str. Calea București, Nr. 63, Jud. Ilfov
Număr de ordine în Registrul Comerțului: J23/5312/2018
Cod unic de înregistrare: 26188561

1.7. Elaboratorul proiectului tehnic de execuție

GEP ENERGY CONSTRUCT S.R.L.

Sediul social în București, str. Căineni, nr. 20, Sector 1
Număr de ordine în Registrul Comerțului: J40/2719/2023
Cod unic de înregistrare: 47625820

1.8. Normative și reglementări tehnice ce au stat la baza întocmirii proiectului tehnic de execuție

Soluțiile tehnice relevate în documentație în vederea încadrării în normative a instalațiilor electrice pentru prezentul obiectiv sunt în conformitate cu legislația în vigoare și îndeplinesc cerințele esențiale de calitate stabilite de:

- SR CLC/TS 61836:2016 Sisteme de conversie fotovoltaică a energiei solare.

Termeni și simboluri

- SR HD 60364-7-712: 2016 Instalații electrice în construcții.

Partea 7-712: Prescripții pentru instalații și amplasamente speciale.

Sisteme de alimentare cu energie solară fotovoltaică (PV)

- SR EN IEC 62790:2020 Cutii de joncțiune pentru module fotovoltaice.

Cerințe de securitate și încercări

- SR EN 60904 Dispozitive fotovoltaice
- SR EN 621091:2011 Securitatea convertoarelor de putere utilizate în rețele electrice fotovoltaice. Partea 1: Cerințe generale
- SR EN 62109-2:2012 Securitatea convertoarelor de putere utilizate în rețele electrice fotovoltaice. Partea 2: Cerințe particulare pentru invertoare
- SR EN 50530:2011 Eficiența totală a invertoarelor fotovoltaice conectate la rețea
- SR EN 60269 Siguranțe fuzibile de joasă tensiune
- EN 1990:2004 Eurocod: Bazele proiectării structurilor – Coeficienții de siguranță pentru tipurile de încărcări
- SR EN 1991-1-1:2004 Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor
- SR EN 60269-6:2011 Siguranțe fuzibile de joasă tensiune.

Partea 6: Prescripții suplimentare referitoare la elemente de înlocuire utilizate pentru protecția sistemelor de energie solară fotovoltaică

- SR EN 62852:2015 Conectoare pentru aplicații de curent continuu în sisteme fotovoltaice.
- Cerințe de securitate și încercări
- SR EN 60228:2005 Conductoare pentru cabluri izolate
 - SR EN 60811 Cabluri electrice și cabluri cu fibre optice. Metode de încercări pentru materiale nemetalice
 - SR EN 60332 Încercări ale cablurilor electrice și cu fibre optice supuse la foc
 - SR EN 60071 Coordonarea izolației
 - SR EN 60947 Aparataj de joasă tensiune
 - SR EN 61439 Ansambluri de aparataj de joasă tensiune
 - SR EN 60529:1995 Grade de protecție asigurate prin carcase (Cod IP)
 - SR EN 61140:2016 Protecție împotriva șocurilor electrice.

Aspecte comune în instalațiile și echipamentele electrice

- ISO 9001:2015 Sisteme de management al calității. Cerințe
- ISO 14001:2015 Sisteme de management de mediu. Cerințe cu ghid de utilizare
- ISO 45001:2018 Sisteme de management al sănătății și securității ocupaționale.
- CR 1-1-3-2012 Cod de proiectare. Evaluarea acțiunii zăpezii asupra construcțiilor
- CR 1-1-4/2012 Cod de proiectare. Evaluarea acțiunii vântului asupra construcțiilor
- Ord. ANRE 49/2007 Norme tehnice privind delimitarea zonelor de protecție și de siguranță aferente capacităților energetice
- NT 30 / 2013 Norma tehnică „Condiții tehnice de racordare la rețelele de interes public pentru centralele electrice fotovoltaice”, aprobată prin Ordinul președintelui ANRE nr. 30/2013
- Ord. 74/2013 Pentru aprobarea Procedurii privind punerea sub tensiune pentru perioada de probe și certificarea conformității tehnice a centralelor electrice eoliene și fotovoltaice și abrogarea alin. (4) al art. 25 din NT 30 / 2013
- Legea nr. 319/ 14.07.2006 Legea securității și sănătății în muncă
- N.S. – 65 – 2002 Norme specifice de protecție a muncii pentru transportul și distribuția energiei electrice aprobate prin OMMSS nr.275/17.06.2002

- GP 014 – 1997 Ghid de proiectare. Calculul terenului de fundare la acțiuni seismice în cazul fundării directe
- HG nr. 907/29.11.2016 privind etapele de elaborare și conținutul-cadru al documentațiilor tehnico-economice, actualizată conform hotărârii nr. 1.116 din 16 noiembrie 2023 publicată în monitorul oficial nr. 1058 din 23 noiembrie 2023;
- aferente obiectivelor/proiectelor de investiții finanțate din fonduri publice;
- STAS 4102-85 - Piese pentru instalații de protecție prin legare la pământ sau nul;
- STAS 12217-88 - Protecția împotriva electrocutărilor la utilaje și echipamente electrice mobile. Prescripții;
- SR EN 61230:2009 - Lucrări sub tensiune. Dispozitive mobile de legare temporară la pământ și în scurtcircuit;
- SR EN ISO 9001:2015 - Sisteme de management al calității. Cerințe;
- SR EN ISO 14001:2015 - Sistemul de management de mediu;
- SR OHSAS 18001:2008- Sisteme de management de sănătate și securitate ocupațională. Specificații;
- SR EN ISO 50001:2011, "Sisteme de management al energiei. Cerințe și ghid pentru utilizare".
- NTE 001/03/00 - Normativ privind alegerea izolației, coordonarea izolației și protecția instalațiilor electroenergetice împotriva supratensiunilor;
- NTE 002/03/00 Normativ de încercări și măsurători pentru sistemele de protecții, comanda-control și automatizări din partea electrică a centralelor și stațiilor
- NTE 003/04/00 - Normativ pentru construcția liniilor aeriene de energie electrică cu tensiuni peste 1000 V;
- NTE 006/06/00 Normativ privind metodologia de calcul a curenților de scurtcircuit în rețelele electrice cu tensiunea sub 1 kV
- NTE 007/08/00 – Normativ pentru proiectarea și executarea rețelilor de cabluri electrice
- PE 132/95 - Normativ pentru proiectarea rețelilor electrice de distribuție publică;
- PE 022-3/83 - Prescripții generale de proiectare a rețelilor electrice;
- PE 003/92 Nomenclator de verificări, încercări și probe privind montajul, punerea în funcțiune și darea în exploatare a instalațiilor energetice
- PE 009/93 Norme de prevenire, stingere și dotare împotriva incendiilor pentru producerea, transportul și distribuția energiei electrice și termice
- PE 101/95 - Normativ pentru construcția instalațiilor electrice de conexiuni și transformare cu tensiuni peste 1 kV;
- PE 116/94 - Normativ de încercări și măsurători la echipamentele și instalațiile energetice;
- 1RE - Ip 30/2004 - Îndreptar de proiectare și execuție a instalațiilor de legare la pământ;
- I 7/2011 completat în 2023 Normativ pentru proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor electrice aferente clădirilor
- 1 RE-Ip 30/2004 Îndreptar de proiectare și execuție a instalațiilor de legare la pământ
- Legea 319/2006 a securității și sănătății în muncă;
- HG 1425/2006 pentru aprobarea Normelor Metodologice de aplicare a prevederilor Legii securității și sănătății în muncă;
- HG 300/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru șantierele temporare sau mobile;
- HG nr. 1391/04.10.2006 pentru aprobarea Regulamentului de aplicare a OUG nr. 195/2002 privind circulația pe drumurile publice;
- Hotărârea Guvernului nr. 766/1997 pentru aprobarea unor regulamente privind calitatea în construcții;
- OUG nr. 195 din 22 decembrie 2005 privind protecția mediului;
- Legea 10 Lege privind calitatea în construcții modificata cu HG 498/2001, Legea 587/2002, Legea 123/2007;
- Legea 50 /1991 forma sintetica/16.01.2017
- Legea 123/2012 a energiei electrice și a gazelor naturale;
- Legea 319/2006 legea securității și sănătății în muncă;
- Legea 307/2006 privind apărarea împotriva incendiilor;

- Legea nr. 265 din 29 iunie 2006 pentru aprobarea OUG nr. 195/2005 privind protecția mediului;
- Ordinul nr. 95 din 12 februarie 2005 privind stabilirea criteriilor de acceptare și procedurilor preliminare de acceptare a deșeurilor la depozitare și lista națională de deșeuri acceptate în fiecare clasă de depozit de deșeuri;
- HG 88/2004 privind Norme de igiena si recomandari pentru mediul de viata al populatiei;
- Ordinul 1193/2006 Norme ale Ministerului Sanatatii Publice privind limitarea expunerii populatiei generale la campuri electromagnetice de la 0 Hz la 300 GHz;
- HGR nr. 349 din 21 aprilie 2005 privind depozitarea deșeurilor modificat prin HG 210/2007;
- Legea nr. 211 din 18 iulie 2011;
- HG nr 1061/2008 privind transportul deseurilor periculoase si nepericuloase pe teritoriul Romaniei;
- Legea nr. 265 din 29 iunie 2006 pentru aprobarea OUG nr. 195/2005 privind protecția mediului.
- Legea nr. 440/2002 pentru aprobarea Ordonantei Guvernului nr. 95/1999 privind calitatea lucrarilor de montaj pentru utilaje, echipamente si instalatii tehnologice industriale;
- Ord. 67/2020 pentru modificarea Normei Tehnice privind delimitarea zonelor de protectie si de siguranta aferente capacitatilor energetice
- Ord. 239/2019 – pentru aprobarea Normei tehnice privind delimitarea zonelor de protectie si de siguranta aferente capacitatilor energetice.
- HG 2139/2004
- Directiva LVD 73/23/EEC – “Low voltage equipment”

Documentația tehnică trebuie verificată conform Legii 10/1995 la cerințele din: rezistență și stabilitatea construcțiilor și conform Legii 440/2002 la cerințele: rezistență și stabilitate, siguranță în exploatare, încadrare în normele de igienă, eficiență economică și rețele subterane.

1.9. Lista abrevierilor

- **RESILUX** – Resilux Packanging South East Europe S.R.L.
- **GEP** – GEP Energy Construct Proiect S.R.L.
- **ANRE** Autoritatea Națională de Reglementare în Domeniul Energiei
- **ATR** Aviz tehnic de racordare
- **CDC** Certificat de conformitate cu cerințele tehnice
- **CDCT** Certificat de conformitate cu cerințele tehnice, temporar
- **CEF** Instalatia de productie (sistem fotovoltaic)
- **CR** Certificat de racordare
- **Cod RED** Codul tehnic al rețelei electrice de distribuție
- **Cod RET** Codul tehnic al rețelei electrice de transport
- **DEC** Dispecerul Energetic Central
- **DET** Dispecerul Energetic Teritorial
- **DED** Dispecerul Energetic de Distribuție
- **DI** Documentul instalației
- **LEA** Linie electrică aeriană
- **LES** Linie electrică subterană
- **LVRT** Capabilitatea de trecere peste defect
- **Pi** Puterea instalată
- **Pmax** Capacitate maximă
- **RAT** Regulator automat de tensiune
- **RFA** Reglaj de frecvență activ ca răspuns la abaterile de frecvență
- **RFA-CR** Reglaj de frecvență activ limitat la creșterea frecvenței
- **RFA-SC** Reglaj de frecvență activ limitat la scăderea frecvenței
- **c.c.** curent continuu
- **c.a.** curent alternativ
- **p.p.** priză artificială de legare la pământ

2. Prezentarea scenariului / opțiunii aprobat(e) în cadrul studiului de fezabilitate / documentației de avizare a lucrărilor de Investiții

2.1. Particularități ale amplasamentului

a) descrierea amplasamentului

Amplasamentul se află în localitatea Dascălu, județul Ilfov.

Accesul în amplasament se face din Drumul Județean 200 prin Drumul de Exploatare De 182/4.

Amplasamentul propus pentru montarea panourilor fotovoltaice la sol este situat în vecinătatea amplasamentului, teren intravilan, identificat cu numărul cadastral 57508, cu suprafața totală de 43.519 m².



Figură 1 - Vedere de ansamblu: CEF 3.542,50 kWp RESILUX PACKAGING SOUTH EAST EUROPE S.R.L.

Orientarea terenului față de punctele cardinale este Est-Vest (raportat la latura lungă a terenului)

Vecinătățile terenului în funcție de punctele cardinale:

- Latura de nord: teren agricol;
- Latura de sud: fabrica Resilux Packangind South East Europe SRL, urmat de DJ 200
- Latura de est: drum de acces (drum de exploatare De 182/4)
- Latura de vest: teren agricol.

b) topografia

Comuna Dascălu este situată în județul Ilfov, la aproximativ 18 km nord-est de București, în Câmpia Vlăsiei. Este alcătuită din satele Dascălu (reședința), Gagu, Creața și Runcu.¹

Accesul rutier în comună se realizează prin șoseaua județeană DJ200, care leagă Dascălu de localitățile învecinate, precum Grădiștea la nord și Ștefăneștii de Jos, Voluntari și București (zona Pipera) la sud. De asemenea, din satul Gagu se ramifică DJ402, care duce către est la Petrăchioaia și mai departe în județul Ialomița, la Sinești.²

Proprietatea beneficiarului se află în partea de Est a Satului Dascălu, la ieșirea din Sat spre Satul Gagu, pe DJ 200 situat la 12 km față de Voluntari, respectiv 9 km față de Grădiștea.³

c) clima și fenomenele naturale specifice zonei

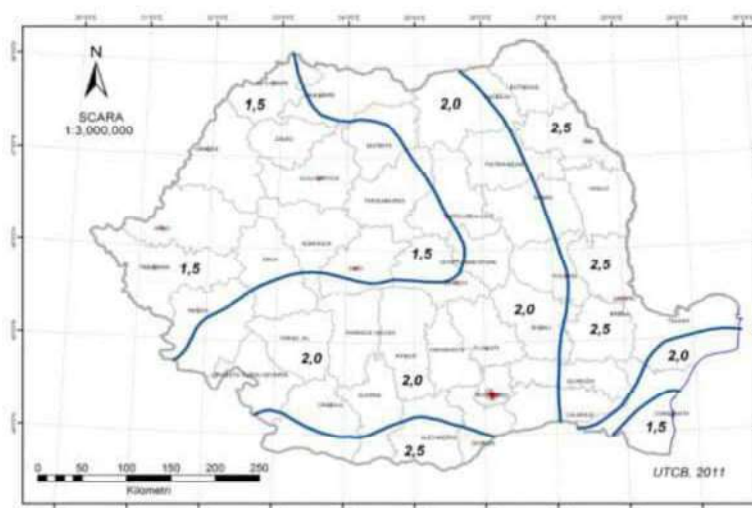
Clima comunei Dascălu, situată în județul Ilfov, este specifică regiunii de câmpie din România, fiind caracterizată de un climat temperat-continental, influențat de poziția sa în Câmpia Vlăsiei.⁴

Temperaturi

- ✚ **Temperatura medie anuală:** Aproximativ 10-11°C.
- ✚ **Iernile:** Relativ reci, cu temperaturi medii în luna ianuarie de -2°C până la -4°C. În unele cazuri, temperaturile pot scădea sub -15°C, mai ales în nopțile senine.
- ✚ **Verile:** Calde, cu temperaturi medii în luna iulie de 21-23°C. Zilele toride nu sunt rare, cu maxime care pot depăși frecvent 35°C în perioada de vârf a verii.

Precipitații

- ✚ **Cantitatea anuală de precipitații:** Se situează în jurul valorii de 600 mm/an.
- ✚ **Distribuția sezonieră:**
 - **Primăvara și toamna:** Cele mai multe precipitații, sub formă de ploi moderate.
 - **Vara:** Precipitații sub formă de ploi torențiale, asociate cu furtuni și, uneori, grindină.
 - **Iarna:** Precipitații sub formă de ninsoare sunt moderate, însă pot alterna cu episoade de ploaie înghețată.



Figură 2 - Zonarea valorilor caracteristice ale încărcării de zăpadă pe sol s_k , kN/m², pentru altitudini $A \leq 1000$ m conform normativului CR 1-1-13/2012

¹ <https://comunadascalu.ro/comuna-dascalu/>

² https://ro.wikipedia.org/wiki/Comuna_Dasc%C4%83lu,_Ilfov

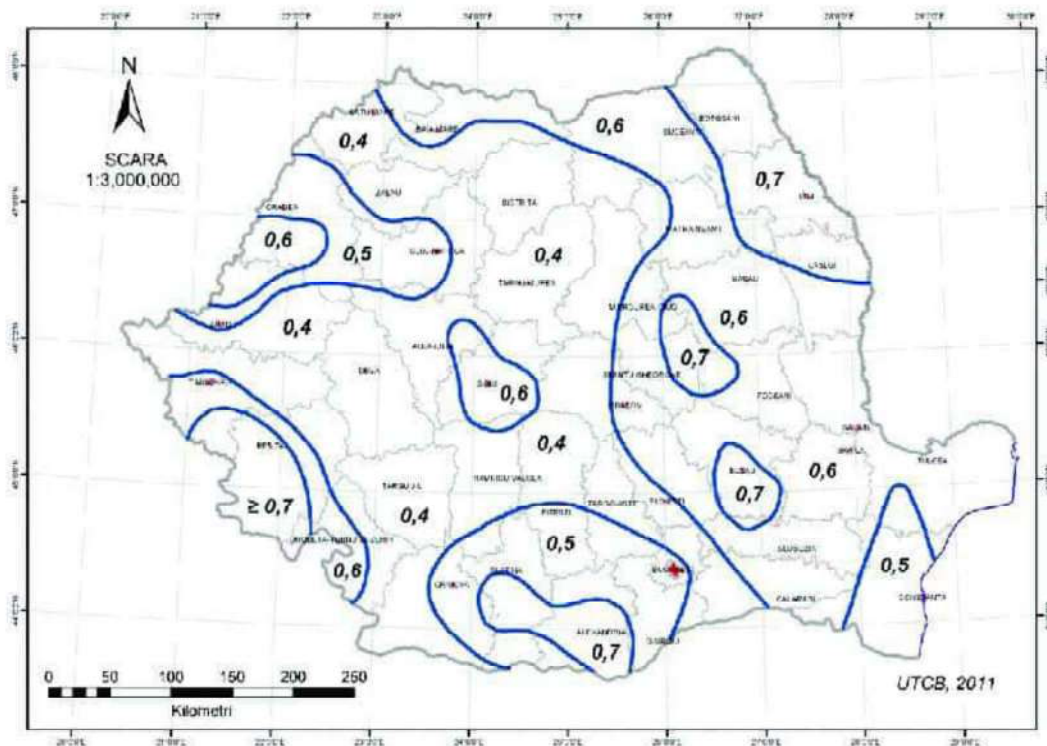
³ <https://www.resilux.com/en/about-us/business-units#ro>

⁴ <https://www.accuweather.com/ro/ro/dascalu/279655/weather-forecast/279655>

https://www.meteoblue.com/ro/vreme/s%C4%83pt%C4%83m%C3%A2na/dasc%C4%83lu_rom%C3%A2nia_679708

Vânturi

- ✚ Zona este expusă frecvent vânturilor de nord-est și est, cunoscute local ca „Crivăț”. Acestea sunt cele mai puternice în timpul iernii, contribuind la scăderea semnificativă a temperaturii resimțite.
- ✚ Vânturile de sud și sud-vest sunt mai rare, însă pot aduce mase de aer cald, influențând temperaturile în timpul verii.



Figură 3 - Zonarea valorilor de referință ale presiunii dinamice a vântului, q_b în kPa, având IMR = 50 ani, conform normativului CR 1-1-4/2012

Fenomenologia atmosferică specifică

1) Fenomene de inversiune termică

- ✚ În special în timpul iernii și toamnei târzii, datorită poziției în câmpie și lipsei pantelor, se formează frecvent inversiuni de temperatură. Acestea sunt asociate cu cețuri dense, mai ales dimineața, care reduc vizibilitatea.

2) Furtuni de vară

- ✚ Apar frecvent în perioada mai-iulie, în special după-amiaza. Acestea sunt scurte, dar intense, cu descărcări electrice și, ocazional, grindină.

3) Zile cu ger

- ✚ În timpul iernii, gerurile persistente sunt frecvente, mai ales în lunile ianuarie și februarie, când temperaturile pot rămâne sub -10°C mai multe zile consecutive.

4) Episoade de secetă

- ✚ Climatul zonei este predispus și la perioade de secetă, mai ales în timpul verii, când precipitațiile sunt rare, iar temperaturile ridicate accelerează evapotranspirația.

5) Ninsori viscolite

- ✚ În sezonul rece, vânturile dinspre nord-est pot cauza viscol, transportând zăpada și reducând semnificativ vizibilitatea. Aceste episoade sunt mai frecvente în ianuarie.

Adaptarea locală la condițiile climatice

- Agricultura din zonă este adaptată la condițiile climatice, cultivându-se în principal grâu, porumb, floarea-soarelui, și alte culturi care pot tolera atât perioadele de secetă, cât și variațiile sezoniere.
- Pădurile din jurul comunei (în special în nord și sud) oferă un efect de protecție împotriva vânturilor puternice și contribuie la reglarea microclimatului local.

În concluzie, clima comunei Dascălu este tipică pentru zona de câmpie, cu variații sezoniere bine definite, fenomene atmosferice tipice zonei și influențe continentale care se manifestă mai pronunțat iarna și vara.

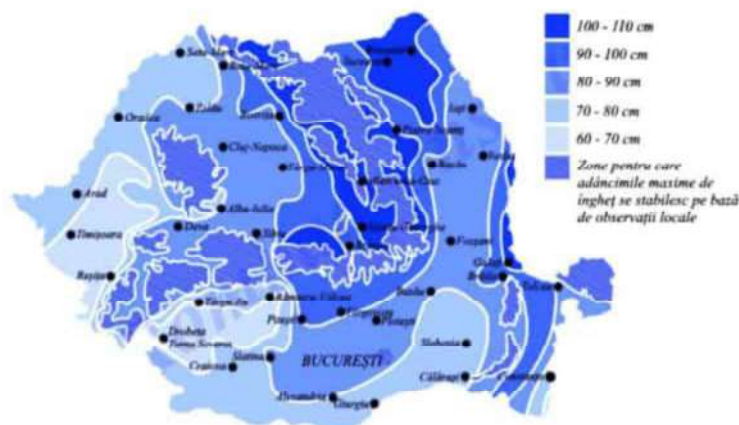
Surse de poluare existente în zonă

Pe amplasamentul studiat nu există surse de poluare mediu, însă putem lua în calcul următoarele:

- Traficul local din localitatea Dascălu poate de asemenea contribui la poluarea aerului, mai ales în zonele aglomerate.
- Se pot genera emisii de poluanți atmosferici, precum oxizi de azot (NO_x), monoxid de carbon (CO) și particule în suspensie (PM).
- Gospodăriile individuale care utilizează încălzirea pe baza de combustibili fosili (lemn, gaz natural, păcură) pot emite poluanți atmosferici, inclusiv PM, dioxid de sulf (SO₂) și NO_x.
- Incinerarea deșeurilor vegetale sau menajere în aer liber poate de asemenea genera emisii de poluanți.

Date preliminare asupra naturii terenului de fundare, inclusiv presiunea convențională și nivelul maxim al apelor freatice

Conform STAS 6054-77: Teren de fundare - Adâncimi maxime de îngheț – Zonarea teritoriului României", în zona cercetată adâncimea maximă de îngheț este de 0.90 m.



Figură 4 - Zonarea după adâncimea maximă de îngheț

Din punct de vedere hidrogeologic, regiunea 8 București - Ilfov se suprapune celui mai mare bazin de apă potabilă din țară, care se extinde în subteran pe o suprafață de circa 2,500 km². În regiune au fost identificate acviferul freatic de mică adâncime (2 - 30 m, cu grosimi ce variază între 5 și 10 m, cantonat în depozitele aluvionare din luncile râurilor, cu o calitate necorespunzătoare), acviferul captiv de mică adâncime (Acviferul de Mostiștea, cu grosimi de 3 - 30 m, cu nivel ascensional, exploatat pentru aprovizionarea cu apă industrială și pentru alimentarea populației) și acviferul de mare adâncime (Acviferul de Fratești, cu caracter multistrat - A, B, C, puternic exploatat). În cazul stratului de Fratești C nu se recomandă exploatarea, din cauza adâncimii mari, conținutului ridicat de materii organice, amoniac, hidrogen sulfurat și prezenței bacteriilor feruginoase. Întrucât cazul exploatării cu debite foarte mari, orizonturile comunică între ele, există posibilitatea amestecării apei din cele trei orizonturi, deteriorând calitatea apei din orizonturile A și B.

Inundații

Aria studiată se încadrează în zona cu cantități de precipitații cuprinse între 100 și 150 mm în 24 de ore, cu arii afectate de inundații datorate revarsării unui curs de apă.

Alunecări de teren

Zona în care se afla amplasat perimetrul cercetat, este caracterizată cu potențial scăzut și probabilitate practic zero de alunecare.

d) geologia, seismicitatea**Date geologice generale**

Comuna Dascălu, situată în județul Ilfov, se află în Câmpia Vlăsiei, parte a Câmpiei Române. Această regiune este caracterizată de un relief de câmpie cu altitudini cuprinse între 80 și 85 de metri și pante reduse. Solurile predominante sunt cernoziomurile și solurile brune-roșcate de pădure, recunoscute pentru fertilitatea lor ridicată, favorizând activitățile agricole.

Din punct de vedere geologic, zona este alcătuită în principal din depozite sedimentare de vârstă cuaternară, constând în argile, nisipuri și pietrișuri, depuse de-a lungul timpului de rețelele hidrografice locale. Aceste formațiuni sedimentare sunt tipice pentru regiunile de câmpie din sudul României.

Din punct de vedere geologic (conform cu harta geologica, scara 1:200000, foaia 44 București – anexa 12), formațiunile de suprafață în zona amplasamentului investigat sunt de vârstă cuaternară (Holocen și Pleistocen superior), alcătuite din depozite aluvionare (pietrișuri și 184 nisipuri), respectiv proluvial-eluviale și deluvial-colviale, reprezentate prin argile, argile prafoase-nisipoase, nisipuri argiloase și prafuri argiloase-nisipoase, ale luncii și teraselor Raului Colentina, iar local (pe areale limitate) pot fi prezente și unele depozite loessoide (argilosprafoase).

La nivel regional Cuaternarul este reprezentat prin următoarele stratotipuri: - „Orizontul pietrișurilor și nisipurilor de Colentina” – larg desfasurat între râurile Argeș și Colentina (cu grosimi cuprinse între 10 ÷ 20 m.); - „Strate de Fratești” – constituite litologic din orizonturi de pietrișuri și nisipuri separate de argile; - „Complexul nisipurilor fine de Mostiștea” (10 ÷ 15 m. grosime) intercalate cu argile și argile nisipoase; - Depozitele loessoide de pe câmpuri – cu grosimi cuprinse între 5 ÷ 15 m. „Patura” superficială (cea mai tânără) a cuaternarului este constituită din aluviunile din cadrul teraselor joase și luncii Colentinei (5 ÷ 10 m. grosime) și unele depozite loessoide (grosime de 2 ÷ 5 m.).

Depozitele loessoide acoperă toate formele de relief din Campia Română, cu excepția zonelor inundabile. Ele prezintă o mare varietate structurală și texturală, atât pe orizontală cât și pe verticală. Fundamentul regiunii este constituit din formațiuni de vârstă: Pleistocen mediu, reprezentate prin depozite argilo – marnoase, cu intercalatii lenticulare nisipoase și Pleistocen inferior, constituite din argile - argile marnoase - marne argiloase, consolidate, în alternanță cu strate de nisipuri (cu sau fără pietrișuri).

Din punct de vedere structural, întregul teritoriu sud-estic (din care face parte și arealul cercetat) aparține Platformei Moesice, unitate de vorland situată la exteriorul arcului carpatic.

Geomorfologia

Din punct de vedere geomorfologic, zona în care se afla amplasat situl se încadrează în grupa regiunilor loessoide a Câmpiei Române, subunitatea Campia Vlăsiei, numită și câmpia tabulară a Vlăsiei. Caracterul divergent al teraselor, multimea croturilor, existența unui mic sector de dune, degradarea incipientă a rețelelor hidrografice, multimea limanelor fluviale sunt caracteristicile ce individualizează Campia Vlăsiei.

Practic această câmpie se individualizează în cadrul Câmpiei Române de vest, prin așa numita „câmpie tabulară” (cu terase) care se afla situată în sudul zonei de subzistență, unde, așa cum am arătat, se întind câmpuri netede, largi, acoperite de depozite loessoide, loess și, local, dune de nisip. Câmpurile se termină prin terase către văile principale ce le despart.

Geologia si structura geologica

Teritoriul circumscris județului Ilfov se suprapune pe o porțiune din marginea nordică a platformei Moesice. Formațiunile regasite pe teritoriul județului Ilfov sunt: formațiunea de Merisani (Dacian inferior), formațiunea de Calinesti (Dacian superior), formațiunea de Izvoarele (Romanian inferior-mediu), formațiunea de Fratesti (Romanian superior-Pleistocen inferior), formațiunea de Coconi (Pleistocen mediu), formațiunea de Mostistea (Pleistocen mediu), Formațiunea „depozitelor intermediare”, formațiunea de Colentina și formațiunea Loessului. În cadrul acestor formațiuni întâlnim sedimentele argiloase care sunt constituite din argile și marne vinete sau cenușii și depozite loessoide având canalicule de calcit, punji cu calcare pulverulente și concrețiuni.

Forajele efectuate pe cuprinsul platformei moesice au arătat că sub cuvertura cuaternară se dezvoltă o succesiune groasă de depozite paleozoice, mezozoice și terțiare.

În ceea ce privește seismicitatea, România este expusă la activitate seismică, în special din zona Vrancea, care generează cutremure resimțite în întreaga țară. Deși județul Ilfov, inclusiv comuna Dascălu, nu se află în proximitatea directă a epicentrelor majore, cutremurele din Vrancea pot fi resimțite și aici, uneori cu intensități semnificative.

Regiunea poate experimenta și cutremure locale de mică magnitudine, cauzate de tensiuni tectonice locale.

În ceea ce privește geologia și structura geologică a comunei Dascălu din județul Ilfov, acestea pot fi caracterizate în principal de sedimente aluviale și roci sedimentare.

Câteva aspecte generale sunt reprezentate de:

- **Sedimente aluviale:** ca parte a Câmpiei Române, zona din jurul comunei Dascălu este probabil dominată de sedimente aluviale. Aceste sedimente sunt aduse și depuse de râuri și pâraie și pot consta în principal din nisip, argilă, pietris și loess.
- **Roci sedimentare:** în adâncime, straturile geologice ar putea include roci sedimentare, cum ar fi gresile, argilele și nisipurile. Aceste roci sunt rezultatul depunerii de sedimente într-un mediu marin, lacustru sau fluvial în cursul milioanelor de ani.
- **Roci cristaline și metamorfe:** în unele zone, în special în regiunile mai înalte sau în apropierea marginilor de câmpie, ar putea exista expuneri de roci cristaline sau metamorfe. Acestea ar putea include granit, gneis, sisturi metamorfe și alte tipuri de roci care au suferit transformări geologice sub presiune și căldură în trecutul îndepărtat.
- **Structura geologică:** structura geologică a zonei poate fi influențată de falii, pliuri și alte caracteristici tectonice. Deși Ilfovul nu este cunoscut pentru activitatea seismică intensă, există încă structuri geologice care pot afecta distribuția și compoziția rocilor din zonă.

Morfologia

Morfologia zonei din jurul localității Dascălu poate fi caracterizată de o varietate de elemente de relief și forme de relief. Câteva date importante cu privire la morfologia acestei zone sunt caracterizate de:

- **Terase fluviale:** Zonele aflate în apropierea cursurilor de apă, precum râuri și pâraie, pot prezenta terase fluviale, care sunt niveluri înalte ale terenului formate prin acumularea de sedimente de-a lungul timpului.
- **Câmpii și terenuri plate:** Majoritatea zonei poate fi caracterizată de terenuri plate sau ușor ondulate, care fac parte din Câmpia Română. Aceste câmpii sunt ideale pentru activități agricole extinse.
- **Vai și pâraie:** unele părți ale zonei pot fi traversate de vai și pâraie, care au fost modelate de eroziunea fluvială și procesele hidrologice. Aceste vai pot oferi caracteristici naturale frumoase și habitaturi diverse pentru faună și flora locală.
- **Coline și dealuri:** în anumite sectoare, terenul poate fi ușor înclinat sau pot exista coline și dealuri mai mici, care adaugă diversitate peisajului și pot oferi perspective panoramice.
- **Depresiuni și mlăștini:** în zonele mai joase sau cu drenaj deficitar, pot exista depresiuni sau mlăștini, care pot fi caracteristice în special în regiunile cu un nivel freatic ridicat sau cu terenuri mai umede.

- *Delte fluviale*: in cazul existentei râurilor importante in apropiere, pot fi prezente depozite de delta fluviala, care sunt formate prin depunerea sedimentelor aduse de râuri si pâraie.

Litologia zonei

Litologia acestei zone variaza pe distante relativ scurte. Incepand cu cel mai adanc punct si urcand catre suprafata, pot fi identificate urmatoarele formatiuni in sedimentul cuaternar:

- straturile de Fratestii
- complexul argila-marmura
- nisipurile Mostistea
- depozitele intermediare
- pietrisul Colentina
- depozitele de argila-loess

In judetul Ilfov se gaseste apa geotermala la o adancime de 2,500m-3,000m, cu un continut bogat in sulf.

Cateva date importante cu privire la litologia acestei zone sunt caracterizate de:

- Sedimente aluviale: Ca parte a Câmpiei Române, zonele de câmpie din jurul Dascalu sunt probabil dominate de sedimente aluviale, cum ar fi nisipul, argila, pietrisul si loessul. Aceste sedimente sunt aduse si depuse de râuri si pâraie si pot fi extinse in intreaga zona.
- Roci sedimentare: In adâncime, straturile geologice ar putea include roci sedimentare precum gresiile, argilele si nisipurile. Acestea sunt rezultatul depunerii de sedimente intr-un mediu marin, lacustru sau fluvial in cursul milioanelor de ani.
- Roci cristaline si metamorfice: In regiunile mai inalte sau in apropierea marginilor de câmpie, pot exista expuneri de roci cristaline sau metamorfice, cum ar fi granitul, gneisul si sisturile metamorfice. Aceste roci sunt rezultatul proceselor geologice intense, cum ar fi metamorfoza si deformarea tectonica.
- Depozite glaciare: In cazul existentei unor glaciari in trecut, ar putea fi prezente depozite de pietris si nisip aduse de ghetari, care s-au format in perioada glaciatiunilor anterioare.

Încadrarea în zone de risc (cutremur, alunecări de teren, inundații) în conformitate cu reglementările tehnice în vigoare

Incadrarea in zonele de risc natural, la nivel de macrozonare, a ariei pe care se gaseste zona studiata se face in conformitate cu prevederile:

- legii nr. 575/11.2001 „Lege privind aprobarea Planului de amenajare a teritoriului national - Sectiunea a V-a: zone de risc natural” si
- ghidul GT006-97 “Ghid privind identificarea si monitorizarea alunecarilor de teren si stabilirea solutiilor cadru de interventie, in vederea prevenirii si reducerii efectelor acestora, pentru siguranta in exploatare a constructiilor, refacerea si protectia mediului”

Riscul este o estimare matematica a probabilitatii producerii de pierderi umane si materiale pe o perioada de referinta viitoare si intr-o zona data pentru un anumit tip de dezastru. Factorii de risc avuti in vedere sunt: cutremurele de pamant, inundatiile si alunecarile de teren.

Cutremurele de pamant: zona de intensitate seismica pe scara MSK este 81, cu o perioada de revenire de cca. 100 ani.

Conform reglementarilor tehnice « Cod de proiectare seismica – partea I, prevederi de proiectare pentru clădiri » P100/1 – 2013 privind zonarea valorii de vârf a accelerației terenului pentru proiectare, in zona studiata, pentru evenimente seismice având intervalul mediu de recurenta IMR=225 ani, are valoarea $a_g = 0,3g$.

e) devierile și protejările de utilități aferente

Nu este cazul.

f) surse de apă, energie electrică, gaze, telefon și altele asemenea pentru lucrările definitive și provizorii

Se vor utiliza sursele de apă, energie electrică, gaze naturale, telefonie existente la locație.

g) căile de acces permanente, căile de comunicații și altele asemenea

Accesul utilajelor în incintă se va face pe căile publice existente în zonă, nefiind necesare amenajări speciale. Accesul principal făcându-se pe porțile de acces din domeniul public, așa cum rezultă din planurile de situație anexate la prezenta documentație.

h) căile de acces provizorii

Se vor utiliza căile de acces existente.

i) bunuri de patrimoniu cultural imobil

Nu este cazul.

2.2. Soluția tehnică

a) caracteristici tehnice și parametri specifici obiectivului de investiții

În conformitate cu Studiul de Fezabilitate, S.C. Resilux Packaging South East Europe S.R.L., alocă resurse umane și materiale semnificative pentru a reduce vulnerabilitățile legate de fluiditatea pietelor de energie, precum și de provocările ridicate de schimbările climatice și în acest sens reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră la nivelul societății este un deziderat important. Concret, la nivelul S.C. Resilux Packaging South East Europe S.R.L. există o Strategie de Sustenabilitate, cu o puternică componentă Energetică prin care s-au stabilit obiectivele de Sustenabilitate - reducerea amprentei de CO₂ - și de eficiența Energetică - reducerea consumului energetic și creșterea ponderii energiei verzi până la 100% din consumul total - precum și mecanismele prin care se vor atinge aceste obiective.

Prin proiectul propus se urmărește realizarea unei noi capacități de producere a energiei electrice: Centrala Electrică cu Panouri Fotovoltaice, care va fi amplasată pe terenul din vecinătatea amplasamentului. Se vor avea în vedere analizarea a două scenarii, pentru care se vor face toate simulările tehnico-economice. Ipotezele și principiile care au stat la baza realizării conceptelor tehnice pentru cele două scenarii sunt următoarele:

- S-a luat în calcul consumul orar/zilnic/lunar/anual al societății pentru 12 luni, conform IBD (Interval Baza de Decontare)
- Prin urmare, pentru 8760 de ore anual:
 - Consum anual de referință 13,902.03 MWh anual
 - Consum mediu lunar 1,158.50 MWh lunar
- S-au avut în vedere câțiva parametri calitativi și cantitativi legați de funcționarea integrată a sistemului de generare/stocare/consum/injecție în SEN, respectiv:
 - Obținerea unei cantități maxime de energie, relativ la suprafața alocată amplasării panourilor fotovoltaice
 - Dimensionarea Centralei în așa fel încât să se asigure o pondere cât mai mare din energia generată care să fie consumată în regim de autoconsum
 - S-a luat în calcul încadrarea celor două soluții în cerința din Ghid privind producția minimă, respectiv factorul de capacitate de minim 11.4%, reprezentând echivalentul a 1,000h/an de funcționare la capacitatea nou instalată

Consumul total Resilux Packanging South East Europe S.R.L. declarat în Studiul de Fezabilitate:

Nr. crt	Luna	Consumul Conform IBD
1	Ianuarie	1.027,613 MWh
2	Februarie	776,765 MWh
3	Martie	1.227,005 MWh
4	Aprilie	1.255,248 MWh
5	Mai	1.302,967 MWh
6	Iunie	1.443,528 MWh
7	Iulie	1.168,080 MWh
8	August	1.274,249 MWh
9	Septembrie	1.151,712 MWh
10	Octombrie	1.138,097 MWh
11	Noiembrie	1.301,256 MWh
12	Decembrie	835,512 MWh
	Total	13.902,030 MWh

b) varianta constructivă de realizare a investiției

În conformitate cu Scenariul 2 aferent Studiului de Fezabilitate: „Realizare Centrală Electrică cu Panouri Fotovoltaice” montate la sol având orientarea Sud.

Centrala Electrică cu Panouri Fotovoltaice va fi realizată pe teren, la sol, pe structura metalică înclinată cu 20° fata de panta terenului având orientarea Sud.

Panourile fotovoltaice se vor monta pe structuri de susținere din profile metalice, structuri înclinate cu 20° fata de panta terenului în plan orizontal.

Invertoarele sunt trifazate ca și tensiune electrică nominală de ieșire la borne și respectă cerințele impuse de compania de electricitate privind calitatea energiei electrice furnizate în rețea și de parametrii rezultați din procesul de proiectare.

Invertoarele au eficiența europeană: 98.5%. Este de tip ”smart” și anume are în componență sisteme de monitorizare a string-urilor individual astfel încât nu este neapărat necesară protecția fiecărui string cu sisteme automate de declansare și protecție la socurile termice și electrice. Invertoarele folosite au bornele de ieșire dimensionate la o tensiune nominală de 800Vc.a. $f=50\text{Hz}$ și respectă cerințele impuse de compania de electricitate privind calitatea energiei electrice furnizate în rețea (a se vedea fișele tehnice/buletinul de acreditare furnizat de către organismul acreditat de statul român în acest sens).

Având în vedere cerințele de proiectare și puterea instalată a tipului de invertor ales se va realiza o rețea electrică de distribuție cu o tensiune $U_n=0.4\text{kVc.a.}$ până la tabloul general de distribuție a posturilor de transformare ale CEF.

Pentru a se realiza distribuția de energie electrică de la bornele invertoarelor cu tensiunea de 0.4kV se vor utiliza transformatoare ridicatoare de tensiune existente 0.4/20kV de putere 2000kVA și echipamentelor electrice de tip tablouri electrice, etc.

În incinta S.C. Resilux Packaging South East Europe S.R.L. rețeaua electrică de distribuție nou realizată va fi proprietatea S.C. Resilux Packaging South East Europe S.R.L. și se va interconecta cu posturile existente de transformare T1 și T2 unde se va face consumul de energie electrică, la care se modernizează instalația de medie tensiune și se adaugă tablouri electrice de joasă tensiune centralizatoare pentru sosirile de la invertoarele trifazate din parcul fotovoltaic.

Scenariul 2 din Studiul de Fezabilitate				
Nr. Crt.	Descriere	U.M.	Valoare	
1	Modul de amplasare panouri	-	Montaj pe sol	
2	Puterea electrică totală instalată în panourile fotovoltaice în curent continuu	[MW]c.c.	3,129	
3	Puterea electrică instalată în invertoare în curent alternativ	[MW]c.a.	3,150	
4	Numărul de panouri utilizate	buc.	5.304	
5	Tipul panourilor fotovoltaice utilizate	-	Longi Solar LR5-72HTH-590M	
6	Numărul de invertoare utilizate	buc.	31	1
7	Tipul invertoarelor utilizate	-	Huawei SUN2000-100KTL	Huawei SUN2000-50KTL

Notă: La faza de execuție se poate opta pentru alegerea altui model de panouri fotovoltaice și/sau alt model de invertoare, respectiv modificarea numărului acestora dar cu respectarea puterii minime instalate în panourile fotovoltaice. Iar invertoarele trebuie să facă parte din lista echipamentelor aprobate de ANRE și puterea acestora să respecte puterea aprobată prin ATR.



Figură 7 - Vedere de sus a locației propuse pentru centrala Electrică cu Panouri Fotovoltaice

Categoria de importanță a obiectivului este de tip „C”

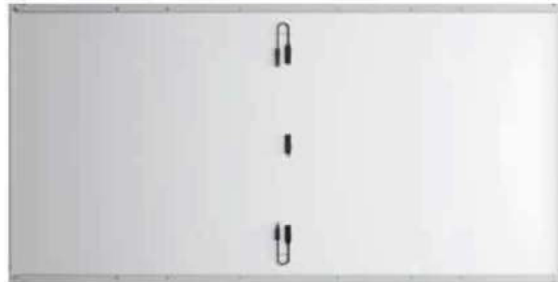
i. Caracteristici tehnice generale ale materialelor și echipamentelor

Prezenta lucrare stabilește condițiile tehnice de execuție, montaj și recepție a Centralei Electrice cu Panouri Fotovoltaice din intravilanul Comunei Dascălu, județul Ilfov, sat Dascălu, str. Calea București, nr. 63, Tarla 48, Parcela 182, N.C. 57508 ce urmează a se dezvolta de Resilux Packanging South East Europe S.R.L.

Centrala electrică fotovoltaică va cuprinde următoarele componente principale:

Panourile fotovoltaice

Panourile fotovoltaice sunt dispozitive tehnologice utilizate pentru conversia energiei solare în energie electrică, prin intermediul efectului fotovoltaic. Acestea sunt alcătuite din celule fotovoltaice, fabricate în principal din materiale semiconductoare, precum siliciul, care generează curent electric atunci când sunt expuse la radiația solară. Panourile fotovoltaice sunt utilizate în sisteme de producere a energiei regenerabile, având aplicabilitate în centrale solare, clădiri rezidențiale, comerciale și industriale, contribuind la reducerea emisiilor de carbon și la creșterea sustenabilității energetice.



Pentru realizarea acestei investiții s-a propus utilizarea următoarelor panouri fotovoltaice:

Specificații tehnice panouri fotovoltaice	
Locul de montaj al panourilor fotovoltaice	pe structura fixa pe sol
Model panou fotovoltaic utilizat la dimensionarea centralei electrice fotovoltaice	<u>Longi Solar LR5-72HTH 590M</u>
Tip celulă	Mono-cristalin
Numărul de celule	144 (6x24)
Dimensiuni	2278 x 1134 x 30 mm
Greutate	27,2 kg
Putere nominală maximă	590 Wp
Tensiune operativă (Vmp)	44,36 V
Curent operativ (Imp)	13,31 A
Tensiune circuit deschis (Voc)	52,51 V
Curent de scurtcircuit (Isc)	14,33 A
Randamentul modulului	22,8%
Tensiunea maxima suportată de modul	1.500Vcc
Valoarea maximă a siguranței de protecție	25A
Temperatura de operare	-40°C ~ +85°C
Încărcarea statică maximă frontală	5.400 Pa
Încărcarea statică maximă pe partea din spate	2.400 Pa
Garanția producătorului pentru produs	15 ani
Garanția producătorului pentru liniaritatea producției	25 ani
Număr panouri fotovoltaice	5.304 buc.

Notă: Este permisă utilizarea oricărui alt tip de panouri fotovoltaice, cu condiția ca puterea totală instalată să fie cel puțin egală cu cea specificată în proiect, asigurându-se respectarea cerințelor privind producția energetică planificată și conformitatea cu normele tehnice în vigoare.

Invertoare trifazate on-grid

Invertoarele trifazate on-grid sunt dispozitive electronice utilizate pentru a converti energia electrică produsă de panourile fotovoltaice din curent continuu (c.c.) în curent alternativ (a.c.) trifazat, sincronizat cu rețeaua electrică publică. Aceste invertoare sunt esențiale în sistemele de energie regenerabilă conectate la rețea, permițând injectarea energiei produse în rețeaua electrică, asigurând compatibilitatea cu tensiunile și frecvențele rețelei, precum și optimizarea funcționării sistemului prin monitorizarea și controlul parametrilor de producție

Pentru realizarea acestei investiții s-a propus utilizarea următoarelor invertoare:



Principalele caracteristici regăsite în cadrul fișelor tehnice furnizate de producători:

Specificații tehnice invertoare		
Locul de montaj al panourilor fotovoltaice	pe stelaj metalic fixat pe structura metalica de sustinere a panourilor fotovoltaice pe sol	
Model invertoarelor utilizate la dimensionarea centralei electrice fotovoltaice	Huawei SUN2000-50KTL	Huawei SUN2000-100KTL
Eficiența maximă	98.0 %	98,6 %
Intrare (c.c.)		
Tensiunea maximă de intrare	1.100 V	1.100 V
Gama tensiunii operative	200 – 1.100 V	200 – 1.000 V
Gama tensiunii MPPT	530 – 800 V	540 – 800 V
Curentul maxim de intrare pe MPPT	30A (20A pe intrare)	30A (20A pe intrare)
Curentul maxim de scurtcircuit pe șir	40A	40A
Numărul de trakere MPP / nr. de intrări	4	10
Ieșire (c.a.)		
Puterea activă nominală	50 kW	100 kW
Puterea aparentă maximă	55 kVA	110 kVA
Puterea activă maximă ($\cos\phi = 1$)	55 kW	110 kW
Tensiunea nominală de ieșire	400 V c.a	400 V c.a
Frecvența nominală a rețelei	50 Hz	50 Hz
Curentul maxim de ieșire	79,8 A	160,4 A
Factorul de putere	0,8 inductiv – 0,8 capacitiv	0,8 inductiv – 0,8 capacitiv
Distorsiune armonică totală maximă	< 3%	< 3%
Parametrii comuni		
Dimensiuni	640 x 530 x 270 mm	1035 x 700 x 365 mm
Greutatea	49 kg	93 kg
Modul de răcire	Inteligentă cu aer	Inteligentă cu aer
Altitudinea maximă de montaj	4.000 m	4.000 m
Temperatura de funcționare	-25°C până la +60°C	-25°C până la +60°C
Umiditate relativă	0 – 100 %	0 – 100 %
Evaluare IP	IP 66	IP 66
Numărul de invertoare	1 buc.	31 buc.

La faza de execuție se poate opta pentru utilizarea altor invertoare, cu respectarea condițiilor din ATR și a normelor legale în vigoare respectiv cu aprobarea beneficiarului în prealabil.

 Tablourile electrice

Tablourile electrice sunt ansambluri complexe de echipamente utilizate pentru distribuția, controlul și protecția circuitelor electrice, având un rol esențial în asigurarea funcționării eficiente și sigure a unui sistem electric. În cadrul unei centrale fotovoltaice, tablourile electrice facilitează gestionarea energiei produse de panouri, asigurând conectarea, protecția și distribuția curentului electric între componentele sistemului, cum ar fi panourile fotovoltaice, invertoarele, posturile de transformare și rețeaua publică.

Tablourile electrice sunt proiectate pentru a opera atât cu curent continuu (c.c.), cât și cu curent alternativ (c.a.), fiind configurate în funcție de nevoile sistemului. Ele includ componente precum:

- **Înterupătoare automate**, care protejează împotriva suprasarcinilor și scurtcircuitelor.
- **Relee de protecție**, ce detectează și izolează eventualele defecte în sistem.
- **Siguranțe fuzibile**, care asigură deconectarea circuitului în cazul unui flux electric excesiv.
- **Contactoare și înterupătoare de sarcină**, utilizate pentru comutarea circuitelor.
- **Blocuri terminale și bare colectoare**, pentru conectarea și transportul curentului.

Funcțiile principale ale tablourilor electrice includ:

1. **Distribuția energiei electrice** – asigurând transferul eficient al curentului produs de panourile fotovoltaice către invertoare și mai departe către consumatori sau rețea.
2. **Protecția echipamentelor** – prin limitarea riscurilor asociate cu suprasarcinile, scurtcircuitul sau alte defecțiuni.
3. **Monitorizarea și controlul sistemului** – tablourile pot integra echipamente de măsurare și control care monitorizează parametrii de funcționare ai sistemului și facilitează intervențiile în caz de avarie.

Tablourile electrice pot fi amplasate fie în spații dedicate din cadrul clădirilor (pentru instalația electrică fotovoltaică cu panourile fotovoltaice montate pe acoperiș), fie în exterior, în module etanșe rezistente la intemperii, în cazul tablourilor asociate panourilor montate pe sol.

De asemenea, acestea sunt esențiale pentru integrarea sistemului fotovoltaic cu rețeaua națională, facilitând sincronizarea și protejarea punctului de racordare.

Astfel, tablourile electrice nu doar că permit funcționarea sigură și eficientă a centralei electrice fotovoltaice, ci joacă și un rol crucial în gestionarea optimă a fluxului energetic, contribuind la stabilitatea și durabilitatea sistemului în ansamblu.

Tipul echipamentelor propuse pentru utilizare în tablourile electrice ale acestei centrale fotovoltaice este detaliat în partea desenată, respectiv în schemele monofilare.

 Rețelele de cabluri electrice

Rețelele de cabluri electrice reprezintă infrastructura vitală care asigură conectarea tuturor componentelor unei centrale fotovoltaice, permițând transportul energiei electrice de la panouri fotovoltaice până la consumatori sau la rețeaua națională de energie electrică. Aceste rețele sunt proiectate pentru a garanta eficiența, siguranța și durabilitatea sistemului, fiind împărțite în două categorii principale: cabluri de curent continuu (c.c.) și cabluri de curent alternativ (c.a.).

➤ **Tipuri de cabluri electrice utilizate**

a) **Cabluri de curent continuu (c.c.):**

- Transportă energia electrică produsă de panourile fotovoltaice către invertoare.
- Sunt proiectate să reziste la tensiuni ridicate (de obicei între 600 V și 1500 V DC), expunere la radiații UV, temperaturi extreme și condiții de mediu dure.
- Sunt de tip solar, izolate cu materiale speciale (de exemplu, XLPE sau PVC), pentru a asigura o durată lungă de viață și siguranța în operare.
- De regulă, acestea sunt monofilare și conectate direct la terminalele panourilor sau în cutii de conexiuni.

- b) Cabluri de curent alternativ (c.a.):
 - Transportă energia electrică convertită de invertoare din curent continuu în curent alternativ.
 - Sunt utilizate pentru conexiuni între invertoare, tablourile electrice și posturile de transformare.
 - Aceste cabluri trebuie să fie dimensionate pentru a suporta tensiuni de 400 V sau 20 kV.
 - Sunt de obicei multiconductor, pentru faze, nul și împământare.
- Rețeaua de cabluri într-o centrală fotovoltaică
 - a) Rețeaua de curent continuu:
 - Conexiuni între panouri fotovoltaice:
 - Realizate în cadrul string-urilor (șiruri de panouri conectate în serie).
 - Utilizează cabluri de tensiune joasă DC care sunt dimensionate pentru a minimiza pierderile de energie.
 - Conexiuni între string-uri și cutiile de joncțiune (string boxes):
 - Permite gruparea string-urilor pentru a reduce numărul de cabluri care merg către invertoare.
 - Conexiuni între cutiile de joncțiune și invertoare:
 - Se folosesc cabluri rezistente la temperaturi ridicate și lungimi mai mari, pentru a transporta energia către invertoare.
 - b) Rețeaua de curent alternativ:
 - Conexiuni între invertoare și tablourile de distribuție:
 - Asigură transportul curentului c.a. produs de invertoare către tablouri electrice.
 - Conexiuni între tablourile de distribuție și posturile de transformare:
 - Utilizează cabluri c.a. de medie tensiune pentru a transporta energia către transformatoare, unde este ridicată tensiunea pentru a fi injectată în rețea.
 - Conexiuni între transformatoare și rețeaua națională:
 - Se folosesc cabluri c.a. de înaltă tensiune, izolate și protejate împotriva condițiilor de mediu.
- Protecția și traseele cablurilor
 - Trasee subterane:
 - Cablurile sunt îngropate la o adâncime specificată (de obicei peste 70 cm) pentru a le proteja de deteriorări mecanice și condiții meteorologice.
 - Pozate direct în sol sau protejate în tuburi de plastic (PVC sau HDPE).
 - Trasee supraterane:
 - Cablurile sunt montate pe structuri metalice sau prin jgheaburi de cablu.
 - Măsuri de protecție:
 - Cablurile sunt prevăzute cu împământare și protecții împotriva supratensiunilor și scurtcircuitelor, conform normelor IEC și EN.
 - Protecții adiționale pentru cablurile care traversează zone cu riscuri mecanice sau chimice.
- Dimensionarea rețelelor de cabluri
 - Secțiunea cablurilor:
 - Se calculează în funcție de intensitatea curentului, lungimea traseului și pierderile admisibile de tensiune (de obicei sub 3%) – aceste calcule se regăsesc în cadrul breviarului de calcul anexat la prezenta documentație.
 - Rezistența termică:
 - Se ia în considerare generarea de căldură pe cablu, în special pentru traseele subterane.
 - Materiale:
 - Conductori din cupru sau aluminiu, în funcție de aplicație și costuri.
- Monitorizarea și mentenanța rețelei de cabluri
 - Inspecții periodice:

- Verificarea integrității cablurilor și a conexiunilor pentru a preveni defecțiunile.
- Înlocuirea componentelor deteriorate:
 - În cazul uzurii cablurilor, acestea trebuie înlocuite rapid pentru a minimiza pierderile de energie.

Rețelele de cabluri electrice dintr-o centrală fotovoltaică sunt esențiale pentru funcționarea eficientă și sigură a instalației, contribuind la transportul energiei produse de panouri cu pierderi minime și respectând normele tehnice aplicabile. O proiectare și o execuție corectă a acestor rețele sunt fundamentale pentru succesul sistemului.

Tipul cablurilor electrice utilizate pentru această centrală este detaliat în breviarul de calcul.

Instalația electrică de curenți slabi

Instalațiile electrice de curenți slabi sunt esențiale pentru funcționarea unei centrale electrice cu panouri fotovoltaice, oferind suport pentru comunicație, monitorizare, control și securitate. Acestea sunt proiectate pentru a optimiza performanța centralei prin implementarea unor sisteme moderne de gestionare și supraveghere.

➤ Rolul instalației de curenți slabi

Instalațiile de curenți slabi sunt responsabile pentru următoarele funcții:

- Monitorizarea producției de energie și a parametrilor sistemului fotovoltaic.
- Controlul echipamentelor electrice, cum ar fi invertoarele și tablourile electrice.
- Transmiterea datelor de la echipamentele de măsură către sistemele de monitorizare și management.
- Asigurarea securității centralei prin sisteme de supraveghere video și control al accesului.
- Crearea unei infrastructuri de comunicații între componentele sistemului și operatorul centralei.

➤ Prezentarea componentelor generale ale instalației de curenți slabi pentru o centrală electrică fotovoltaică:

❖ Sistemul de monitorizare și control (SCADA)

- Descriere:
 - Sistemul SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) permite monitorizarea în timp real și gestionarea parametrilor de funcționare ai centralei.
 - Integrează senzori, echipamente de măsurare și invertoare pentru a colecta date despre tensiuni, curenți, temperaturi și putere produsă.
- Componente principale:
 - Senzori de măsurare a radiației solare și temperaturii ambientale.
 - Module de comunicare integrate în invertoare și tablouri electrice.
 - Server local pentru procesarea datelor, conectat la un computer central sau la o platformă cloud.

❖ Sistemul de comunicații

- Descriere:
 - Asigură transferul de date între echipamentele centralei și serverul de monitorizare, precum și conexiunea cu operatorul sau centrul de control la distanță.
- Tipuri de comunicații utilizate:
 - Comunicații prin cablu (Ethernet industrial, RS485).
 - Comunicații wireless (Wi-Fi, LoRaWAN, Zigbee), pentru cazurile în care instalarea cablurilor este dificilă.
- Structură:
 - Switch-uri și routere pentru rețea internă.
 - Conexiuni redundante pentru a asigura disponibilitatea datelor.

- ❖ Sistemul de supraveghere video (CCTV)
 - Descriere:
 - Sistemul de camere de supraveghere asigură protecția împotriva intruziunilor și monitorizarea echipamentelor.
 - Componente principale:
 - Camere de supraveghere (IP, rezistente la intemperii).
 - NVR (Network Video Recorder) pentru stocarea și vizualizarea înregistrărilor.
 - Software pentru acces la imagini în timp real și arhivare.
 - Dispunere:
 - Camere amplasate la intrările în centrală, în jurul zonelor cu panouri și în proximitatea posturilor de transformare.
- ❖ Sistemul de control al accesului
 - Descriere:
 - Permite gestionarea accesului personalului autorizat în zonele sensibile ale centralei.
 - Componente principale:
 - Carduri de acces sau cititoare de amprentă.
 - Bariere și turnicheți pentru intrare controlată.
 - Software de gestionare a accesului.
- ❖ Sistemul de detectare a incendiilor
 - Descriere:
 - Sistemul detectează eventualele focare de incendiu și alertează în timp util operatorii.
 - Componente principale:
 - Senzori de fum și temperatură.
 - Panou central de alarmă.
 - Conexiune la sistemul SCADA pentru integrarea alertelor.
- Instalarea rețelelor de curenți slabi
 - Traseele cablurilor:
 - Cablurile sunt amplasate în tuburi de protecție (PVC sau HDPE) pentru a preveni deteriorarea.
 - Pentru comunicațiile subterane, traseele sunt îngropate la adâncimi conform normelor tehnice.
 - Tipurile de cabluri utilizate:
 - Cabluri de date (UTP/STP pentru Ethernet).
 - Cabluri pentru comunicații RS485 între invertoare și tablouri.
 - Cabluri pentru alimentarea echipamentelor de curenți slabi.
- Integrarea cu alte sisteme
 - Legătura cu invertoarele:
 - Instalarea modulelor de comunicație RS485 sau Ethernet în invertoare pentru transmiterea datelor de producție.
 - Integrarea cu sistemele de energie:
 - Monitorizarea consumului și a energiei injectate în rețea prin contoare inteligente.
 - Conexiune la distanță:
 - Sistemul SCADA permite accesul la parametrii centralei prin platforme online sau aplicații mobile.

- Norme și reglementări
 - Standardele aplicabile:
 - EN 62305 pentru protecția împotriva trăsnetului.
 - IEC 60950 pentru siguranța echipamentelor de comunicații.
 - Normativele locale privind securitatea și protecția datelor.
 - Conformitatea cu reglementările ISU și ANRE:
 - Integrarea sistemelor de detecție a incendiilor și securitate.
- Avantajele instalației electrice de curenți slabi
 - Creșterea eficienței prin monitorizare și control în timp real.
 - Reducerea riscurilor de avarii și pierderi prin alerte proactive.
 - Protecția activelor și a personalului prin supraveghere și control al accesului.
 - Integrarea ușoară cu sisteme moderne de gestionare energetică.

Instalația de curenți slabi contribuie semnificativ la funcționarea sigură și eficientă a centralei fotovoltaice, aducând un plus de fiabilitate și modernitate întregului sistem.

Componenta instalației electrice de curenți slabi ce face parte din prezentul proiect este detaliată în cadrul pieselor desenate.

Structura de montaj module fotovoltaice

Structura de montaj pentru modulele fotovoltaice reprezintă suportul fizic pe care sunt instalate panourile, având rolul de a asigura stabilitatea, durabilitatea și poziționarea optimă pentru captarea energiei solare. Acest element este proiectat să reziste condițiilor meteorologice variate și să maximizeze eficiența energetică prin orientarea corectă și unghiul de înclinare adecvat al panourilor.

- Tipuri de structuri de montaj
 - ❖ Structuri pentru montaj pe sol
 - Structuri fixe:
 - Realizate din oțel galvanizat, aluminiu sau alte materiale rezistente la coroziune.
 - Asigură o înclinare statică a modulelor, optimizată pentru locația geografică (în general 20°-35° pentru România).
 - Modulele sunt orientate spre sud pentru o expunere maximă la radiația solară.
 - Structuri cu urmărirea soarelui (tracking systems):
 - Echipate cu mecanisme care permit panourilor să se miște în funcție de poziția soarelui (pe o axă sau două axe).
 - Crește eficiența energetică cu până la 20%-35%, dar implică un cost mai ridicat și cerințe suplimentare de mentenanță.
 - ❖ Structuri pentru montaj pe acoperiș
 - Structuri pentru acoperișuri înclinate:
 - Realizate din șine și suporturi de aluminiu, fixate pe structura acoperișului.
 - Panourile sunt montate paralel cu suprafața acoperișului, iar înclinația este dată de panta acoperișului.
 - Se utilizează sisteme de prindere cu cleme, șuruburi și ancore speciale pentru a nu compromite etanșeitatea acoperișului.
 - Structuri pentru acoperișuri plane:
 - Panourile sunt montate pe suporturi care asigură unghiul optim de înclinare.
 - Se utilizează balast sau ancorare mecanică pentru stabilitate, fără a penetra suprafața acoperișului.

- **Materiale utilizate pentru structura de montaj**
 - Oțel galvanizat:
 - Rezistent la coroziune și foarte durabil, utilizat în special pentru structurile pe sol.
 - Aluminii:
 - Ușor, rezistent la coroziune și potrivit pentru acoperișuri.
 - Elemente de fixare din oțel inoxidabil:
 - Asigură o rezistență ridicată la condiții de mediu extreme și durabilitate pe termen lung.
 - Materiale compozite:
 - Utilizate ocazional pentru structuri ușoare, oferind rezistență bună la intemperii.
- **Caracteristici principale ale structurii de montaj**
 - Rezistența la condiții meteorologice:
 - Proiectate pentru a rezista vânturilor puternice, zăpezii și expunerii la radiații UV.
 - Dimensionate în conformitate cu normele locale de construcție și cu datele climatologice specifice.
 - Unghiul de înclinare:
 - În funcție de locație și tipul instalației, unghiul de înclinare este optimizat pentru a maximiza producția energetică anuală.
 - Orientare:
 - Orientarea panourilor este de regulă spre sud în emisfera nordică pentru a asigura o captare optimă a radiației solare.
- **Metodologia de instalare**
 - Fundații (pentru structuri pe sol):
 - Se utilizează piloni bătute, fundații din beton sau ancore de sol în funcție de tipul terenului.
 - Montarea șinelor și a suporturilor:
 - Șinele sunt fixate conform schemelor tehnice, asigurând o aliniere perfectă pentru montajul modulelor.
 - Fixarea modulelor fotovoltaice:
 - Modulele sunt fixate pe șine cu cleme speciale, asigurând stabilitatea și prevenind deteriorarea în timp.
 - Verificări post-instalare:
 - Se verifică alinierea, stabilitatea și conectarea mecanică a modulelor.
- **Norme și reglementări**
 - Respectarea standardelor internaționale, precum IEC 61215 pentru performanța modulelor și Eurocode 1 pentru încărcările climatice.
 - Proiectarea structurii conform specificațiilor locale pentru încărcările din vânt, zăpadă și seismicitate.
- **Avantajele unei structuri de montaj corect proiectate**
 - Eficiență crescută: Poziționarea corectă maximizează captarea energiei solare.
 - Durabilitate: Materialele utilizate asigură rezistență la factorii de mediu și o durată lungă de viață.
 - Flexibilitate: Structura poate fi adaptată pentru diferite tipuri de teren sau acoperișuri.
 - Siguranță: Structura respectă normele tehnice, prevenind deteriorarea sau accidentele cauzate de condițiile meteorologice.

Structura de montaj a modulelor fotovoltaice este un element esențial pentru funcționarea și durabilitatea unei centrale solare. Proiectarea și instalarea corectă a acestora asigură nu doar performanța maximă a sistemului, ci și o exploatare sigură și eficientă pe termen lung.

Instalația de legare la pământ (împământarea)

Instalația de legare la pământ este un element esențial al unei centrale fotovoltaice, având rolul de a proteja echipamentele, sistemele electrice și personalul împotriva riscurilor asociate cu tensiunile periculoase, curenții de scurtcircuit sau descărcările atmosferice. O împământare corect proiectată și realizată este indispensabilă pentru asigurarea siguranței și a conformității cu standardele tehnice.

- Rolul instalației de legare la pământ
 - Protecție împotriva tensiunilor periculoase:
 - Asigură scurgerea curenților de defect către pământ, prevenind acumularea de tensiuni periculoase pe componentele metalice ale sistemului.
 - Protecție împotriva trăsnetelor:
 - Neutralizează energia descărcărilor atmosferice, prevenind deteriorarea echipamentelor și riscurile de incendiu.
 - Stabilizarea funcționării sistemului electric:
 - Creează un potențial de referință comun pentru toate echipamentele electrice.
 - Protecție a personalului:
 - Reduce riscul de electrocutare în cazul unei defecțiuni a echipamentelor electrice.
- Componentele instalației de legare la pământ
 - ❖ Electrozi de împământare
 - Tipuri de electrozi:
 - Barele de oțel galvanizat: Cele mai utilizate datorită durabilității și eficienței lor.
 - Benzi metalice: Potrivite pentru instalații extinse, montate la suprafață.
 - Plăci metalice: Utilizate în soluri dificile pentru asigurarea unei rezistențe scăzute.
 - Amplasare:
 - Îngropați la adâncimi de minimum 0,5 - 1 metru, în zone cu umiditate constantă pentru a reduce rezistența de împământare.
 - ❖ Conductorii de legare la pământ
 - Realizați din cupru, oțel galvanizat sau aluminiu, aceștia conectează electrozii de împământare la tablourile electrice, structura de montaj și echipamentele fotovoltaice.
 - Dimensionarea lor este calculată în funcție de curenții de defect și normele aplicabile.
 - ❖ Dispozitive de conectare
 - Cleme speciale și elemente de fixare care asigură o conexiune sigură între electrozi și conductori.
 - Conexiuni protejate împotriva coroziunii și deteriorării mecanice.
 - ❖ Sistem de bare colectoare
 - Reunește toate conexiunile de împământare și asigură distribuția uniformă a curenților de defect.
- Tipuri de împământare utilizate într-o centrală fotovoltaică
 - ❖ Împământarea echipamentelor fotovoltaice
 - Toate componentele metalice ale panourilor fotovoltaice, structurilor de montaj și cablurilor sunt legate la pământ pentru a elimina riscul acumulării de tensiuni periculoase.
 - ❖ Împământarea tablourilor electrice și a invertoarelor
 - Carcasele și punctele de referință ale invertoarelor sunt conectate la rețeaua de împământare pentru a preveni defectele electrice.
 - ❖ Protecția împotriva trăsnetelor
 - Instalarea unei rețele de parafulgere conectate la instalația de împământare, asigurând descărcarea în siguranță a curenților de trăsnet.
- Etapele realizării instalației de legare la pământ
 - ❖ Proiectarea instalației:
 - Calculul rezistenței de împământare necesare (conform normativelor, sub 4 ohmi pentru instalațiile de medie tensiune).
 - Alegerea tipului de electrozi și a configurației rețelei de împământare.

- ❖ Instalarea electrozilor:
 - Montarea barelor, plăcilor sau benzilor de împământare la adâncimea specificată.
- ❖ Conectarea conductoarelor:
 - Realizarea legăturilor între electrozi și echipamentele centralei.
- ❖ Testarea rezistenței:
 - Măsurarea rezistenței instalației de împământare pentru a verifica conformitatea cu cerințele normelor tehnice.
- ❖ Marcarea și documentarea:
 - Semnalizarea locurilor unde sunt amplasați electrozii și întocmirea unei documentații tehnice detaliate.
- Norme și reglementări
 - SR EN 62305: Protecția împotriva trăsnetelor.
 - STAS 12604/4: Condiții pentru realizarea împământării.
 - Normativul I7/2011: Reguli generale pentru proiectarea și execuția instalațiilor electrice.
- Avantajele unei instalații de împământare corect realizate
 - Crește siguranța sistemului și protecția personalului.
 - Previne deteriorarea echipamentelor electrice și a panourilor fotovoltaice.
 - Asigură conformitatea cu standardele de siguranță și cerințele legale.

Instalația de legare la pământ este fundamentală pentru funcționarea sigură și eficientă a unei centrale fotovoltaice, reducând riscurile de avarii și contribuind la durabilitatea întregului sistem.

Măsuri tehnice pentru protecția la defect (protecția împotriva atingerilor indirecte)

Măsuri prevăzute în proiecte pentru schema TN:

- ✓ Punctul neutru sau punctul median al sistemului de alimentare trebuie legat la pământ.
- ✓ Părțile conductoare accesibile ale instalației sunt conectate printr-un conductor la bara principală de legare la pământ a instalației (PEN, PE) care este conectată la punctul de legare la pământ a sistemului electric de alimentare.
- ✓ Dacă există alte legături la pământ se recomandă, conectarea conductoarelor de protecție la astfel de puncte. Legarea la pământ la puncte suplimentare, distribuite cât se poate de uniform, poate fi necesară pentru a se asigura ca potențialele conductoarelor de protecție rămân, în caz de defect, cât se poate de aproape de cel al pământului.

Măsuri prevăzute în proiecte pentru rețeaua IT:

- ✓ legarea la pământ; Se interzice legarea la pământ a vreunui circuit sau a unui conductor electric din rețeaua respectivă. Legarea la pământ de protecție în rețelele izolate față de pământ se va realiza prin racordarea carcaselor metalice ale tuturor echipamentelor electrice.
- ✓ controlul permanent al izolației față de pământ a rețelei;
- ✓ izolare dublă sau întărită pentru toate elementele rețelei electrice din cadrul schemei IT. Clasa II : echipamentul la care izolația de baza constituie măsura tehnica de protecție de baza (la atingere directă) și izolația suplimentară constituie măsura tehnica de protecție în caz de defect (atingere indirectă) sau echipamentul la care izolația întărită constituie măsura tehnica de protecție de baza (la atingere directă) și măsura tehnica de protecție în caz de defect (atingere indirectă) . O izolație dublă sau întărită – clasa II de izolație –asigura atât protecția de baza (la atingere directă) cât și protecția în caz de defect (la atingere indirectă) .

Instalația de legare la pământ se va folosi în comun pentru următoarele destinații:

- Protecția împotriva electrocutărilor prin atingere indirectă;
- Protecția împotriva influențelor prin cuplaj rezistiv, inductiv sau capacitiv asupra cablurilor de comandă-control (măsură, protecție).

Legătura echipotențială între componente metalice aferente structurii de montaj a modulelor fotovoltaice se va realiza prin intermediul conductor flexibil H07V-K 25 mm² rm. Fixarea conductorului pe profilul metalic longitudinal aferent structurii de montaj se va realiza prin intermediul papuci Cu stanati fixati prin intermediul suruburilor din material oțel zincat prin imersie.

Componente metalice aferente structurii de montaj a modulelor fotovoltaice se vor lega la priză de pământ existentă la nivelul obiectului de investiții prin intermediul unei platbenzi zincate la cald 40x4 mm.

Legătura între conductorii din oțel zincat se va realiza prin intermediul unui șurub M10 x 30 din oțel zincat.

Se va utiliza priza de pământ existentă la nivelul obiectului de investiții. Aceasta este unită cu instalația de punere la pământ a postului de transformare. Instalațiile de legare la pământ individuale se vor încadra în rețeaua generală de legare la pământ a incintei, prin asigurarea unor legături corespunzătoare cu celelalte instalații de legare la pământ.

Carcasa metalică a invertoarelor de putere se va lega la pământ prin intermediul unui conductor de legare la pământ, conductor flexibil H07V-K 25mm² rm. Conductorul flexibil H07V-K 25mm² rm se va lega la priză de pământ.

Valoarea rezistenței de dispersie a prizei de pământ trebuie să se încadreze în valoarea de $R_p \leq 1 \Omega$.

Detaliile privind instalația de legare la pământ sunt prezentate în breviarul de calcul și în piesele desenate.

Instalația de protecție împotriva supratensiunilor și trăsnetului

Instalația de protecție împotriva supratensiunilor și trăsnetului este un element esențial al unei centrale fotovoltaice, având rolul de a proteja echipamentele electrice, panourile fotovoltaice și sistemele de control împotriva daunelor cauzate de supratensiuni tranzitorii și descărcări atmosferice. Această instalație este proiectată pentru a preveni deteriorările și întreruperile operaționale, asigurând funcționarea sigură și eficientă a centralei.

➤ Rolul instalației de protecție împotriva supratensiunilor și trăsnetului

- Protecția echipamentelor sensibile:
 - Protejează invertoarele, tablourile electrice și panourile fotovoltaice împotriva supratensiunilor cauzate de descărcări electrice sau de fluctuații în rețeaua electrică.
- Prevenirea daunelor mecanice și electrice:
 - Împiedică distrugerea echipamentelor și a circuitelor din cauza curenților de trăsnet.
- Siguranța personalului:
 - Reduce riscul de electrocutare sau rănire cauzată de tensiuni periculoase.
- Asigurarea continuității operaționale:
 - Previne întreruperile în funcționarea centralei, reducând pierderile de producție energetică.

- Componentele instalației de protecție
 - ❖ Sistemul de protecție externă împotriva trăsnetului
 - Tijele de captare (paratrăsnete):
 - Captatoare instalate la înălțime, capabile să intercepteze descărcările atmosferice înainte de a atinge echipamentele.
 - Amplasate strategic deasupra panourilor, invertoarelor și posturilor de transformare.
 - Conductorii de coborâre:
 - Conductoare metalice care asigură transportul curenților de trăsnet către pământ.
 - Realizate din cupru sau oțel galvanizat, fixate pe structurile de montaj.
 - Rețeaua de împământare:
 - Asigură disiparea în siguranță a curenților de trăsnet în sol.
 - Este comună cu instalația de împământare a centralei.
 - ❖ Sistemul de protecție internă împotriva supratensiunilor
 - Descărcătoare de supratensiune:
 - Instalate în tablourile electrice pentru protecția circuitelor c.a. și c.c.
 - Absorb supratensiunile și le disipează către rețeaua de împământare.
 - Protecția cablurilor de curent continuu:
 - Utilizarea descărcătoarelor special concepute pentru circuitele DC.
 - Previn propagarea supratensiunilor către invertoare.
 - Protecția cablurilor de curent alternativ:
 - Descărcătoare de supratensiune pe fiecare fază pentru a proteja echipamentele din tablourile de joasă și medie tensiune.
 - Dispozitive de protecție împotriva descărcărilor induse:
 - Reduc tensiunile generate de câmpurile electromagnetice produse de trăsnete.
- Etapele realizării instalației
 - ❖ Proiectarea sistemului de protecție:
 - Identificarea zonelor expuse riscului de descărcări atmosferice și supratensiuni.
 - Calculul distanțelor de protecție și al rezistenței la pământ necesare.
 - ❖ Montarea captatoarelor și conductorilor de coborâre:
 - Instalarea paratrăsnetelor la înălțimea optimă și conectarea lor la rețeaua de împământare.
 - Fixarea conductorilor pe structurile metalice sau clădiri.
 - ❖ Instalarea descărcătoarelor de supratensiune:
 - Amplasarea dispozitivelor în tablourile de distribuție și pe liniile de cabluri (c.c. și c.a.).
 - ❖ Verificarea sistemului:
 - Testarea rezistenței de împământare și verificarea continuității conexiunilor.
 - ❖ Documentarea și marcarea:
 - Realizarea schițelor de amplasare și marcarea vizibilă a sistemului pentru întreținere și inspecții ulterioare.
- Norme și reglementări
 - SR EN 62305: Protecția împotriva trăsnetului.
 - IEC 61643: Dispozitive de protecție împotriva supratensiunilor.
 - Normativul I7/2011: Reglementări pentru instalațiile electrice.
- Avantajele unei instalații de protecție bine realizate
 - Reducerea costurilor: Previne avariile costisitoare ale echipamentelor.
 - Fiabilitate crescută: Asigură funcționarea continuă a centralei, chiar și în condiții meteorologice severe.
 - Siguranța personalului: Reduce riscurile asociate cu tensiunile periculoase.
 - Durabilitatea sistemului: Prelungește durata de viață a echipamentelor prin prevenirea supratensiunilor.

Protecția împotriva supratensiunilor și trăsnetului este o componentă vitală a unei centrale fotovoltaice, contribuind la siguranța, fiabilitatea și eficiența pe termen lung a sistemului. O proiectare și o execuție corespunzătoare garantează prevenirea problemelor și respectarea celor mai înalte standarde de siguranță.

Pentru această centrală electrică fotovoltaică nu s-a prevăzut o instalație suplimentară de protecție împotriva trăsnetului, deoarece instalația de paratrăsnet existentă pe amplasament a fost considerată adecvată pentru a acoperi întregul teren destinat instalării centralei.

Instalația de protecție împotriva supratensiunilor (IPS) este reprezentată de descărcătoarele modulare de protecție la supratensiuni de comutație și/sau de comutație și trăsnet (SPD), tip 2 sau tip 1+2 instalate în cadrul tablourilor electrice de protecție pe partea de curent continuu / în cadrul invertoarelor de putere trifazate și/sau în cadrul tablourilor electrice de protecție pe partea de curent alternativ conform schemelor monofilare anexate la prezenta documentație.

Instalația electrică de curenți slabi

Monitorizarea de la distanță a funcționării invertoarelor de putere instalate

Se va asigura monitorizarea de la distanță a funcționării invertoarelor de putere instalate prin intermediul unei instalații electrice de curenți slabi și a unui serviciu de date (GPRS sau cablu).

Sistem de comandă și control

În prezent toate invertoarele on-grid permit reglarea automată a puterii active produse în următoarele moduri:

Pentru comanda și controlul funcțiilor disponibile la nivelul releului de comandă și control integrat în cadrul invertoarelor de putere:

- Funcție injecție / absorbție putere reactivă
- Funcție reglaj automat tensiune – putere reactivă Q(U)
- Funcție reglaj automat al puterii active inverterul de putere este echipat cu o serie de interfețe de comunicație Modbus SunSpec, 2-DI modul intrări digitale.

Postul de transformare

Posturile de transformare reprezintă componente esențiale ale infrastructurii electrice ale unei centrale fotovoltaice, având rolul de a transforma energia electrică produsă de invertoare (la joasă tensiune) în energie electrică de medie sau înaltă tensiune, necesară pentru injecția în rețeaua publică de energie. Acestea asigură eficiența transferului de energie și respectarea cerințelor tehnice ale operatorilor de rețea.

➤ **Rolul posturilor de transformare**

- Transformarea tensiunii:
 - Convertesc energia electrică produsă de centralele fotovoltaice de la joasă tensiune (de regulă 400-690-800 V) la medie tensiune (20 – 33 kV) sau înaltă tensiune, în funcție de cerințele rețelei.
- Distribuția energiei:
 - Asigură legătura între sistemele centralei fotovoltaice și punctul de racordare la rețeaua publică.
- Protecția și controlul:
 - Integrează echipamente de protecție și comutare pentru a gestiona siguranța și funcționarea optimă a sistemului.

- Componentele principale ale posturilor de transformare
 - ❖ Transformatorul
 - Descriere:
 - Echipamentul principal care transformă tensiunea electrică din joasă în medie sau înaltă tensiune.
 - Tipuri:
 - Transformatoare uscate (mai sigure și adecvate pentru aplicații interioare).
 - Transformatoare cu ulei (potrivite pentru aplicații exterioare, cu capacitate mare de răcire).
 - Putere nominală:
 - Dimensiunea transformatorului este calculată în funcție de puterea instalată a centralei fotovoltaice.
 - ❖ Celulele de medie tensiune
 - Descriere:
 - Module de protecție, comutare și măsurare pentru rețeaua de medie tensiune.
 - Componente principale:
 - Întrerupătoare automate de medie tensiune.
 - Siguranțe și separatoare de sarcină.
 - Transformatoare de curent și tensiune pentru măsurători.
 - ❖ Panoul de joasă tensiune
 - Descriere:
 - Distribuie energia electrică la joasă tensiune provenită de la invertore către transformator.
 - Funcții:
 - Integrarea protecțiilor de circuit.
 - Monitorizarea parametrilor de operare.
 - ❖ Sistemul de ventilație și răcire
 - Asigură funcționarea eficientă a transformatorului prin menținerea unei temperaturi optime.
 - ❖ Sistemul de împământare
 - Asigură siguranța echipamentelor și protecția împotriva supratensiunilor.
- Tipuri de posturi de transformare
 - ❖ Posturi de transformare compacte (prefabricate)
 - Descriere:
 - Unități prefabricate complet echipate, care includ transformatorul, celulele de medie tensiune și tablourile de joasă tensiune într-un singur ansamblu.
 - Avantaje:
 - Instalare rapidă.
 - Design compact, ideal pentru spații limitate.
 - Utilizare:
 - Recomandate pentru centralele fotovoltaice de dimensiuni mici și medii.
 - ❖ Posturi de transformare construite pe amplasament
 - Descriere:
 - Construite la fața locului, permit personalizarea în funcție de specificațiile proiectului.
 - Avantaje:
 - Capacitate mare de personalizare și extindere.
 - Utilizare:
 - Folosite în centralele fotovoltaice de mare capacitate.
- Locația și amplasarea posturilor de transformare
 - Alegerea amplasamentului:
 - Posturile sunt amplasate strategic pentru a minimiza pierderile în rețeaua electrică și a facilita accesul pentru întreținere.

- Condiții de amplasare:
 - Trebuie să fie situate în zone sigure, ferite de riscuri de inundație sau alte pericole naturale.
 - Respectarea distanțelor minime impuse de reglementările privind protecția vecinătăților.
- Instalarea
 - Instalarea transformatoarelor, conectarea cablurilor de medie și joasă tensiune.
 - Testarea echipamentelor pentru siguranță și conformitate.
- Norme și reglementări
 - SR EN 50588: Eficiența energetică a transformatoarelor.
 - Normativul I7/2011: Reglementări pentru proiectarea și execuția instalațiilor electrice.
 - Cerințe ANRE: Specificații pentru racordarea la rețea.
- Avantajele utilizării corecte a posturilor de transformare
 - Siguranță operațională: Protecție împotriva avariilor și suprasarcinilor.
 - Eficiență energetică: Reducerea pierderilor în procesul de transfer al energiei.
 - Conformitate: Respectarea cerințelor tehnice ale rețelelor de distribuție.

Posturile de transformare sunt un pilon esențial pentru funcționarea unei centrale fotovoltaice, contribuind la integrarea eficientă și sigură a energiei produse în rețeaua electrică publică. O proiectare și instalare corectă asigură durabilitatea și performanța optimă a sistemului pe termen lung.

Rețelele electrice de medie tensiune

Rețelele electrice de medie tensiune (MT) reprezintă o componentă esențială a sistemelor electrice ale unei centrale fotovoltaice, asigurând transportul energiei produse către rețeaua publică sau consumatorii finali. Aceste rețele sunt concepute pentru a opera la tensiuni de 6 kV, 10 kV, 20 kV sau mai mari, în funcție de cerințele locale și configurația specifică a sistemului.

- Rolul rețelelor de medie tensiune
 - Transportul eficient al energiei: Permite transferul energiei electrice de la posturile de transformare către punctul de racordare la rețeaua publică.
 - Reducerea pierderilor energetice: Utilizarea tensiunilor de medie valoare minimizează pierderile pe distanțe mai mari.
 - Integrarea în sistemul energetic național: Asigură compatibilitatea și siguranța operațională a centralei fotovoltaice în rețeaua de distribuție.
- Componentele principale ale rețelelor de medie tensiune
 - ❖ Conductoare de medie tensiune
 - Tipuri:
 - Conductoare din aluminiu izolate cu XLPE (polietilenă reticulată) pentru protecție suplimentară.
 - Cablu subteran pentru zonele urbane sau cablu aerian pentru zonele rurale.
 - Dimensiuni:
 - Secțiunea conductoarelor este aleasă în funcție de intensitatea curentului și lungimea traseului, pentru a reduce pierderile și încălzirea.
 - ❖ Celule de medie tensiune
 - Instalate în posturile de transformare și punctele de racordare pentru comutare, protecție și măsurare.
 - Echipate cu întrerupătoare automate, separatoare și siguranțe de medie tensiune.
 - ❖ Sisteme de protecție

- Dispozitive de protecție împotriva suprasarcinilor și scurtcircuitelor.
- Sisteme de monitorizare a tensiunilor și curenților pentru a preveni avariile.
- ❖ Transformatoare de curent și de tensiune
- Utilizate pentru măsurare și protecție.
- Asigură monitorizarea parametrilor de operare ai rețelei de medie tensiune.
- ❖ Cablu optic integrat
- Utilizat pentru comunicații și monitorizarea stării rețelei.
- Configurații ale rețelelor de medie tensiune
 - ❖ Rețele radiale
 - Configurație simplă, unde fiecare post de transformare este conectat direct la un singur punct de alimentare.
 - Costuri reduse, dar mai puțin fiabile în cazul unor defecțiuni.
 - ❖ Rețele inelare
 - Posturile de transformare sunt conectate în buclă, asigurând redundanță și posibilitatea de alimentare din mai multe surse.
 - Sunt mai complexe și mai costisitoare, dar oferă o fiabilitate superioară.
 - ❖ Rețele combinate
 - Integrează elemente ale rețelelor radiale și inelare, oferind o flexibilitate crescută.
- Proiectarea și instalarea rețelelor de medie tensiune
 - ❖ Calculul rețelei:
 - Dimensionarea conductoarelor și echipamentelor în funcție de puterea instalată și distanțele de transport.
 - Analiza pierderilor de energie și a sarcinilor maxime admise se regăsesc în cadrul capitolului breviar de calcul.
 - ❖ Alegerea traseelor:
 - Planificarea traseelor subterane sau aeriene, în funcție de caracteristicile amplasamentului.
 - Respectarea distanțelor minime de siguranță față de alte instalații și clădiri.
 - ❖ Instalarea componentelor:
 - Montarea cablurilor, celulelor de medie tensiune și a echipamentelor de protecție.
 - ❖ Testarea și punerea în funcțiune:
 - Verificarea continuității, izolației și conformității cu cerințele proiectului.
- Norme și reglementări
 - SR EN 50522: Reguli generale pentru rețelele de medie tensiune.
 - Normativul I7/2011: Reglementări pentru proiectarea și execuția instalațiilor electrice.
 - Cerințe ANRE: Specificații pentru racordarea la rețelele de distribuție.
- Avantajele rețelelor electrice de medie tensiune bine proiectate
 - Eficiență: Minimizați pierderile de energie pe distanțe lungi.
 - Fiabilitate: Asigură funcționarea continuă a centralei fotovoltaice chiar și în condiții dificile.
 - Siguranță: Protecția echipamentelor și a personalului împotriva riscurilor electrice.
 - Flexibilitate: Posibilitatea extinderii rețelei în cazul creșterii capacității centralei.

Rețelele electrice de medie tensiune reprezintă coloana vertebrală a unei centrale fotovoltaice, asigurând transferul eficient și sigur al energiei electrice către consumatori sau către rețeaua publică. Proiectarea și execuția corectă sunt esențiale pentru fiabilitatea și performanța întregului sistem.

Dotări NPM și PSI

În cadrul unei centrale electrice fotovoltaice, dotările pentru respectarea normelor de protecție a muncii (NPM) și pentru prevenirea și stingerea incendiilor (PSI) sunt esențiale pentru asigurarea siguranței personalului, a echipamentelor și a mediului înconjurător. Aceste dotări sunt proiectate în conformitate cu reglementările naționale și internaționale, contribuind la prevenirea accidentelor și gestionarea eficientă a situațiilor de urgență.

1. Dotări pentru NPM (Norme de Protecție a Muncii)

Dotările de protecție a muncii sunt necesare pentru a reduce riscurile de accidente și pentru a asigura un mediu de lucru sigur în timpul operării și întreținerii centralei.

1.1. Echipamente individuale de protecție (EIP):

- **Cască de protecție:** Pentru protejarea capului împotriva căderilor de obiecte sau loviturilor accidentale.
- **Mănuși izolante:** Special concepute pentru lucrări electrice, protejând personalul împotriva tensiunilor periculoase.
- **Încălțăminte de protecție:** Antiderapantă, cu protecție împotriva descărcărilor electrice.
- **Ochelari de protecție:** Pentru protejarea ochilor împotriva particulelor, scânteilor sau radiațiilor.
- **Centuri de siguranță:** Utilizate în cazul lucrărilor la înălțime (pentru panouri montate pe acoperiș).
- **Echipamente antistatice:** În zonele unde se manipulează componente sensibile la descărcările electrostatice.

1.2. Semnalizare și marcaje de siguranță:

- Panouri și etichete de avertizare, indicând zonele cu pericol electric sau alte riscuri.
- Marcaje pentru traseele de evacuare și zonele de acces restricționat.
- Semne de interdicție pentru fumat sau utilizarea surselor de foc în apropierea echipamentelor sensibile.
- În cadrul instalației electrice cu panouri fotovoltaice se pot regăsi următoarele indicatoare de securitate și sănătate în muncă, specifice echipamentelor și instalațiilor utilizate, conform instrucțiunilor de mai jos:

Semne și indicatoare securitate și sănătatea în muncă module fotovoltaice



Semn indicator de interdicere, "ATENȚIE! NU CĂLCAȚI", dimensiuni 150x200mm, material suport PVC, grosime 1,5mm



Semn indicator de interdicere, "STINGEREA CU APĂ ESTE INTERZISĂ", dimensiuni 150x200mm, material suport PVC, grosime 1,5mm

Semne și indicatoare de securitate și sănătate în muncă traseele de cabluri



Semn indicator de avertizare, "ATENȚIE! CABLURI ELECTRICE SUB TENSIUNE", dimensiuni 150x200mm, material suport PVC, grosime 1,5mm

Semn indicator de interdicere, "PERICOL DE ELECTROCUTARE NU ATINGEȚI!", dimensiuni 150x200mm, material suport PVC, grosime 1,5mm

Semne și indicatoare securitate și sănătate în muncă invertoare de putere și tablouri electrice

Semn indicator de interdicere, "ACCESUL INTERZIS PERSOANELOR NEAUTORIZATE", dimensiuni 150x200mm, material autocolant PVC, grosime 1,5mm

Semn indicator de interdicere, "STINGEREA CU APĂ ESTE INTERZISĂ", dimensiuni 150x200mm, material autocolant PVC, grosime 1,5mm



Semn indicator de avertizare, "ATENȚIE! ECHIPAMENT SUB TENSIUNE", dimensiuni 150x200mm, material autocolant PVC, grosime 1,5mm

Semn indicator de avertizare, "ATENȚIE! PERICOL DE ELECTROCUTARE", dimensiuni 150x200mm, material autocolant PVC, grosime 1,5mm



Semn indicator de avertizare, "TABLOU ELECTRIC", dimensiuni 150x200mm, material autocolant PVC, grosime 1,5mm

Etichetă autocolantă, "PV", material autocolant PVC



Etichetă autocolantă, semn general obligatoriu, material autocolant PVC



Etichetă autocolantă, semn pentru instrucțiuni de informare, material autocolant PVC



Etichetă autocolantă, semn pentru instrucțiuni de utilizare, material autocolant PVC



Etichetă autocolantă, semn pentru protecția obligatorie a mâinilor, material autocolant PVC



Etichetă etichete pentru utilaj cu temperaturi mari,
material autocolant PVC

1.3. Truse de prim ajutor:

- Amplasate în locații ușor accesibile, conținând materiale de bază pentru acordarea primului ajutor (bandaje, pansamente, soluții antiseptice, foarfeci, mănuși de unică folosință).

1.4. Instrumente izolate:

- Scule și echipamente electrice cu izolație corespunzătoare, conforme standardelor de siguranță.

2. Dotări pentru PSI (Prevenirea și Stingerea Incendiilor)

Prevenirea și stingerea incendiilor sunt critice în cadrul unei centrale fotovoltaice, având în vedere utilizarea de echipamente electrice sensibile și posibilele riscuri asociate cu suprasarcinile sau scurtcircuiturile.

2.1. Sisteme de detecție și alarmare:

- **Detectoare de fum și temperatură:** Amplasate în spațiile tehnice (ex. posturi de transformare, tablouri electrice).
- **Panouri de alarmă:** Conectate la detectoarele de incendiu, care alertează în caz de urgență.
- **Sisteme de alarmare sonore și vizuale:** Avertizează personalul în cazul unui incident.

2.2. Stingătoare portabile:

- **Stingătoare cu pulbere:** Potrivite pentru incendiile de natură electrică și materialele combustibile.
- **Stingătoare cu dioxid de carbon (CO₂):** Eficiente pentru stingerea focarelor în apropierea echipamentelor electrice.
- Amplasate la intrările în spațiile tehnice, în apropierea tablourilor electrice și pe traseele de evacuare.

2.3. Hidranți și surse de apă:

- Rețea de hidranți exteriori, amplasată în conformitate cu normele PSI.
- Rezervor de apă dedicat pentru stingerea incendiilor, dacă accesul la rețea este limitat.

2.4. Sisteme de stingere automată:

- **Instalații cu gaze inerte (ex. argon, azot):** Amplasate în camerele tehnice pentru stingerea rapidă a incendiilor fără a afecta echipamentele electrice.
- **Sisteme de stingere cu aerosoli:** Eficiente pentru spații mici și echipamente sensibile.

2.5. Materiale ignifuge:

- Utilizarea de materiale rezistente la foc pentru carcasele echipamentelor, tablourile electrice și cablurile principale.

2.6. Planuri de evacuare și exerciții de simulare:

- Planuri afișate la locuri vizibile, indicând traseele de evacuare, locațiile stingătoarelor și punctele de întâlnire.
- Organizarea periodică a exercițiilor de simulare pentru situații de urgență.

Măsuri de apărare împotriva incendiilor prevăzute în proiect.

- a) Echipamente electrice corespunzătoare categoriei de pericol de incendiu a locației;
- b) Elemente de construcție incombustibile sau greu combustibile;
- c) Dotări PSI – Stingător cu gaz CO₂, tip G2, SR EN 2-97, CO₂, timp de descărcare 8 secunde, cantitate încărcătură 2kg, clase de incendiu lichide, gaze, instalații electrice (Focar de tip 21BC) amplasat în zona de montaj a invertoarelor de putere și a tabloului electric TG.CEF prin intermediul unui suport din oțel zincat pentru fixare verticală pe perete. Amplasarea stingătorului va fi marcată cu un indicator pentru stingătoare, conform specificațiilor de mai jos.

Indicator pentru stingătoare, dimensiuni 150x200mm, material suport PVC, grosime 1,5mm

Materialele de stingere a incendiilor sau cu alt caracter special se vor instala în locuri care să nu împiedice libera circulație atât în condiții normale cât și în caz de pericol.

Din punctul de vedere al prevenirii și stingerii incendiilor, toate cablurile normale se consideră materiale combustibile. Pentru evitarea pericolului de incendiu la gospodăriile de cabluri, atenția personalului de exploatare se va îndrepta asupra principalelor cauze ale incendiilor: defectele interioare ale cablurilor, supraîncălzirea acestora, apropierea de surse exterioare de căldură etc.

Temperatura din paturile de cabluri trebuie verificată la orele de sarcină din timpul verii. În aceste condiții, valorile măsurate nu trebuie să depășească temperatura aerului exterior cu mai mult de 10 °C. Toate trecerile de cabluri prin planșee și pereți se vor executa etanș și se vor reface ori de câte ori se constată deteriorarea lor sau la pozări de noi cabluri. Etanșarea se realizează cu materiale incombustibile.

Pentru perioada de execuție măsurile de prevenire a incendiilor se iau de către unitatea de execuție. În vederea înlăturării oricărui pericol de incendiu pe toată perioada de execuție, executantul și beneficiarul au obligația să respecte cu strictețe normele PSI și să adopte măsurile suplimentare în situații deosebite.

3. Norme și reglementări

- **Normativul P118/3:** Prevenirea și stingerea incendiilor pentru clădiri și instalații.
- **Normativul I7/2011:** Reguli generale pentru proiectarea și execuția instalațiilor electrice.
- **Legea nr. 319/2006:** Legea securității și sănătății în muncă.

4. Avantajele implementării corespunzătoare a dotărilor NPM și PSI

- **Siguranța personalului:** Reduce riscurile de accidentare și expunerea la pericole.
- **Protecția echipamentelor:** Minimiza daunele și întreruperile operaționale în caz de incendiu.
- **Conformitate legală:** Asigură respectarea normelor obligatorii și evitarea sancțiunilor.
- **Răspuns rapid în situații de urgență:** Permite gestionarea eficientă a incidentelor.

Dotările NPM și PSI sunt fundamentale pentru siguranța și operarea fără riscuri a centralei fotovoltaice, contribuind la prevenirea incidentelor și la menținerea unei exploatare eficiente și durabile.

ii. Scurtă prezentare a centralei electrice cu panouri fotovoltaice

Sursele de energie neconvențională au o pondere din ce în ce mai mare în cadrul sistemelor energetice din întreaga lume, atât datorită efortului de cercetare și a voinței politice implicate în dezvoltarea lor cât și datorită creșterii prețului energiei obținute prin metode tradiționale. Sursele de energie primară, numite în general regenerabile, sunt acele surse din mediul natural, disponibile în cantități nelimitate sau care se regenerează prin procese naturale, într-un ritm mai rapid decât cel în care sunt consumate. Energia solară este una din energiile regenerabile recunoscuta oficial.

Având în vedere necesarul de energie electrică al beneficiarului și oportunitatea de folosire a spațiilor de teren liber și a acoperișurilor clădirilor de la adresa obiectivului în scopul producerii de energie electrică, se dorește construirea unor sisteme de producere și folosirea energiei produse de aceasta pentru autoconsum și furnizare a surplusului în rețea.

Astfel al adresa locului de consum „Resilux Packanging South East Europe S.R.L.” din Sat Dascălu, str. Calea București (DJ 200), nr. 63 se propune construirea unei centrale electrice cu panouri fotovoltaice cu puterea totală instalată de 3.129,36 kWp / 3.150,00 kW ce va fi alcătuită din trei subsisteme, după cum urmează:

1) Subsistem centrală electrică fotovoltaică cu $P_i = 1,80$ MW format din:

- 3.029 buc. Panouri fotovoltaice de Longi Solar LR5-72HTH 590M (sau alt model de panouri fotovoltaice de putere similară) montate pe structură fixa amplasată pe sol, cu unghiul de înclinare de 20° , orientate către Sud;
- 18 buc. Invertoare trifazate on-grid Huawei SUN2000-100KTL M2 (sau alt model de invertoare similare, agreate de operatorul de distribuție local)

Acest sistem fotovoltaic de 1,8MW se va racorda prin intermediul unui tablou centralizator în tabloul electric de distribuție de joasa tensiune existent aferent PTZ 1 ce este alimentat din punctul de conexiune 7692* (L 20kV Resilux 1 _ Stația electrică 110/20kV Căciulați).

PTZ 1 în prezent este echipat cu un transformator trifazat de putere 2500kVA 20/0.4kV.

2) Subsistem centrală electrică fotovoltaică cu $P_i = 1,35$ MWp format din:

- 2.275 buc. Panouri fotovoltaice de Longi Solar LR5-72HTH 590M (sau alt model de panouri fotovoltaice de putere similară) montate pe structură fixa amplasată pe sol, cu unghiul de înclinare de 20° , orientate către Sud;
- 13 buc. Invertoare trifazate on-grid Huawei SUN2000-100KTL M2 (sau alt model de invertoare similare, agreate de operatorul de distribuție local)
- 1 buc. Invertor trifazat on-grid Huawei SUN2000-50KTL M3 (sau alt model de invertoare similare, agreate de operatorul de distribuție local)

Acest sistem fotovoltaic de 1,35MW se va racorda prin intermediul unui tablou centralizator în tabloul electric de distribuție de joasa tensiune existent aferent PTZ 2 ce este alimentat din punctul de conexiune 7922* (L 20kV Resilux 2 _ Stația electrică 110/20kV Căciulați).

PTZ 2 în prezent este echipat cu un transformator trifazat de putere 2000kVA 20/0.4kV.

c) trasarea lucrărilor

Trasarea lucrărilor se va realiza la faza de execuție cu ajutorul unei societăți de topografie în colaborare cu proiectantul și beneficiarul investiției, în conformitate cu planul de situație anexat la prezenta documentație (această soluție se poate adapta în funcție de condițiile din teren și de cerințele beneficiarului).

1. Pregătirea terenului pentru trasare (lucrările din CEF cu montaj la sol)**• Curățarea și nivelarea terenului:**

- Înlăturarea vegetației, a resturilor și a altor obstacole care pot afecta trasarea.
- Nivelarea suprafeței pentru a asigura uniformitatea amplasamentului panourilor, minimizând costurile și lucrările adiționale.
- Verificarea topografiei inițiale a terenului cu stații totale și alte echipamente de măsurare.

• Crearea reperelor de bază:

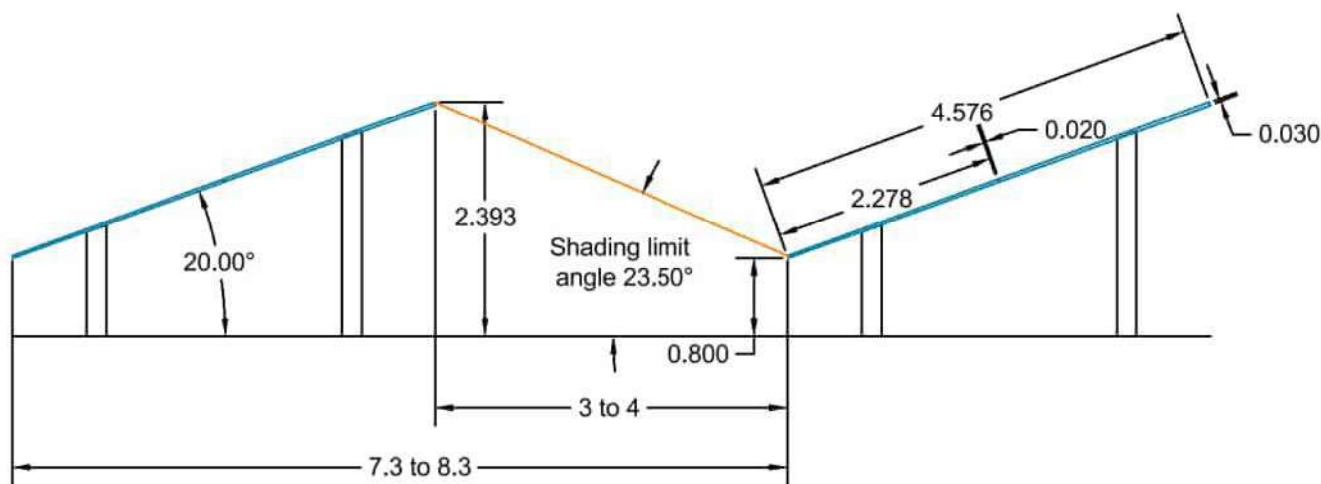
- Stabilirea punctelor de reper principale (de obicei colțurile perimetrului terenului), utilizând coordonate GPS.
- Marcarea reperelor cu țărnuși din lemn/metal sau borne fixe, care să reziste pe durata lucrărilor.

2. Trasarea rândurilor de panouri fotovoltaice pe sol**• Planificarea orientării panourilor:**

- Orientarea panourilor spre sud, conform calculelor de eficiență solară, pentru a maximiza captarea energiei.
- Pentru acest proiect de investiții s-a optat pentru o structură de susținere a panourilor fotovoltaice cu unghiul de înclinare de 20° (luând în considerare locația geografică în zona comunei Dascălu, acesta este de aproximativ $20\text{--}35^\circ$).

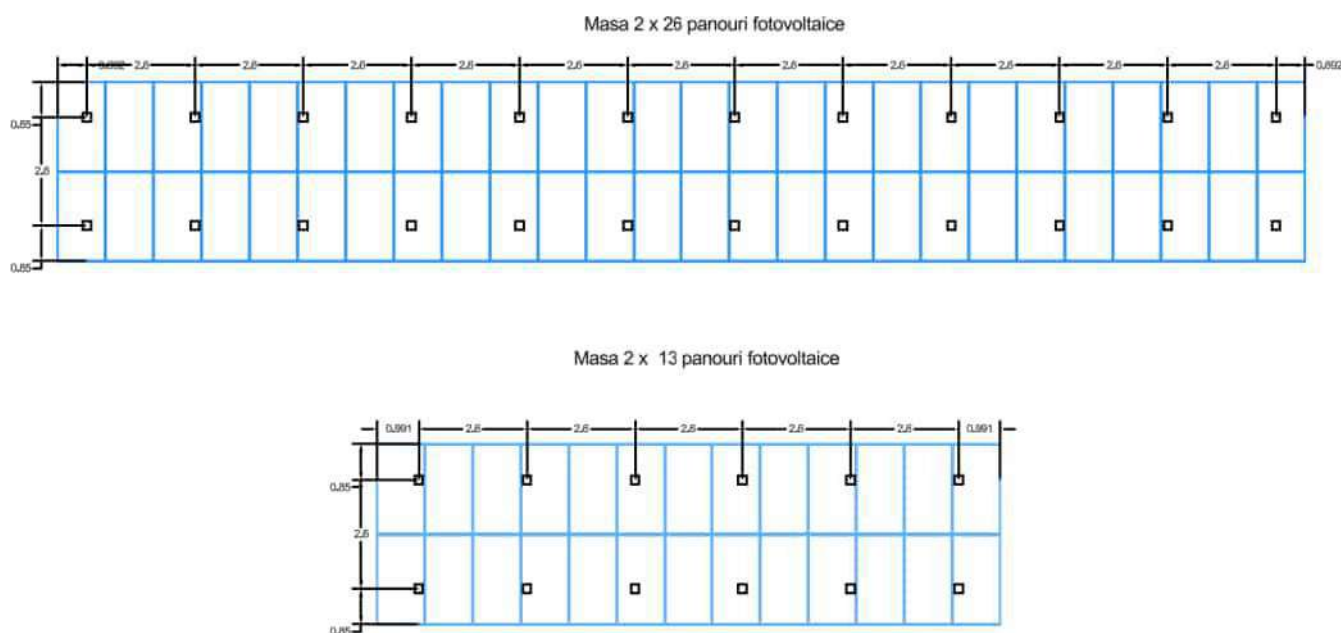
• Distanțarea între rânduri:

- Distanța standard între rânduri este calculată pentru a evita umbrirea între panouri și pentru a permite accesul echipelor de întreținere (de regulă, între 5-6 metri), dar în cadrul acestui proiect de investiții pentru a se putea instala cantitatea de panouri fotovoltaice menționate în cadrul studiului de fezabilitate această distanță s-a redus la aproximativ 3 - 4m conducând la un unghi de umbrire de 34° pentru structura cu unghiul de înclinare de 25° respectiv la un unghi de umbrire de 23.5° pentru structura cu unghiul de înclinare de 20°



Figură 8 - Detaliu de execuție - unghiul de umbrire

- Folosirea de lasere sau stații totale pentru a trasa linia fiecărui rând.



Figură 9 - Detaliu de execuție - distanța dintre picioarele de susținere a maselor pentru montajul pe sol a panourilor fotovoltaice

3. Trasarea echipamentelor auxiliare

- **Poziționarea invertoarelor și tablourilor electrice**
 - **Invertoarele pentru panourile fotovoltaice montate pe sol:**
 - Marcarea locațiilor invertoarelor în apropierea rândurilor de panouri, ținând cont de traseele cablurilor DC și AC.
 - Distanțe optime pentru a minimiza pierderile de energie și costurile de cablare.
 - **Tablourile electrice:**
 - Stabilirea locației tablourilor pentru conexiunile principale la invertoare din posturile de transformare existente.
- **Poziționarea posturilor de transformare**
 - **Amplasarea fizică:**
 - Marcarea zonelor de protecție și acces pentru intervenție.
 - **Trasarea cablurilor de conexiune la rețea:**
 - Definirea rutelor pentru cablurile de medie tensiune care conectează posturile la rețeaua națională.

4. Trasarea cablurilor și traseelor electrice

- **Cabluri DC între panouri și invertoare:**
 - Trasarea rutelor subterane (șanțuri) pentru protecția cablurilor.
 - Stabilirea punctelor de intersecție sau colectoare ale cablurilor.
- **Cabluri AC între invertoare și posturile de transformare:**
 - Identificarea rutelor directe pentru reducerea pierderilor energetice.
- **Măsurile de protecție:**
 - Trasarea locațiilor pentru instalarea tuburilor de protecție, a jgheaburilor și a conductelor.

5. Metode și instrumente utilizate pentru trasare

- **Instrumente și echipamente:**
 - **Stații totale și echipamente GPS** pentru măsurători de precizie ridicată.
 - **Nivelmetre optice** pentru verificarea nivelului și a unghiurilor de înclinare.
 - **Lasere de trasare** pentru alinierea rândurilor.

- **Măsurători repetate:**
 - Verificarea în teren a conformității trasării cu planul tehnic.
 - Ajustări în timp real pentru a corecta orice discrepanțe apărute.
- **6. Documentare și verificare**
- **Hărți și planuri de trasare:**
 - Crearea unei hărți detaliate cu toate elementele trasate, incluzând coordonatele GPS și indicațiile tehnice.
- **Rapoarte de trasare:**
 - Generarea unui raport detaliat care să includă toate marcajele efectuate, abaterile observate și ajustările realizate.
- **Verificarea finală:**
 - Confirmarea respectării exacte a proiectului tehnic prin inspecții efectuate de specialiști.
- **7. Beneficii ale trasării corecte**
 - Asigură instalarea corectă a panourilor, reducând pierderile energetice.
 - Evită conflictele între elementele infrastructurii.
 - Permite o execuție rapidă și eficientă a lucrărilor.

Această elaborare detaliată a procesului de trasare ajută la organizarea și execuția eficientă a proiectului, asigurându-se că fiecare element este poziționat conform planurilor tehnice aprobate.

d) protejarea lucrărilor executate și a materialelor din șantier

Obiectivul de investiții este dotat cu serviciu de pază permanentă.

e) organizarea de șantier

Organizarea de șantier este necesară pentru asigurarea eficienței, siguranței și respectarea normelor legale. Se propun următoarele etape generale pentru organizarea centralelor fotovoltaice:

1. Delimitarea organizării de șantier

- **Stabilirea perimetrului șantierului:**
 - Perimetrul șantierului va fi delimitat clar pe baza planului general de execuție, cu marcarea fizică a limitelor.
 - Împrejmuirea temporară cu garduri de protecție (din plasă metalică sau alte materiale ușoare) pentru a preveni accesul neautorizat.
- **Zonele funcționale principale:**
 - Zona pentru birouri temporare și facilități administrative.
 - Zona de depozitare a materialelor.
 - Zona pentru montaj panouri solare.
 - Stabilirea căilor de acces și circulație pentru vehicule și echipamente.

2. Facilități temporare pe șantier

- **Birouri și spații administrative:**
 - Containere modulare pentru birourile de coordonare tehnică, cu dotări de bază: alimentare cu energie electrică, mobilier, echipamente IT sau permiterea accesului în incinta fabricii în cadrul unui birou
 - Spații pentru ședințele echipelor de proiect.
- **Facilități sanitare:**
 - Toalete ecologice pentru muncitori, amplasate strategic pentru acces facil sau permiterea accesului la grupurile sanitare existente în fabrică.
 - Lavoare portabile sau instalații temporare de apă curentă pentru igiena personalului.
- **Spații de odihnă și masă:**
 - Zone acoperite pentru odihnă, cu mese și bănci sau permiterea accesului la cantina locului actual de consum
 - Posibilitate de organizare a unei cantine temporare, dacă este necesar.

3. Depozitarea materialelor și echipamentelor

- **Zona de depozitare:**
 - Spații separate pentru stocarea panourilor fotovoltaice, structurilor de susținere și cablurilor.

- Materialele sensibile (ex. invertoare, tablouri electrice) vor fi depozitate în containere închise, protejate de umiditate și praf.
 - **Măsuri de protecție:**
 - Asigurarea zonelor de depozitare cu supraveghere video sau pază fizică.
 - Instalarea de prelate sau copertine pentru protecția materialelor împotriva condițiilor meteorologice.
- 4. Căi de acces și circulație**
- **Planificarea rutelor:**
 - Drumuri temporare stabilite pentru vehiculele de transport, utilaje grele și echipamente, dacă este cazul.
 - Semnalizarea clară a traseelor și indicatoare de circulație pentru a asigura siguranța.
 - **Platforme de manevră:**
 - Amenajarea platformelor pentru descărcarea și încărcarea materialelor grele (ex. panouri fotovoltaice, structuri metalice).
- 5. Utilajele și echipamentele necesare**
- **Tipuri de utilaje:**
 - Macarale pentru montarea structurilor de susținere și a panourilor pe acoperiș.
 - Excavatoare și buldozere pentru nivelarea terenului.
 - Stivuitoare pentru manipularea materialelor.
 - **Zone de parcare și depozitare:**
 - Spații delimitate pentru parcare utilajelor atunci când nu sunt în funcțiune.
- 6. Alimentarea cu utilități**
- **Sursa temporară de energie electrică:**
 - Generatoare de mare capacitate sau racorduri provizorii la rețeaua locală.
 - **Alimentarea cu apă:**
 - Racorduri temporare pentru aprovizionarea cu apă necesară lucrărilor și pentru igienă.
- 7. Siguranța pe șantier**
- **Împrejmuirea și controlul accesului:**
 - Garduri de protecție și porți securizate pentru accesul vehiculelor și personalului autorizat.
 - Monitorizare video și/sau pază fizică.
 - **Semnalizare de avertizare:**
 - Indicatoare vizibile privind zonele periculoase și măsurile de protecție (echipament obligatoriu, zonă cu utilaje grele etc.).
 - **Trasee de evacuare în caz de urgență:**
 - Planificarea și marcarea căilor de evacuare.
- 8. Gestionarea deșeurilor**
- **Colectarea selectivă:**
 - Amenajarea de spații pentru colectarea separată a deșeurilor metalice, plasticului, ambalajelor și deșeurilor menajere.
 - **Evacuarea periodică:**
 - Contractarea unei firme specializate pentru evacuarea deșeurilor conform legislației.
- 9. Protecția mediului**
- **Controlul scurgerilor:**
 - Amplasarea de tăvi de retenție pentru combustibili și alte substanțe chimice.
 - **Minimizarea impactului asupra solului:**
 - Montarea de bariere pentru a preveni scurgerea materialelor în afara perimetrului șantierului.
- 10. Calendarul activităților pe șantier**
- Crearea unui **grafic Gantt** detaliat cu etapele de lucru.
 - Alocarea resurselor umane și tehnice pentru fiecare etapă.
- 11. Plan de măsuri de urgență**
- **Dotări pentru situații de urgență:**
 - Extinctoare și truse de prim ajutor distribuite pe șantier.
 - **Instruirea personalului:**
 - Organizarea periodică de sesiuni de pregătire pentru personalul implicat.

a) Memoriu corespunzător specificațiilor de instalații electrice

În conformitate cu prevederile Legii nr. 10/1995, proiectul va fi verificat de verificatori autorizați MLPAT sau ANRE, cu specializarea (le), la toate cerințele.

Dosarul acestei documentații va fi însoțit obligatoriu de referat de verificare.

1. Situația existentă

În prezent, obiectivul de investiții se află „Resilux Packanging South East Europe S.R.L.” este racordat din Stația 110/20kV Căciulați prin intermediul a două fidere de 20kV: Resilux 1 și Resilux 2 prin intermediul la PC 7692* - PTZ 1 20/0.4kV 2500kVA și PC 7922* PTZ 2 20/0.4kV 2000kVA:

Consumul de energie electrică aferent amplasamentului studiat, Resilux Packanging South East Europe S.R.L., înregistrat în 12 luni consecutive, anterior realizării Studiului de Fezabilitate este:

Nr. crt	Luna	Consumul Conform IBD
1	Ianuarie	1.027,613 MWh
2	Februarie	776,765 MWh
3	Martie	1.227,005 MWh
4	Aprilie	1.255,248 MWh
5	Mai	1.302,967 MWh
6	Iunie	1.443,528 MWh
7	Iulie	1.168,080 MWh
8	August	1.274,249 MWh
9	Septembrie	1.151,712 MWh
10	Octombrie	1.138,097 MWh
11	Noiembrie	1.301,256 MWh
12	Decembrie	835,512 MWh
	Total	13.902,030 MWh

2. Situația proiectată

În conformitate cu Scenariul 2 al Studiului de Fezabilitate nr. 008/2024 - „Centrală Electrică cu Panouri Fotovoltaice” ce urmează a se amplasa în Sat Dascălu, Comuna Dascălu, str. Calea București, nr. 63, Județul Ilfov, număr poștal 077075 – aferent investiției S.C. Resilux Packanging South East Europe S.R.L. se propune ca pe terenul vecin locului de consum, identificat prin numărul cadastral 57508 să se instaleze o centrală electrică cu panouri fotovoltaice cu puterea instalată de 3.129,36 kWp formată din 5.304 buc panouri fotovoltaice cu $P_i = 590\text{Wp}$.

2.1. Descrierea generală:

Centrala electrică formată din panouri fotovoltaice – proiectată – cu puterea cumulată de 3.129,36kWp este amplasată în intravilanul comunei Dascălu, jud. Ilfov, pe terenul proprietate privată al Resilux Packanging South East Europe S.R.L.

Centrala electrică fotovoltaică proiectată conține toate instalațiile necesare producerii de energie electrică, consumului și livrării în Sistemul Energetic Național (SEN), începând de la sursele de energie electrică (panourile fotovoltaice + invertoare + transformator de putere existente în instalația abonatului), cablurile necesare de curent continuu / curent alternativ de joasă și medie tensiune cu traseele aferente, priza de legare la pământ.

Cei 3.129,36 kWp vor fi realizați din 5.304buc. panouri fotovoltaice cu puterea nominală instalată de 590Wp ce se vor monta pe structură din profile metalice înclinată la 20° față de sol, orientate spre sud.

Modul de conectare al panourilor fotovoltaice, lungimea și secțiunea cablurilor de curent continuu și curent alternativ respectiv tipul și valoarea protecțiilor se regăsesc în cadrul capitolului Secțiunea III – Breviar de calcule și în cadrul pieselor desenate anexate la prezenta documentație.

Componentele centralei electrice cu panouri fotovoltaice

❖ Panourile fotovoltaice

Pentru realizarea centralei electrice cu panouri fotovoltaice s-a utilizat spațiul disponibil la sol și acoperiș după cum urmează:

Specificații tehnice panouri fotovoltaice	
Locul de montaj al panourilor fotovoltaice	pe structura metalica la sol
Model panou fotovoltaic utilizat la dimensionarea centralei electrice fotovoltaice	<u>Longi Solar LR5-72HTH 590M</u>
Tip celulă	Mono-cristalin
Numărul de celule	144 (6x24)
Dimensiuni	2278 x 1134 x 30 mm
Greutate	27,2 kg
Putere nominală maximă	590 Wp
Tensiune operativă (Vmp)	44,36 V
Curent operativ (Imp)	13,31 A
Tensiune circuit deschis (Voc)	52,51 V
Curent de scurtcircuit (Isc)	14,33 A
Randamentul modulului	22,8%
Tensiunea maxima suportată de modul	1.500Vcc
Valoarea maximă a siguranței de protecție	25A
Temperatura de operare	-40°C ~ +85°C
Coeficientul de temperatura pentru putere γ_{Pmax}	-0,300 %/°C
Coeficientul de temperatura pentru tensiune β_{Voc}	-0,250 %/°C
Coeficientul de temperatura pentru curent α_{Isc}	+0,046 %/°C
Încărcarea statică maximă frontală	5.400 Pa
Încărcarea statică maximă pe partea din spate	2.400 Pa
Garanția producătorului pentru produs	15 ani
Garanția producătorului pentru liniaritatea producției	25 ani
Număr panouri fotovoltaice	5.304 buc.

Acestea sunt modelele de panouri fotovoltaice utilizate la dimensionarea centralei electrice fotovoltaice, pentru care s-a atașat la prezenta documentație fișele tehnice emise de producător.

La faza de execuție, cu aprobarea în prealabil a beneficiarului, executantul poate opta pentru utilizarea altui model de panouri fotovoltaice astfel încât puterea cumulată să fie cel puțin egală cu puterea solicitată în prezenta documentație.

❖ Structura de fixare a panourilor fotovoltaice

Panourile fotovoltaice vor fi fixate pe suporti special proiectați, care respectă azimutul și înclinarea necesară, precum și cerințele legate de greutatea ansamblului de module fotovoltaice și de încărcările suplimentare generate de factorii meteorologici: vânt, zăpadă, chiciură.

Suporturile fotovoltaice sunt astfel proiectate să poată fi adaptate la un număr diferit de module fotovoltaice și să poată fi parțial demontabil.

Panourile fotovoltaice vor fi fixate pe ramele speciale din oțel acoperite cu aliaj zinc-aluminiu-magneziu prin cleme de aluminiu furnizate de producătorul întregii structuri.

Structura va fi fixată prin baterea profilelor metalice direct în sol la o adâncime de 1,5m pe cadrul cărora se vor fixa cu șuruburi barele metalice transversale pentru susținerea panourilor fotovoltaice la un unghi de 20°.

Acestea se vor instala în conformitate cu instrucțiunile de montaj furnizate de producător.

❖ Cablurile de curent continuu

Modulele fotovoltaice vor fi interconectate prin cablurile speciale furnizate de producător.

În cazul depășirii distanței de interconectare, modulele se pot interconecta cu un cablu ce se poate confecționa pe șantier, de lungimea necesară. Este necesar să se prevadă de la faza de aprovizionare

un număr acoperitor de conectori de tip MC 4 și conductor monofilar izolat cu aceleași caracteristici cu ale cablurilor de interconectare standard.

Cablurile cu conectori MC4/T4, utilizate pentru conectarea a string-urilor la cutia de joncțiune de curent continuu respectiv la inverter, vor fi confecționate pe șantier.

Este recomandată folosirea codului de culori pentru cablu, astfel se recomandă folosirea cablului roșu pentru polaritatea pozitivă și negru sau albastru pentru cea negativă.

La pozarea cablurilor, acestea se vor eticheta / inscripționa.

Conexiunile seriilor de module fotovoltaice la primarul (tensiune continuă) invertoarelor de putere trifazate se realizează la tensiune continuă prin pozarea în subteran a cablurilor de energie PV-1F 0,9/1,8kV 1x6 mmp.

Conexiunile cablurilor de energie PV-1F 1x6 mmp rm se vor realiza utilizând conectori MC4 MALE IP67 și MC4 FEMALE IP67.

Cablurile de curent continuu aferente panourilor fotovoltaice amplasate pe acoperișul halei nou proiectate vor fi pozate sub panourile fotovoltaice continuând prin paturi de cabluri până la invertoare.

❖ *Cutii de joncțiune pe curent continuu (tablouri electrice de curent continuu)*

Cutia de joncțiune de curent continuu, TE-CC va fi montată în apropierea inverterului fotovoltaic și va fi prevăzută cu protecții pentru suprasarcină, cu separatoarea de 25A 1500Vcc echipate cu fuzibile de curent continuu de 16A 1500Vcc și descărcătoare de supratensiune de 1500Vcc conform schemelor monofilare atașate la prezenta documentație.

Conexiunea între cutiile de joncțiune de curent continuu (TE-CC) și invertoare se va realiza tot prin intermediul cablului solar și a conectorilor rapizi de tip MC4.

❖ *Invertoarele trifazate on-grid*

Invertoarele propuse pentru a se utiliza la realizarea acestei investiții sun trifazate și respectă cerințele impuse de distribuitorul zonal de energie electrică (E-Disitribuție Muntenia S.A.) cât și de Transelectrica, privind calitatea energiei furnizate în rețea respectiv condițiile de funcționare a centralei fotovoltaice racordate la RED.

Sisteme fotovoltaice pot fi setate să nu injecteze energie către RED, întrucât puterea produsă va fi dimensionată și ajustată sub puterea consumată de către consumatorii de la locul de consum unde se instalează sistemul fotovoltaic.

Pentru realizarea acestei investiții s-a propus utilizarea următoarelor invertoare:

Specificații tehnice invertoare		
Locul de montaj al panourilor fotovoltaice	pe stelaj metalic in spatele / lateralul panourilor fotovoltaice amplasate la sol	
Model invertoarelor utilizate la dimensionarea centralei electrice fotovoltaice	Huawei SUN2000-50KTL	Huawei SUN2000-100KTL
Eficiența maximă	98.0 %	98,6 %
Intrare (c.c.)		
Tensiunea maximă de intrare	1.100 V	1.100 V
Gama tensiunii operative	200 – 1.100 V	200 – 1.000 V
Gama tensiunii MPPT	530 – 800 V	540 – 800 V
Curentul maxim de intrare pe MPPT	30A (20A pe intrare)	30A (20A pe intrare)
Curentul maxim de scurtcircuit pe șir	40A	40A
Numărul de trakere MPP / nr. de intrări	4	10
Ieșire (c.a.)		
Puterea activă nominală	50 kW	100 kW
Puterea aparentă maximă	55 kVA	110 kVA
Puterea activă maximă ($\cos\phi = 1$)	55 kW	110 kW
Tensiunea nominală de ieșire	400 V c.a	400 V c.a

Frecvența nominală a rețelei	50 Hz	50 Hz
Curentul maxim de ieșire	79,8 A	160,4 A
Factorul de putere	0,8 inductiv – 0,8 capacitiv	0,8 inductiv – 0,8 capacitiv
Distorsiune armonică totală maximă	< 3%	< 3%
Parametrii comuni		
Dimensiuni	640 x 530 x 270 mm	1035 x 700 x 365 mm
Greutatea	49 kg	93 kg
Modul de răcire	Inteligență cu aer	Inteligență cu aer
Altitudinea maximă de montaj	4.000 m	4.000 m
Temperatura de funcționare	-25°C până la +60°C	-25°C până la +60°C
Umiditate relativă	0 – 100 %	0 – 100 %
Evaluare IP	IP 66	IP 66
Numărul de invertoare	1 buc.	31 buc.

La faza de execuție se poate opta pentru utilizarea altor invertoare, cu respectarea condițiilor din ATR și a normelor legale în vigoare respectiv cu aprobarea beneficiarului în prealabil.

Invertorul de putere trifazat este prevăzut cu două circuite redundante de protecție, conform normei VDE AR-N 4105, circuite ce conduc la deconectarea automată de la rețea a grupului generator fotovoltaic în cazul:

- lipsă tensiune rețea de distribuție
- regim insularizat (protecție 81RL df/dt)
- depășirii parametrilor de tensiune și frecvență prestabiliți (protecție maximală de tensiune (59, $U > U_{>>}$), protecție minimală de tensiune (27, $U < U_{<<}$), protecție maximală de frecvență (81, $f > f_{>>}$), protecție minimală de frecvență (81, $f < f_{<<}$)

La nivelul invertorului de putere trifazat sunt integrate și următoarele funcții de protecție și comandă – control:

- Funcție trecere peste defect la apariția golurilor și a variațiilor de tensiune
- Funcție deconectare automată în regim insularizat
- Funcție injecție / absorbție putere reactivă la valoare de consemn a factorului de putere $\cos\phi_{\text{consemn}}$
- Funcție injecție / absorbție putere reactivă reactivă la valoare de consemn a puterii reactive Q_{consemn}
- Funcție reglaj automat factor de putere – putere activă $\cos\phi(P)$
- Funcție reglaj automat tensiune – putere reactivă $Q(U)$
- Funcție reglaj automat al puterii active în funcție de valoarea frecvenței $P(f)$.

PE invertorului de va lega direct la priza de pamant prin intermediul unui conductor flexibil H07V-K 25mm² rm .

❖ *Tablourile electrice de curent alternativ*

Conform „Normativului privind proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor electrice aferente clădirilor” – indicativ I7-2011 modificat și completat în 2023, art 4.3.7. „Selectivitatea protecției” alin. 4.3.7.1.: „În cazurile în care mai multe dispozitive de protecție se înscriu într-o distribuție, caracteristicile lor se aleg astfel încât să fie asigurată selectivitatea protecției. În cazul unei avarii trebuie să funcționeze protecția cea mai apropiată de aceasta, izolând doar porțiunea respectivă, fără a scoate din funcțiune întreaga instalație (de ex. între curenții nominali ale fuzibilelor a două siguranțe consecutive, diferența să fie de cel puțin două trepte).

Trebuie asigurată corelarea protecției la supracurenții din instalația electrică de la consumator, cu protecția instalației electrice de racord a fumizorului de energie electrică, astfel încât să fie realizate condițiile de selectivitate a protecției.

Din câte se observă în cadrul fișelor tehnice ale invertoarelor respectiv a datelor extrase în cadrul subcapitolului precedent, pentru invertoarele Huawei SUN2000-100KTL M2 valoarea curentului maxim de ieșire este de 160,4A la 400V curent alternativ, respectiv pentru invertoarele Huawei SUN2000-50KTL M3 valoarea curentului maxim de ieșire este de 79,8A la 400V curent alternativ. Astfel se recomandă utilizarea protecțiilor prin întrerupătoare automate tripolare/tetrapolare cu un curent nominal mai mare sau egal cu 200A pentru invertoarele Huawei SUN2000-100KTL M2 respectiv întrerupătoare automate tripolare/tetrapolare cu un curent nominal mai mare sau egal cu 100A pentru invertoarele Huawei SUN2000-50KTL M3.

Subsistemul fotovoltaic nr. 1 este format din 18 invertoare Huawei SUN2000-100KTL M2 ce se va conecta în tabloul general de joasă tensiune aferent PTZ 1 existent, alimentat din PC 7692* (L 20kV Resilux 1 _ Stația electrică 110/20kV Căciulați).

Pentru acest subsistem se va construi un tablou electric centralizator ce va conține minim protecțiile enumerate mai sus (18 întrerupătoare tripolare / tetrapolare de 200A), dacă nu se realizează alte tablouri în amonte (în cadrul parcului fotovoltaic tablouri sumatoare care să preia mai multe invertoare pe aceleași cabluri de joasă tensiune. Acest lucru se va decide la faza de execuție), un întrerupător automat motorizat de 3600A (sau de 4000A cu reglaj la 3600A) comandat printr-un releu cu funcție dublă de monitorizare a tensiunii și frecvenței, UPS pentru asigurarea alimentării releului de monitorizare pentru o perioadă de minim 48h.

Subsistemul fotovoltaic nr. 2 este format din 13 invertoare Huawei SUN2000-100KTL M2 și un inverter Huawei SUN2000-50KTL M3 ce se va conecta în tabloul general de joasă tensiune aferent PTZ 2 existent, alimentat din PC 7922* (L 20kV Resilux 2 _ Stația electrică 110/20kV Căciulați).

Pentru acest subsistem se va construi un tablou electric centralizator ce va conține minim protecțiile enumerate mai sus (13 întrerupătoare tripolare / tetrapolare de 200A și un întrerupător tripolar / tetrapolar de 100A), dacă nu se realizează alte tablouri în amonte (în cadrul parcului fotovoltaic tablouri sumatoare care să preia mai multe invertoare pe aceleași cabluri de joasă tensiune. Acest lucru se va decide la faza de execuție), un întrerupător automat motorizat de 3000A cu reglaj la 2700A comandat printr-un releu cu funcție dublă de monitorizare a tensiunii și frecvenței, UPS pentru asigurarea alimentării releului de monitorizare pentru o perioadă de minim 48h.

Tablourile electrice centralizatoare subsistemelor centralei electrice cu panouri fotovoltaice vor include următoarele funcții de protecție ANSI (Coduri American National Standards Institute):

- **ANSI 27>** este protecție la subtensiune (într-o treaptă)
Are rolul de protejare a invertoarelor și a echipamentelor sensibile împotriva funcționării la o tensiune insuficientă, ceea ce ar duce la defectarea lor.
- **ANSI 27>>** este protecția la subtensiune (în două trepte)
Este o versiune mai complexă a funcției 27>, care permite două praguri de declanșare, fiecare cu temporizare diferită. Permite o reacție mai adaptată, declanșând rapid la scăderi de tensiune și cu o temporizare mai lungă pentru fluctuații moderate.
- **ANSI 59>** este protecția la supratensiune (într-o treaptă)
Are rolul de a detecta creșterea tensiunii peste un prag stabilit, protejează invertoarele și transformatoarele împotriva supratensiunilor care pot provoca avarii grave.
- **ANSI 59>>** este protecția la supratensiune (în două trepte)
Permite setarea a două praguri diferite de supratensiune, fiecare cu reacții adaptate. Asigură o protecție mai detaliată, declanșând rapid la supratensiuni severe și gestionând în mod controlat fluctuațiile moderate.
- **ANSI 81<** este protecția la frecvență minimă (subfrecvență)

- Detectează scăderea frecvenței sub un prag stabilit. Previne funcționarea instabilă a invertoarelor atunci când frecvența scade sub limitele admisibile.
- **ANSI 81>** este protecția la frecvență maximă (suprafrecvență)
Detectează depășirea frecvenței peste un prag stabilit. Protejează invertoarele împotriva funcționării necorespunzătoare în condiții de suprafrecvență. Această funcție este utilizată pentru a asigura conformitatea cu cerințele operatorului de rețea.
 - **ANSI 81R** detectează variațiile rapide de frecvență
Monitorizează schimbările rapide de frecvență într-un interval scurt de timp. Detectează perturbările semnificative ale rețelei și declanșează echipamentele pentru a preveni deteriorările. Este importantă pentru protejarea stabilității rețelei și a funcționării centralei.
 - **anti-insularizare** este o funcție de siguranță care detectează condițiile de insularizare, adică situațiile în care centrala fotovoltaică continuă să alimenteze o secțiune a rețelei care a fost izolată de rețeaua principală.
Deconectează automat centrala de la rețea în caz de insularizare.
Este o cerință obligatorie în proiectele conectate la rețea, conform normelor operatorului de rețea și standardelor internaționale (ex. IEEE 1547).
Utilizează metode precum monitorizarea tensiunii și frecvenței (funcțiile 27, 59, 81< și 81>) pentru a detecta starea de insularizare.
Previne riscurile pentru personalul de întreținere, avariile echipamentelor și funcționarea nesigură a sistemului.

Prin automatizările instalate la nivel de joasă tensiune se va face însumarea puterilor consumate comparativ cu energia electrică produsă de panourile fotovoltaice, astfel încât energia electrică produsă de Centrala fotovoltaică cu panouri fotovoltaice să nu ajungă să alimenteze bara de medie tensiune din cadrul puncturilor de conexiune la 20kV sau după caz să nu depășească o anumită valoare dacă se va impune acest lucru prin avizul tehnic de racordare emis de operatorul de distribuție.

❖ *Cablurile de curent alternativ*

Cablurile pentru curent alternativ se vor alege conform calculelor din anexa breviar de calcul și vor ține seamă de specificațiile producătorului de invertoare.

Toate cablurile vor fi dimensionate conform NTE 007/08/00, luându-se în considerare factorii de corecție în funcție de condițiile de pozare (temperatura ambientală, condiții de scurtcircuit, căderi de tensiune, etc.)

❖ *Instalația prizei de legare la pământ*

Priza de conectare la pământ este artificială și va fi executată din platbandă OIZn 40x3÷4 mm, montată îngropat în săpătură, cota montaj (-0,5 ÷ - 1,2)m față de cota terenului sistematizat.

Se vor executa măsurători ale rezistenței de dispersie a prizei de pământ de către firma executantă autorizată ANRE și în cazul în care valoarea măsurată nu corespunde normelor actuale (I7-2011 completat și modificat în 2023) atunci priza de pământ se va completa cu electrozi verticali.

La priza de pământ aferentă instalației fotovoltaice ($R_d \leq 4 \Omega$) se vor racorda toate construcțiile metalice (structura de susținere a panourilor fotovoltaice, patul de cabluri dacă este metalic, tablourile electrice) și echipamentele componente acestora (panourile fotovoltaice, tablourile de jonctiune de curent continuu, invertoarele și tablourile de curent alternativ aferente instalației fotovoltaice).

Se vor prevedea piese de separație pentru realizarea măsurătorilor ulterioare, între priza de legare la pământ și elementele enumerate mai sus ce se conectează la aceasta.

Se va asigura continuitatea electrică a părților metalice ale structurilor de susținere a panourilor fotovoltaice și respectiv a panourilor fotovoltaice prin conductor de cupru 1 x 6 mmp culoare galben/verde și a cutiilor de jonctiune de curent continuu prin conductor de cupru 1x16mmp culoare galben/verde.

La sistemele fotovoltaice cu montaj la sol, nu se vor mai prevedea electrozi verticali decât dacă valoarea prizei de legare la pământ va fi mai mare sau egală cu 4Ω ; Platbanda din OIZn se va poza în cadrul canalizării deschise realizată pentru pozarea cablurilor electrice de c.c. / c.a. și se va conecta prin piese speciale de montaj la picioarele structurii de susținere aferentă panourilor fotovoltaice ce vor fi realizate din OIZn respectiv introduse în sol la o adâncime de cca 1,5m de la cota zero a amplasamentului cu ajutorul utilajelor speciale de montare stâlpi de metal în sol prin batere.

Pentru centrala electrică fotovoltaică ce conține panourile fotovoltaice montate pe acoperiș nu se va realiza o priză de legare la pământ nouă ci se va realiza extinderea prizei de legare la pământ existente aferente halei nou proiectate.

❖ *Instalația de paratrăsnet*

Notă:

Instalația de paratrăsnet, iluminatul perimetral, sistemul de monitorizare video (cctv – televiziune cu circuit închis), îngrădirea centralei nu au fost tratate în cadrul prezentei documentații deoarece aceste servicii sunt existente la locație

❖ *Monitorizarea și telecontrolul centralei electrice cu panouri fotovoltaice (opțional)*

Pentru monitorizarea sistemelor fotovoltaice instalate în cadrul acestui proiect și gestionarea energiei electrice produse de acestea se va prevedea instalarea în cadrul tablourilor electrice generale existente la amplasamentele unde se monteaza sistemele fotovoltaice a câte un Smart Meter echipat cu transformatorii de curent corespunzători puterii instalate ce vor avea clasa de precizie de 0,5 și curentul în secundar de 1 A sau 5 A.

Sistemele fotovoltaice ce conțin între 2 și 10 invertoare vor fi integrate în cadrul sistemului de monitorizare și telecontrol prin intermediul unui Smart Dongle ce se va monta în primul invertor de la tabloul electric centralizator al sistemului fotovoltaic.

Sistemele fotovoltaice ce conțin mai mult de 10 invertoare vor fi integrate în cadrul sistemului de monitorizare și telecontrol prin intermediul unui Smart Logger ce se va monta în primul invertor de la tabloul electric centralizator al sistemului fotovoltaic.

Serviciul de telecomunicații (internetul) va fi asigurat de către client prin încheierea unui abonament de date mobile cu un provider (de exemplu: Digi Romania, Orange, Telecom, Vodafone) sau serviciul de internet disponibil la amplasament.

❖ *Modernizarea opțională a posturilor de transformare existente*

Postul de transformare existent PTZ 1 este echipat cu un transformator trifazat ABB 2500kVA 20/0.4kV (ONAN, ulei, Dyn11, cu pierderi reduse: în sarcină 20007W respectiv în gol 1581W)

Se propune demontarea celulelor de medie tensiune existente în cadrul postului de transformare nr. 1 existent (o celulă de linie cu separator și o celulă de protecție transformator cu întrerupător) în locul cărora să se monteze următoarele echipamente noi:

- O celulă de linie cu separator de sarcină în SF6 combinat cu CLP, indicator prezență tensiune, rezistență + termostat anticondens pentru racordarea PTZ 1 (din PC 7692*);
- O celulă de protecție transformator echipată cu întrerupător în vid, manual, contacte auxiliare 1NO + 1NC, combinat cu separator, combinat cu CLP, două transformatoare de curent 300/5A, două transformatoare de tensiune 20/0,1kV, un transformator de curent homopolar 100/1A, indicator de prezență tensiune, rezistență +termostat anticondens, releu cu funcțiile:
 - 50 – protecție instantanee la supracurent;
 - 51 – protecție instantanee la curent de defect;

- 50N – protecția temporizată la supracurent;
 - 51N – protecția temporizată la curentul de defect (curenți de nul)
- Automatizare celulă trafo cu întrerupător în conformitate cu cerințele operatorului de distribuție Rețele Electrice Muntenia S.A. pentru cazuri speciale;
- Sursă în comutație: intrare 230V c.a. /50Hz, ieșire 24V c.c. + 2 acumulatori fără întreținere 12Vc.c. 26A tip AGM cu durata de viață de minim 5 ani.

Postul de transformare existent PTZ 2 este echipat cu un transformator trifazat ABB 2000kVA 20/0.4kV (din 2019, ulei, Dyn5, cu pierderi reduse: în sarcină 17182W respectiv în gol 1381W)

Se propune înlocuirea celei de protecție transformator existentă cu o celulă nouă de protecție transformator echipată cu întrerupător în vid, manual, contacte auxiliare 1NO + 1NC, combinat cu separator, combinat cu CLP, două transformatoare de curent 300/5A, două transformatoare de tensiune 20/0,1kV, un transformator de curent homopolar 100/1A, indicator de prezență tensiune, rezistență +termostat anticondens, releu cu funcțiile: 50, 51, 50N, 51N. automatizare celulă trafo cu întrerupător în conformitate cu cerințele operatorului de distribuție Rețele Electrice Muntenia S.A. pentru cazuri speciale.

În cadrul PTZ 2 se va monta o sursă în comutație: intrare 230V c.a. /50Hz, ieșire 24V c.c. prevăzută cu 2 acumulatori fără întreținere 12Vc.c. 26A tip AGM cu durata de viață de minim 5 ani.

PTZ 2 va rămâne racordat la RED prin intermediul celei de linie existentă în cadrul camerei tehnice aferente PTZ 2.

❖ *Modernizarea opțională a punctelor de conexiune, compartimentele de utilizator*

Compartimentul de utilizator **PC 7692***

Se propune demontarea tuturor celulele de medie tensiune existente în cadrul compartimentului de utilizare aferent punctului de conexiune de medie tensiune PC 7692* existent (o celulă dispozitiv general și o celulă de linie) în locul cărora se vor monta următoarele echipamente noi:

- O celulă dispozitiv general de medie tensiune echipată cu întrerupător în vid, manual, contacte auxiliare 3NO + 3NC, combinat cu separator, combinat cu CLP, trei transformatoare de curent 300/5/5/5A, trei transformatoare de tensiune 20/0,1/0,1/0,1kV pentru alimentarea releului pe funcția 67N, analizor de putere și traductor pentru monitorizarea detaliată, un transformator de curent homopolar 100/1A special pentru măsurarea și analiza precisă a curentului, indicator de prezență tensiune, rezistență +termostat anticondens, protocol de comunicație standard MODBUS RTU RS232, releu multifuncțional pentru protecție și control:
 - 27 – protecție la sub-tensiune;
 - 49 – protecție termică (supratemperatură)
 - 50 – protecție instantanee la supracurent;
 - 51 – protecție instantanee la curent de defect;
 - 50N – protecția temporizată la supracurent;
 - 51N – protecția temporizată la curentul de defect (curenți de nul);
 - 59 – protecție la supratensiune;
 - 59N – protecție la supratensiune pe nul;
 - 67 – protecție direcțională la supracurent;
 - 67N – protecție direcțională la defect pe nul;
 - BF – protecție pentru defecte ale întrerupătorului;
 - 74CT – semnalizare curent de defect (transformatoare de curent);
 - 74VT – semnalizare defect tensiune (transformatoare de tensiune);
 - 74TCS – semnalizare blocare în cascadă a separatorului.
- Analizor de calitate a energiei clasa A
- Traductor universal programabil cu 4 ieșiri cu protocol de comunicație MODBUS RTU
- O celulă de linie cu separator de sarcină în SF6 combinat cu CLP, indicator prezență tensiune, rezistență + termostat anticondens pentru alimentarea PTZ 1 existent;

- Sursă în comutație: intrare 230V c.a. /50Hz, ieșire 24V c.c. + 2 acumulatori fără întreținere 12Vc.c. 26A tip AGM cu durata de viață de minim 5 ani.

Compartimentul de utilizator **PC 7922***

În cadrul compartimentului de utilizare aferent PC 7922* pentru respectare cerințelor de racordare ale operatorului de distribuție se va înlocui dispozitivul general existent cu un dispozitiv general nou echipat cu întrerupător în vid, manual, contacte auxiliare 3NO + 3NC, combinat cu separator, combinat cu CLP, trei transformatoare de curent 300/5/5/5A, trei transformatoare de tensiune 20/0, 1/0, 1/0, 1kV pentru alimentarea releului pe funcția 67N, analizor de putere și traductor pentru monitorizarea detaliată, un transformator de curent homopolar 100/1A special pentru măsurarea și analiza precisă a curentului, indicator de prezență tensiune, rezistență +termostat anticondens, protocol de comunicație standard MODBUS RTU RS232, releu multifuncțional pentru protecție și control: 27 - 49 - 50 - 51 - 50N - 51N - 59 - 59N - 67 - 67N - BF - 74CT - 74VT - 74TCS.

Pentru alimentarea PTZ 2 și PTAB 3 nou proiectat se vor utiliza cele două celule de linie de medie tensiune existente în cadrul compartimentului de utilizare.

În cadrul compartimentului de utilizare al PC 7922* se va monta suplimentar :

- Un analizor de calitate a energiei clasa A
- Un traductor universal programabil cu 4 ieșiri cu protocol de comunicație MODBUS RTU
- O sursă în comutație: intrare 230V c.a. /50Hz, ieșire 24V c.c. prevăzută cu 2 acumulatori fără întreținere 12Vc.c. 26A tip AGM cu durata de viață de minim 5 ani.

Instalația de racordare

- ❖ *Cerințe pentru centralele electrice fotovoltaice nedispecerizabile (CEFND) conform ANRE 228/2018 – Norma tehnică – Condiții tehnice de racordare la rețelele electrice de interes public pentru prosumatorii cu injecție de putere activă în rețea*

Norma tehnică 228/2018 stabilește cerințele tehnice minimale pe care trebuie să le îndeplinească centralele electrice fotovoltaice racordate la rețelele electrice de interes public, astfel încât să poată fi asigurată funcționarea în siguranță a sistemului electroenergetic, precum și condițiile pentru funcționarea sigură a centralei.

Norma tehnică 228/2018 constituie parte componentă a Codului tehnic al rețelei electrice de transport, aprobat prin Ordinul președintelui Autorității Naționale de Reglementare în Domeniul Energiei nr. 20/2004, și a Codului tehnic al rețelelor electrice de distribuție, aprobat prin Ordinul președintelui Autorității Naționale de Reglementare în Domeniul Energiei nr. 128/2008.

Norma tehnică 228/2018 se aplică în relațiile dintre operatorii de rețea și utilizatorii care solicită racordarea de centrale electrice fotovoltaice la rețelele electrice de interes public.

Toate CEFND, indiferent de puterea instalată, trebuie să respecte cerințele art. 5, art. 7 lit. a), art. 12 alin. (1) și art. 15.(2).

În plus față de cerințele de la alin. (1), CEFND cu puterea instalată mai mare de 0,4 MW și mai mică sau egală cu 1 MW trebuie să respecte cerințele de la art. 7, art. 8 alin. (1), art. 12 alin. (2) și art. 16.(3) În plus față de cerințele de la alin. (1), CEFND cu puterea instalată mai mare de 1 MW și mai mică sau egală cu 5 MW trebuie să respecte cerințele de la art. 6, 7, 8, 11, art. 12 alin. (2), art. 13 alin. (1), alin. (2) lit. b) și alin. (3), art. 14, 16, 18 și 19.(4) În situații justificate, în scopul asigurării funcționării în condiții de siguranță a rețelei electrice, operatorul de rețea poate impune pentru CEFND condiții suplimentare celor de mai sus sau mai restrictive.

Capitolul VI. Cerințe pentru centralele fotovoltaice nedispecerizabile (CEFND)

Art.21. - (1) Toate CEFND, indiferent de puterea instalată, trebuie să respecte următoarele cerințe: Art.5. CEFND trebuie să respecte integral cerințele Codului tehnic al rețelei electrice de transport, aprobat prin Ordinul președintelui Autorității Naționale de Reglementare în Domeniul Energiei nr. 20/2004/Codului tehnic al rețelelor electrice de distribuție, aprobat prin Ordinul președintelui Autorității Naționale de Reglementare în Domeniul Energiei nr. 128/2008, și prezentei norme tehnice.

Art.7. Toate invertoarele componente ale unei CEFND trebuie să aibă capabilitatea:

a) să rămână conectate la rețea și să funcționeze continuu, fără limită de timp, în domeniul de frecvență (47,5÷52) Hz;

Art.12. - (1) Deținătorul CEFND este obligat să asigure protejarea panourilor fotovoltaice, a invertoarelor componente ale CEFND și a instalațiilor auxiliare contra pagubelor ce pot fi provocate de defecte în instalațiile proprii sau de impactul rețelei electrice asupra acestora la acționarea corectă a protecțiilor de declanșare a CEFND ori la incidentele din rețea (scurtcircuite cu și fără punere la pământ, acționări ale protecțiilor în rețea, supratensiuni tranzitorii etc.), cât și în cazul apariției unor condiții tehnice excepționale/anormale de funcționare.

Art.15. Soluția de racordare a CEFND nu trebuie să permită funcționarea CEFND în regim insularizat, inclusiv prin dotarea cu protecții care să declanșeze CEFND la apariția unui asemenea regim.

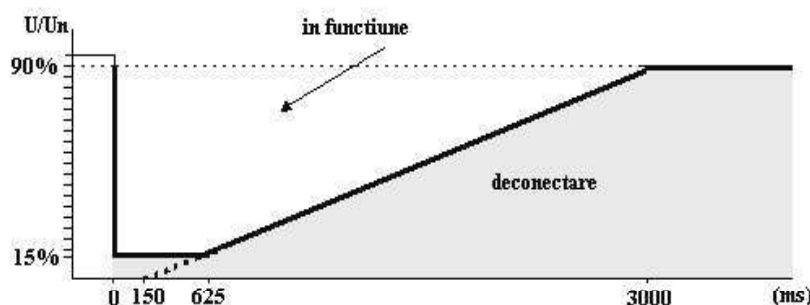
Art.21. - (2) În plus față de cerințele de la alin. (1), CEFND cu puterea instalată mai mare de 0,4 MW și mai mică sau egală cu 1 MW trebuie să respecte cerințele:

Art.5. CEFND trebuie să respecte integral cerințele Codului tehnic al rețelei electrice de transport, aprobat prin Ordinul președintelui Autorității Naționale de Reglementare în Domeniul Energiei nr. 20/2004/Codului tehnic al rețelelor electrice de distribuție, aprobat prin Ordinul președintelui Autorității Naționale de Reglementare în Domeniul Energiei nr. 128/2008, și prezentei norme tehnice.

Art. 7. Toate invertoarele componente ale unei CEFND trebuie să aibă capabilitatea:

- a) să rămână conectate la rețea și să funcționeze continuu, fără limită de timp, în domeniul de frecvență (47,5÷52) Hz;
- b) să rămână conectate la rețeaua electrică atunci când se produc variații de frecvență având viteza de până la 1 Hz/secundă;
- c) să funcționeze continuu la o tensiune în PCC în domeniul (0,90 ÷ 1,10) Un.

Art. 8. - (1) CEFND și invertoarele componente trebuie să rămână în funcțiune la apariția golurilor și a variațiilor de tensiune de tipul celor din figura 1 (sa asigure trecerea peste defect), pe una sau pe toate fazele, în punctul de delimitare:



Amplitudinea golurilor de tensiune la care CEF și invertoarele componente trebuie să rămână în funcțiune

Art.12. - (1) Deținătorul CEFD este obligat să asigure protejarea panourilor fotovoltaice, a invertoarelor componente ale CEFD și a instalațiilor auxiliare contra pagubelor ce pot fi provocate de defecte în instalațiile proprii sau de impactul rețelei electrice asupra acestora la acționarea corectă a protecțiilor de declanșare a CEFD ori la incidentele din rețea (scurtcircuite cu și fără punere la pământ, acționări ale protecțiilor în rețea, supratensiuni tranzitorii etc.), cât și în cazul apariției unor condiții tehnice excepționale/anormale de funcționare. (2) Deținătorul CEFD trebuie să pună la dispoziția operatorului de rețea tipul protecțiilor, modalitatea de racordare la circuitele de tensiune, curent electric și declanșare, matricea de acționare a funcțiilor de protecție, stabilite prin proiect, la interfața CEFD-SEN.

Art.15. Soluția de racordare a CEFD nu trebuie să permită funcționarea CEFD în regim insularizat, inclusiv prin dotarea cu protecții care să declanșeze CEFD la apariția unui asemenea regim.

Art. 16. (1) Invertoarele componente CEFD, având certificate de tip conform normelor europene aplicabile, garantează respectarea cerințelor prezentei norme tehnice referitoare la comportamentul la variațiile de frecvență și tensiune, precum și la trecerea peste defect.

(2) Indiferent de numărul invertoarelor și al instalațiilor auxiliare aflate în funcțiune și oricare ar fi puterea produsă, CEFD trebuie să asigure în PCC calitatea energiei electrice conform cu standardele în vigoare.

2.2. Soluția propusă pentru racordarea centralei electrice fotovoltaice

În prezent locul de consum Resilux Packanging South East Europe S.R.L. este alimentat din Stația Electrică de transformare 110/20kV Căciulați, prin două fidere de medie tensiune:

- L20kV Resilux 1 din secția de bare 1 roșie 20kV cu măsura la medie tensiune în PC 7692*;
- L20kV Resilux 2 din secția de bare 2 verde 20kV cu măsura la medie tensiune în PC 7922*

O primă condiție a operatorului de distribuție Rețele Electrice Muntenia S.A. în vederea racordării centralei electrice fotovoltaice cu $P_i = 3.542,50\text{kWp}$ instalați în panourile fotovoltaice, $P_i = 3550\text{kW}$ instalați în invertoare a fost ca această centrală să fie împărțită între cele două fidere pentru a menține un consum echilibrat.

Astfel în cadrul studiului de fezabilitate s-a propus ca această centrală electrică cu panouri fotovoltaice să fie împărțită în trei subsisteme după cum urmează:

Subsistemul 1 – 1,787MWp al centralei electrice cu panouri fotovoltaice format din:

- **3029 buc. panouri fotovoltaice** de Longi Solar LR5-72HTH 590M (sau alt model de panouri fotovoltaice de putere similară) montate pe structură fixa amplasată pe sol, cu unghiul de înclinare de 25° , orientate către Sud vor fi conectate conform pieselor desenate prin intermediul a **18 buc. invertoare** on-grid Huawei de **100kW** (sau alt model de invertoare similare, agreeate de operatorul de distribuție local) conectate prin intermediul unui tablou centralizator echipat cu întrerupător motorizat comandat prin releu de monitorizare și protecție a tensiunii și frecvenței în două trepte și funcție de antiinsularizare în cadrul tabloului de joasă tensiune existent, aferent postului de transformare PTZ 1 prevăzut cu un transformator trifazat de putere de 2500kVA 20/0,4kV, ce în prezent este alimentat din Stația 110/20kV Căciulați, L20kV Resilux 1 prin intermediul PC 7692*.

Pentru racordarea Subsistemului aferent centralei electrice cu panouri fotovoltaice cu $P_i = 1,787\text{ MWp}$ în instalația de utilizare a abonatului aferentă PC 7692* vor fi necesare următoarele

lucrări suplimentare:

Compartimentul de racordare aferent **PC 7692***

Înlocuire UP-uri existente din cadrul PC 7692* aferent barei MT de racordare a noului prosumator cu **UP 2020 LITE 16 sloturi** și **Router Rugged pentru comunicații 4G – CISCO IR 1101**.

Compartimentul de utilizator **PC 7692***

- **un analizor de calitate a energiei clasa A;**
- **un traductor** universal programabil cu 4 ieșiri cu protocol de comunicație MODBUS RTU
- o sursă în comutație (redresor / încărcător) : intrare 230V c.a. / 50Hz, ieșire 24V c.c.; echipată cu doi acumulatori fără întreținere de tip AGM de 12Vcc 26Ah cu durată de viață de minim 5 ani.

Opțional se recomandă realizarea următoarelor lucrări de modernizare a instalației de utilizare:

Deoarece nu există suficient spațiu în cadrul compartimentelor de utilizare aferente punctelor de conexiune pentru extinderea instalațiilor de medie tensiune în vederea montării a câte o celulă de măsură și interfață prevăzută cu trei transformatoare de tensiune 20/0,1kV pentru obținerea referinței de tensiune necesară traductoarelor 4-20mA ce transmit informațiile către Up pentru CEF 3,28MW Resilux, se propune modernizarea întregii secții de bare de medie tensiune din cadrul compartimentului de utilizare astfel:

- În **PC 7692*** se demontează echipamentele de medie tensiune existente și se vor monta în locul acestora:
 - ❖ **o celulă distribuitor general cu protecție direcțională**
(cu separator combinat cu CLP, al doilea CLP pe intrare cu dispozitiv de blocare, întrerupător în VID manual, contacte auxiliare 3NO + 3NC, bobină de deschidere, bobină de minimă tensiune, 3 x TC 300/5/5/5 A și 1 x TC 100/1A, 3 x TT cu 3 înfășurări secundare pentru funcția 67N, analizor și traductor, protocol de comunicație inclus, standard MODBUS RTU RS 232, rezistență + termostat anticondens, indicator prezență tensiune, releu cu funcții:
 - **Funcții de protecție împotriva condițiilor anormale de tensiune și frecvență:**
 - **27** - Subtensiune: Protecție la tensiune scăzută.
Releul declanșează dacă tensiunea scade sub un anumit prag prestabilit.
 - **59** - Supratensiune: Protecție la tensiune ridicată.
Releul acționează dacă tensiunea depășește o valoare critică.
 - **59N** - Supratensiune de secvență zero:
Protecție împotriva supratensiunii în regim de defect pe pământ.
 - **Funcții de protecție termică și de defecte interne:**
 - **49** - Protecție termică:
Monitorizează temperatura și declanșează la supraîncălzire.
 - **BF** (Breaker Failure) - Eșec întreruptor:
Detectează dacă un întreruptor nu s-a deschis după un semnal de declanșare și inițiază protecție de rezervă.
 - **Funcții de protecție la curent și defecte de pământ:**
 - **50** - Protecție instantanee la supracurent
Detectează curenți de defect foarte mari și declanșează imediat (fără întârziere).
 - **50N** - Protecție instantanee la curent de secvență zero:
Detectează curentul de defect în cazul unei puneri la pământ.
 - **51** - Protecție temporizată la supracurent:
Similară cu 50, dar cu întârziere de declanșare pentru coordonare selectivă.
 - **51N** - Protecție temporizată la curent de secvență zero:
Protecție temporizată pentru defecte de punere la pământ.
 - **Funcții direcționale de protecție la curent și defecte de pământ:**

- **67** - Protecție direcțională la supracurent:
Similară cu 51, dar detectează direcția curentului pentru a diferenția între un defect în amonte sau în aval.
 - **67N** - Protecție direcțională la curent de secvență zero:
Similară cu 51N, dar ia în considerare direcția curentului de defect pentru a izola defectele.
 - **Funcții auxiliare și de supraveghere:**
 - **74CT** - Monitorizare de circuit de curent (Current Transformer Supervision - CTS):
Detectează defecte în transformatoarele de curent (CT) sau în conexiunile acestora.
 - **74VT** - Monitorizare de circuit de tensiune (Voltage Transformer Supervision - VTS):
Detectează defecte în transformatoarele de tensiune (VT) sau în conexiunile acestora.
 - **74TCS** - Test de circuit secundar (Trip Circuit Supervision - TCS):
Monitorizează continuitatea circuitului de declanșare al întreruptorului, asigurându-se că acesta este funcțional.
 - **o celulă de linie cu separator** de sarcină combinat cu CLP, motorizat, rezistență + termostat anticondens, indicatori prezență tensiune (de la care se va realiza alimentarea postului de transformare existent **PTZ 1** 1x2500kVA 20/0,4kV);
- În **PTZ 1** se demontează echipamentele de medie tensiune existente și se vor monta în locul acestora:
- o celulă de protecție transformator cu întrerupător manual, contacte auxiliare 1NO+1NC, combinat cu CLP, bobină de deschidere, indicatori de prezență tensiune, rezistență + termostat anticondens, protocol de comunicații standard MODBUS RTU RS 232, releu de comunicații cu funcțiile 50 – 51 – 50N – 51N complet cu 2 TC + 1TC homopolar.
 - O celulă de linie cu separator de sarcină combinat cu CLP, motorizat, rezistență + termostat anticondens, indicatori prezență tensiune (sosire de la PC 7692*);
 - automatizare celula trafo cu întrerupător în conformitate cu cerințele operatorului de distribuție pentru cazuri speciale;
 - o sursă în comutație (redresor / încărcător) echipată cu doi acumulatori fără întreținere de tip AGM de 12Vcc 26Ah

Subsistemul 2 – 1,342MWp al centralei electrice cu panouri fotovoltaice format din:

- **2275 buc. panouri fotovoltaice** de Longi Solar LR5-72HTH 590M (sau alt model de panouri fotovoltaice de putere similară) montate pe structură fixă **amplasată pe sol**, cu unghiul de înclinare de **25°**, orientate către **Sud** vor fi conectate conform pieselor desenate prin intermediul a **13 buc. invertoare** on-grid Huawei de **100kW** și **1 buc. inverter** on grid Huawei de **50kW** (sau alte modele de invertore similare, agreeate de operatorul de distribuție local) conectate prin intermediul unui tablou centralizator echipat cu întrerupător motorizat comandat prin releu de monitorizare și protecție a tensiunii și frecvenței în două trepte și funcție de antiinsularizare în cadrul tabloului de joasă tensiune existent, aferent postului de transformare **PTZ 2** prevăzut cu un transformator trifazat de putere de 2000kVA 20/0,4kV, ce în prezent este alimentat din Stația 110/20kV Căciulați, L20kV Resilux 2 prin intermediul **PC 7922***.

Pentru racordarea Subsistemului aferent centralei electrice cu panouri fotovoltaice cu $P_i = 1,342$ MWp în instalația de utilizare a abonatului aferentă PC 7922* vor fi necesare următoarele

lucrări suplimentare:

Compartimentul de racordare aferent **PC 7922***

Înlocuire UP-uri existente din cadrul PC 7922* aferent barei MT de racordare a noului prosumator cu **UP 2020 LITE 16 sloturi** și **Router Rugged pentru comunicații 4G – CISCO IR 1101**.

Compartimentul de utilizator **PC 7922***

- **un analizor de calitate a energiei clasa A;**
- **un traductor** universal programabil cu 4 ieșiri cu protocol de comunicație MODBUS RTU
- o sursă în comutație (redresor / încărcător) : intrare 230V c.a. / 50Hz, ieșire 24V c.c.; echipată cu doi acumulatori fără întreținere de tip AGM de 12Vcc 26Ah cu durată de viață de minim 5 ani.

Opțional se recomandă realizarea următoarelor lucrări de modernizare a instalației de utilizare:

Deoarece nu există suficient spațiu în cadrul compartimentelor de utilizare aferente punctelor de conexiune pentru extinderea instalațiilor de medie tensiune în vederea montării a câte o celulă de măsură și interfață prevăzută cu trei transformatori de tensiune 20/0,1kV pentru obținerea referinței de tensiune necesară traductoarelor 4-20mA ce transmit informațiile către Up pentru CEF 3,28MW Resilux, se propune modernizarea întregii secții de bare de medie tensiune din cadrul compartimentului de utilizare astfel:

➤ În **PC 7922*** se va înlocui celula dispozitiv general cu o celulă nouă:

❖ **o celulă distribuitor general cu protecție direcțională**

(cu separator combinat cu CLP, al doilea CLP pe intrare cu dispozitiv de blocare, întrerupător în VID manual, contacte auxiliare 3NO + 3NC, bobină de deschidere, bobină de minimă tensiune, 3 x TC 300/5/5/5 A și 1 x TC 100/1A, 3 x TT cu 3 înfășurări secundare pentru funcția 67N, analizor și traductor, protocol de comunicație inclus, standard MODBUS RTU RS 232, rezistență + termostat anticondens, indicator prezență tensiune, releu cu funcții:

→ **Funcții de protecție împotriva condițiilor anormale de tensiune și frecvență:**

- **27** - Subtensiune: Protecție la tensiune scăzută.
Releul declanșează dacă tensiunea scade sub un anumit prag prestabilit.
- **59** - Supratensiune: Protecție la tensiune ridicată.
Releul acționează dacă tensiunea depășește o valoare critică.
- **59N** - Supratensiune de secvență zero:
Protecție împotriva supratensiunii în regim de defect pe pământ.

→ **Funcții de protecție termică și de defecte interne:**

- **49** - Protecție termică:
Monitorizează temperatura și declanșează la supraîncălzire.
- **BF** (Breaker Failure) - Eșec întreruptor:
Detectează dacă un întreruptor nu s-a deschis după un semnal de declanșare și inițiază protecție de rezervă.

→ **Funcții de protecție la curent și defecte de pământ:**

- **50** - Protecție instantanee la supracurent
Detectează curenți de defect foarte mari și declanșează imediat (fără întârziere).
- **50N** - Protecție instantanee la curent de secvență zero:
Detectează curentul de defect în cazul unei puneri la pământ.
- **51** - Protecție temporizată la supracurent:
Similară cu 50, dar cu întârziere de declanșare pentru coordonare selectivă.
- **51N** - Protecție temporizată la curent de secvență zero:
Protecție temporizată pentru defecte de punere la pământ.

→ **Funcții direcționale de protecție la curent și defecte de pământ:**

- **67** - Protecție direcțională la supracurent:
Similară cu 51, dar detectează direcția curentului pentru a diferenția între un defect în amonte sau în aval.
- **67N** - Protecție direcțională la curent de secvență zero:
Similară cu 51N, dar ia în considerare direcția curentului de defect pentru a izola defectele.
- **Funcții auxiliare și de supraveghere:**
 - **74CT** - Monitorizare de circuit de curent (Current Transformer Supervision - CTS):
Detectează defecte în transformatoarele de curent (CT) sau în conexiunile acestora.
 - **74VT** - Monitorizare de circuit de tensiune (Voltage Transformer Supervision - VTS):
Detectează defecte în transformatoarele de tensiune (VT) sau în conexiunile acestora.
 - **74TCS** - Test de circuit secundar (Trip Circuit Supervision - TCS):
Monitorizează continuitatea circuitului de declanșare al întreruptorului, asigurându-se că acesta este funcțional.
- **Celulele de linie** se vor păstra cele **existente** (1 pentru plecare spre PCZ2 și PTAB 3 nou)
- În cadrul **PTZ 2** se va înlocui celula de protecție transformator cu o celulă nouă, celula de linie sosire de la PC 7922* se va păstra cea existentă:
 - o celulă de protecție transformator cu întrerupător manual, contacte auxiliare 1NO+1NC, combinat cu CLP, bobină de deschidere, indicatori de prezență tensiune, rezistență + termostat anticondens, protocol de comunicații standard MODBUS RTU RS 232, releu de comunicații cu funcțiile 50 – 51 – 50N – 51N complet cu 2 TC + 1TC homopolar.
 - o celulă de linie cu separator existentă – sosire de la PC 7922*

1. Măsuri de protecția muncii și PSI

1.1. Măsuri PSI

Prezentul proiect s-a elaborat cu respectarea prevederilor din legislația PSI, nomelor și normativelor republicate și departamentele, standardelor și prescripțiilor tehnice în vigoare.

Soluțiile adoptate asigură evitarea supraîncălzirilor periculoase a limentelor de instalație, prin limitarea sarcinii, alegerea secțiunilor căilor de curent, reglajul protecției.

Aceste măsuri sunt asigurate în special prin protecția echipamentelor și instalațiilor proiectate la situații de funcționare normală și prin respectarea distanțelor minime față de alte obiective aflate în vecinătatea instalațiilor proiectate.

Pozarea cablurilor electrice se va face în concordanță cu prevederile NTE 007/2008 „*Normativ pentru proiectarea și execuția rețelelor de cabluri electrice*” Prevederile legilor și normelor enumerate mai jos sunt obligatorii atât pentru faza de execuție a lucrărilor proiectate cât și pentru exploatarea acestora dacă nu intervin modificări sau completări ale acestora. Respectarea reglementărilor de prevenire și stingere a incendiilor, precum și echiparea cu mijloace de prevenire și stingere a incendiilor sunt obligatorii la execuția lucrărilor.

Răspunderea pentru prevenirea și stingerea incendiilor revine antreprenorului și șantierului care asigură execuția lucrărilor.

Înainte de executarea unor operații cu foc deschis (sudura, lipire cu flacăra, topire de materiale izolante, topire plumb, etc) se va face instructajul personalului care realizează aceste operații având în vedere prevederile Normativului C300 de prevenire și stingere a incendiilor pe durata de execuție a lucrărilor de construcții și instalații aferente acestora

Se interzice fumatul sau lucrul cu foc deschis în zonele unde se execută izolații sau operații cu substanțe inflamabile

Lucrările de sudura nu se execută în zonele în care se realizează vopsitorii sau izolații.

Se interzice depozitarea la locul de organizare a șantierului a carburanților necesari funcționării utilajelor. Dacă la montaj anumite părți din instalație nu pot fi executate conform proiectului, se va cere în scris avizul Proiectantului.

Pericolele avute în vedere sunt:

- scurtcircuite în apropierea unor materiale combustibile
- flacăra deschisă sau surse de căldură, manipulare incorectă urmată de aprinderea sau explozia unor materiale

Măsuri de prevenire a incendiilor prevăzute în proiect:

- elemente de construcție incombustibile
- separări, distanțări, compartimentări
- echipamente electrice corespunzătoare categoriei de pericol sub incendiu

La execuția lucrărilor se vor respecta cu strictețe:

- Legea nr. 307/2006 cu privire la apărarea împotriva incendiilor;
- Ordin nr. 210/2007 pentru aprobarea metodologiei privind indentificarea , evaluarea și controlul riscurilor de incendiu publicat în MO nr. 594 din 18.09.2001
- Ordin nr. 85/2001 pentru aprobarea metodologiei de certificare a conformității, de agrementare tehnica și de avizare tehnica pentru fabricarea, comercializarea și utilizarea mijloacelor tehnice de aparare împotriva incendiilor
- HG nr. 537/2007 privind stabilirea și sancționarea contravențiilor la normele de prevenire și stingere a incendiilor;

- HG nr. 551/1992 privind unele masuri pentru imbunatatirea activitatii de prevenire și stingere a incendiilor, modificata și completata de HG nr. 71/1996
- Ordin nr.1435/2006 pentru aprobarea normelor metodologice de avizare și autorizare privind securitatea la incendiu și Protecția civilă;
- Norme generale PSI - Ordinul Ministerului de Interne 775/1995, publicate in M.O. al Romaniei nr. 132, partea I-a

1.2. Măsurile de protecția muncii

La elaborarea documentației s-a avut în vedere legislația specifică domeniului de activitate referitoare la sănătate și securitate ocupațională. Prevederile legilor și normelor enumerate mai jos sunt obligatorii atât pentru faza de execuție a lucrărilor proiectate cât și pentru exploatarea și intervențiile ulterioare la utilaje, echipamentele și instalațiile proiectate dacă nu intervin modificări sau completări ale acestora.

Documentația respectă prevederile de sănătate și securitate ocupațională conform:

- Legea nr. 53/2003 cu privire la codul muncii
- Regulament privind Protecția și igiena muncii in constructii aprobat prin ordinul MLPAT nr. 9N/93;
- Norme de medicina muncii aprobate prin Ordinul MS nr. 933/94
- HG nr. 457/2003 privind asigurarea securitatii utilizatorilor de echipamente electrice de joasa tensiune
- Legea nr. 319/2006 cu privire la securitatea și sanatatea in muncă
- HG nr. 1048/2006 privind cerintele minime de securitate și sanatate pentru utilizarea de catre lucratori a echipamentelor individuale de protectie
- HG nr. 1136/2006 privind cerintele minime de securitate și sanatate referitoare la expunerea lucratorilor la riscuri generate de campuri electromagnetice
- HG nr. 300/2006 privind cerintele minime de securitate și sanatate pentru santierele temporare sau mobile
- HG nr. 971/2006 privind cerintele minime pentru semnalizarea de securitate și/sau sanatate la locul de muncă

Instructiuni proprii de securitate în muncă, (IPSSM), ale executantului și ale beneficiarului;

Pe perioada executiei se vor lua masuri pentru evitarea accidentelor de orice natura.

Nu se vor executa lucrări sub tensiune.

Personalul de executie a traseelor de cabluri va fi autorizat pentru acest gen de lucrări.

Se vor executa mai întâi toate lucrările care nu afectează instalațiile electrice în funcțiune.

La executarea lucrărilor în zonele cu circulație se vor lua măsuri de delimitare a zonei de lucru și se vor monta indicatoarele de interdicție adecvate de circulație auto și pietonale.

La traversarea trotuarelor se vor instala podețe de trecere.

Se vor respecta distanțele față de alte rețele conform normativului NTE 007/08/00.

Lucrările se vor realiza în baza unui program clar întocmit între unitatea de exploatare și unitățile de montaj cu sarcini și responsabilități precise, ținându-se cont de durata în care se pot executa lucrările, respectiv cât pot fi retrase instalațiile din exploatare. Manipularea materialelor și echipamentelor se va face cu mare grijă, pentru a respecta distanțele de siguranță față de instalațiile electrice, distanțe stabilite de comun acord între unitatea de montaj și gestionara instalațiilor, asigurându-se împiedicarea apropierei sub distanța de vecinătate admisă în orice împrejurare tehnologică sau accidentală.

Utilajele, uneltele, aparatele de măsură trebuie să fie verificate în conformitate cu normele și normativele în vigoare.

Toate lucrările de montaj ale instalațiilor electrice se vor executa de catre muncitori cu o calificare tehnica corespunzatoare, cu instructajul de Protecția muncii facut pentru locul de muncă respectiv și consemnat in fisa individuala de instruire. Protecția împotriva socurilor datorate electrocutarii prin atingere indirecta se realizeaza numai prin mijloace și masuri tehnice. Este interzisa înlocuirea mijloacelor de protectie tehnice cu masuri organizatorice. In exploatare instalatiile electrice vor fi intretinute de personal autorizat care sa respecte normele tehnice și organizatorice de Protecția muncii , sa utilizeze echipament de

protecție corespunzătoare activității efectuate. Echipamentele defectate vor fi înlocuite doar cu echipament echivalent tehnic cu cel defectat. Pe timpul lucrărilor sus menționate vor fi prezenți sau pot să apară următorii factori de risc de accidentare și îmbolnăvire profesională:

- cadere la același nivel;
- cadere de la înălțime;
- cadere obiecte de la înălțime;
- prinderea, lovirea sau strivirea de către echipamente tehnice acționate mecanic sau manual;
- prinderea, lovirea sau strivirea de către mijloace de transport în incintă/în afara unității;
- prinderea, lovirea sau strivirea de către obiecte sau materiale manipulate manual sau mecanizat;
- contact cu curent electric (atingere directă / indirectă și chiar tensiune de pas);
- contact cu suprafețe sau corpuri fierbinți ($T > +55^{\circ}\text{C}$) sau foarte reci ($T < -20^{\circ}\text{C}$), precum și cu flacăra deschisă;
- contact cu substanțe toxice (vopsire, sudură / lipire etc.) - expunerea la climat necorespunzător (umiditate relativă $> 80\%$, curenți de aer, temperaturi atmosferice $> +30^{\circ}\text{C}$ sau $< -5^{\circ}\text{C}$);
- alte riscuri (posibile incendii, stres, relații neprincipale etc.)

Pentru combaterea acestor factori de risc, pe lângă măsurile precizate anterior este necesar ca atât constructorul cât și beneficiarul să acorde, de la caz la caz, echipament individual de protecție conform Listelor interne, alăturate conform Normativului – cadru de acordare și utilizare a echipamentului individual de protecție aprobat prin Ordinul nr. 225/1995 al ministrului muncii și protecției sociale. Se va acorda o atenție deosebită mijloacelor individuale de protecție: antitermică (sudură), electroizolante și pentru lucru la înălțime (centuri de siguranță tip construcții – montaj, alese după studierea atentă a Instrucțiunilor M.M.P.S. nr. 3/1996 pentru selecționarea mijloacelor individuale de protecție împotriva căderilor de la înălțime. Se vor utiliza indicatoare de securitate pentru: interdicție, avertizare, siguranță, informare și obligativitate conform STAS 297/2-1992, ori de câte ori va fi cazul. În principiu, dacă nu se va conveni altfel prin convenția dintre constructor și beneficiar, măsurile privind Protecția muncii revin:

- constructorului (executantului) pe timpul montajului și probelor;
- constructorului și beneficiarului investiției pe timpul recepției la terminarea lucrărilor / punerea în funcțiune;
- beneficiarului pe timpul exploatării și întreținerii instalațiilor electrice ce face obiectul prezentului proiect.

Aceste măsuri nu sunt limitative și pot fi extinse de executant în vederea evitării accidentelor de muncă.

2. Măsuri de protecția mediului

Producerea energiei electrice rezultată din transformarea energiei fotovoltaice nu presupune eliberarea de substanțe poluante în atmosfera astfel fiecare kWh produs prin acest proces permite evitarea eliminării în atmosfera a 0,5 kg de CO_2 (gaz responsabil pentru efectul de seră) rezultat din producerea unui kWh prin metode tradiționale.

După terminarea ciclului de utilizare, unitatea fotovoltaică pentru producție electricitate va fi dezafectată. În urma acestui proces nu vor rezulta deșeuri, structura metalică de susținere putând fi refolosită.

Documentația nu necesită un studiu de impact asupra mediului.

2.1. Protecția apelor

Instalațiile proiectate nu produc agenți poluanți pentru apele sub și suprațerrane.

Pe perioada de execuție și funcționare a proiectului propus nu vor fi afectate cursuri de apă.

Nu rezultă ape uzate tehnologice în urma desfășurării realizării proiectului propus.

2.2. Protecția aerului

Pe perioada de construcție pot apărea gaze de eșapament și emisii de praf.

Factorii de emisie pentru gazele de eșapament ale motoarelor tip Diesel, sunt următorii (prezentați de metodologia Corinair):

- pulberi = 4,30g/l, SO_x = 10,0 g/l, CO = 16,0 g/l, CH₄ = 0,17 g/l, NO_x = 32,7 g/l
- emisii de praf prin vehicularea utilajelor se degaja praf în cantități necuantificabile.

Măsuri pentru reducerea poluanților

- Urmărirea cu atenție (de către șeful punctului de lucru) a modului de desfășurare a utilajelor care transportă materialele necesare realizării proiectului propus, realizarea managementului activității de execuție a lucrărilor din cadru perimetrului în mod responsabil și conformarea la toate obiectivele activității în ceea ce privește protecția mediului.
- Asigurarea funcționării corecte a utilajelor și mașinilor, conform parametrilor tehnici standard.
- Prin întreținerea și menținerea în stare corespunzătoare de funcționare a utilajelor se elimină posibilitatea poluării aerului pe seama degajării în exces a gazelor de eșapament.
- Emisiile din gazele de eșapament vor fi prezente temporar, numai în timpul funcționării utilajelor.

În perioada de funcționare nu sunt necesare măsuri de protecția aerului.

Instalațiile proiectate nu produc agenți poluanți pentru aer, în timpul exploatării neexistând nici o formă de emisie a traseelor electrice. Acestea nu produc nici un fel de noxe.

2.3. Protecția împotriva zgomotului și a vibrațiilor

Pe toată perioada de construcție va exista un disconfort fonic, dar se are în vedere utilizarea utilajelor silențioase, astfel încât nivelul de zgomot a se încadra în limitele admise.

În ceea ce privește modul de lucru, la lucrările de construcții montaj specifice, transportul și liftarea pe acoperiș a materialelor pentru construcția instalației, nu necesita staționarea mult timp în zona, doar pentru descarcarea materialelor, executarea acestor operațiuni nu afectează activitatea complexului.

Lucrările proiectate se vor realiza doar în acele intervale orare stabilite de comun acord cu beneficiarul.

Instalațiile proiectate în perioada de funcționare nu produc zgomot sau vibrații.

2.4. Protecția împotriva radiațiilor

Instalațiile proiectate nu produc radiații poluante pentru mediul înconjurător, oameni sau animale. Distanțele de amplasare față de restul obiectivelor sunt cele admise în conformitate cu legislația specifică în vigoare.

2.5. Protecția solului și subsolului

Lucrările de săpătură afectează parțial solul și subsolul. Pământul rămas prin săpătură și deșeurile se vor transporta în locurile precizate de beneficiar. La terminarea lucrărilor terenul se va readuce la starea inițială.

Pe perioada de construcție pentru evitarea poluării solului cu produse petroliere în urma pierderilor de carburanți de la mijloacele de transport și de la utilajele de construcții folosite în timpul executării lucrărilor de construcții, se impune constructorului dotarea cu materiale absorbante pentru produse petroliere. Întreținerea adecvată a utilajelor și la unități specializate astfel evitându-se scăpările accidentale de carburanți și lubrefianți.

Menținerea ordinii și curățeniei pe tot tronsoanul de realizare a lucrărilor.

Nu se vor executa pe amplasament lucrări de reparații a motoarelor, de schimbare a uleiului.

Colectarea selectivă a deșeurilor și eliminarea / valorificarea prin firme autorizate.

Pe perioada de funcționare nu vor rezulta deșeuri.

2.6. Protecția ecosistemului terestru și acvatic

Instalațiile proiectate nu au impact negativ și nu afectează integritatea sitului de importanță comunitară.

2.7. Protecția așezărilor umane și a altor obiective de interes public

Nu sunt necesare măsuri de protecție a așezărilor umane.

2.8. Gospodărirea deșeurilor generate pe amplasament

Ca urmare a executării lucrărilor rezultă deseuri specifice pentru construcții: ambalaje, resturi metalice, fără conținut de substanțe periculoase.

Sursele de deșeuri, tipuri, compoziție și cantități de deșeuri rezultate:

- Nu se vor abandona pe amplasament și în vecinătatea acestora deseuri menajere.
- Nu se va stoca combustibil în zona amplasamentului, deșeurile de ambalaje nu se ard, nu se deversează/aruncă în cursurile de apă, nu se stochează direct pe sol, se vor preda deșeurile unităților specializate.

Deșeuri generate:

Vor exista deșeuri generate de centrala fotovoltaică doar pe perioada de execuție.

Acestea se vor stoca temporar în europubele și se vor preda în vederea eliminării/depozitării definitive către serviciul de salubritate local.

Transportul materialelor și deșeurilor produse în timpul executării lucrărilor de construcții se va face cu mijloace de transport adecvate, acoperite cu prelată, pentru împrăștierea acestora.

Lista deșeurilor generate pe perioada de execuție a centralei electrice fotovoltaice:

20 30 01	deșeuri municipale amestecate
15 01 01	ambalaje de hârtie și carton
15 01 02	ambalaje de materiale plastice
15 01 06	ambalaje amestecate
17 04 11	cabluri, altele decât cele specificate la 17 04 10
17 02 03	materiale plastice

Modul de gospodărire a deșeurilor

- Deșeurile se vor colecta temporar în europubele/pubele metalice compartimentate prevăzute cu saci menajeri corespunzători, fiind valorificate prin firme autorizate
- Nu vor fi afectate terenuri în afara amplasamentului pentru realizarea lucrărilor de investiții, prin: abandonarea, înlăturarea sau eliminarea deșeurilor în locuri neautorizate;
- Se vor asigura condiții de colectare selectivă a deșeurilor conform Legii 211/2011 privind regimul deșeurilor conform art.14 alin.1 "Pentru asigurarea unui grad înalt de valorificare, producătorii de deseuri și detinatorii de deseuri sunt obligați să colecteze separat cel puțin următoarele categorii de deseuri: hartie, metal, plastic și sticlă"

2.9. Gospodărirea substanțelor și preparatelor chimice periculoase

Nu se utilizează substanțe toxice sau periculoase în cadrul lucrărilor de execuție a proiectului propus.

3. Managementul riscurilor industriale (tehnice / tehnologice)

3.1. *Factori de risc tehnic / tehnologic avuți în vedere la instalațiile electrice de joasă tensiune (de curent alternativ și curent continuu)*

- funcționare necorespunzătoare;
- șocuri termice și mecanice datorită exploziilor de echipamente sau acționărilor greșite;
- poluarea mediului ambiant de lucru cu noxe periculoase pentru sănătate;
- zone zgomotoase peste limitele admise;
- temperaturi peste limitele suportabile în zonele de lucru;
- producerea de deteriorări ale echipamentelor (datorită punerii la pământ sau scurtcircuitului)
- explozii în zonele unde se pot acumula amestecuri explozive (de gaze, vapori sau prafuri)

3.1.1. *Măsurile de prevenire prevăzute în documentație*

- dimensionarea corectă a echipamentelor corespunzător curenților de scurtcircuit ce pot apărea;
- dimensionarea corespunzătoare a surselor de alimentare;
- utilizarea de echipamente fiabile cu mentenanță redusă și corespunzătoare mediului în care funcționează;
- prevederea de protecții electrice corespunzătoare, performante și reglate conform condițiilor de funcționare;
- gruparea corespunzătoare a consumatorilor;
- realizarea unor scheme de alimentare elastice în funcționare;
- realizarea unor scheme de blocaj pentru evitarea unor manevre greșite;
- prevederea unor sisteme de semnalizare corespunzătoare a stării de funcționare a instalațiilor
- realizarea unui sistem performant de comandă-control;
- prevederea de instalații de ventilație în stațiile electrice;
- stabilirea unui ansamblu de măsuri tehnico-organizatorice pentru desfășurarea lucrărilor de construcții, montaj și exploatare în condiții de siguranță.

3.1.2. *Reglementări de referință*

- HGR nr.486/1993 privind creșterea siguranței în exploatare a construcțiilor și instalațiilor care prezintă surse de mare risc;
- Ordonanța Guvernului României nr. 95/1999 privind calitatea lucrărilor de montaj utilaje, echipamente și instalații tehnologice industriale;
- Ordinul Ministrului Industriei și Comerțului nr. 293/1999 pentru aprobarea Normelor Metodologice privind verificarea calității lucrărilor de montaj pentru utilaje, echipamente și instalații tehnologice industriale;
- PE 102/86 Normativ pentru proiectarea și execuția instalațiilor de conexiuni și distribuție cu tensiuni până la 1000 V c.a. în unitățile energetice;
- NTE011/12/00 Normativ pentru proiectarea sistemelor de circuite secundare ale stațiilor electrice;
- PE 103/92 Instrucțiuni pentru dimensionarea și verificarea instalațiilor electroenergetice la solicitări mecanice și termice în condițiile curenților de scurtcircuit;
- PE 248/96 Instrucțiuni privind condițiile generale de proiectare antiseismică a echipamentelor energetice din centralele electrice clasice;
- Legea nr. 319/14.07.2006 a securității și sănătății în muncă;
- Legea nr. 307/12.07.2006 privind apărarea împotriva incendiilor;
- NTE009/10/00 Regulamentul general de manevre în instalațiile electrice de medie și înaltă tensiune.

3.2. Factorii de risc tehnic / tehnologic avuți în vedere în cadrul gospodăriei de cabluri

- încălzirea peste limitele admisibile, care conduce la deteriorarea izolației;
- producerea de scurtcircuit prin persistența unei puneri la pământ;
- transmiterea de perturbații electromagnetice;
- apariția de incendii în gospodăria de cabluri;
- poluarea mediului ambiant de lucru cu noxe periculoase pentru sănătate;
- temperaturi peste limitele suportabile în zonele de lucru.

3.2.1. Măsuri de prevenire prevăzute în documentație

- dimensionarea corespunzătoare a cablurilor (la sarcină admisibilă și la scurtcircuit) pe barele de alimentare;
- utilizarea de cabluri corespunzătoare mediului în care sunt pozate și realizate constructiv pentru posibilitatea funcționării în mediile respective;
- asigurarea unor pozări corecte a cablurilor;
- realizarea de protecții specifice corespunzătoare;
- utilizare de cabluri cu izolație necombustibilă sau greu combustibilă (cu întârziere la propagarea flăcării);
- realizarea de capete terminale din materiale incombustibile sau greu combustibile;
- etanșări, separări și compartimentări realizate constructiv și cu materiale incombustibile sau greu combustibile;
- utilizarea ventilației de lucru și de avarie din încăperile gospodăriei de cabluri;
- stabilirea unui ansamblu de măsuri tehnico-organizatorice pentru desfășurarea lucrărilor de construcții, montaj și exploatare în condiții de siguranță.

3.2.2. Reglementări de referință

- HGR nr.486/1993 privind creșterea siguranței în exploatare a construcțiilor și instalațiilor care prezintă surse de mare risc;
- Ordonanța Guvernului României nr. 95/1999 privind calitatea lucrărilor de montaj utilaje, echipamente și instalații tehnologice industriale;
- Ordinul Ministrului Industriei și Comerțului nr. 293/1999 pentru aprobarea Normelor Metodologice privind verificarea calității lucrărilor de montaj pentru utilaje, echipamente și instalații tehnologice industriale;
- PE 009/ 1993 Norme de prevenire, stingere și dotare împotriva incendiilor pentru producerea, transportul și distribuția energiei electrice și termice;
- PE 103/92 Instrucțiuni pentru dimensionarea și verificarea instalațiilor electroenergetice la sollicitări mecanice și termice în condițiile curenților de scurtcircuit;
- NTE 007 Normativ pentru proiectarea și execuția rețelelor de cabluri electrice;
- Legea nr. 319/14.07.2006 a securității și sănătății în muncă ;
- Legea nr. 307/12.07.2006 privind apărarea împotriva incendiilor;
- NTE009/10/00 Regulamentul general de manevre în instalațiile electrice de medie și înaltă tensiune.

3.3. Factori de risc tehnic / tehnologic avuți în vedere la instalații de legare la pământ

- pierderea continuității care poate conduce la accidentarea prin electrocutare a personalului.

3.3.1. Măsuri de prevenire prevăzute în documentație

- dimensionare corespunzătoare la curenții de punere la pământ;
- utilizarea de materiale care să evite coroziunea sau să o limiteze (oțel zincat);
- executări de măsurători și verificări specifice la punerea în funcțiune și pe durata exploatării.

3.3.2. Reglementări de referință

- SR EN 61140/2002. Protecția împotriva șocurilor electrice. Aspecte comune în instalații și echipamente electrice;
- Legea nr. 319/14.07.2006 a securității și sănătății în muncă;
- Legea nr. 307/12.07.2006 privind apărarea împotriva incendiilor.

4. Lucrări necesare organizării de șantier

a. Descrierea lucrărilor necesare organizării de șantier

Amplasarea organizării de șantier în conformitate cu prevederile impuse de dirigințele de șantier concretizate în planul de lucru.

Șantierul va fi organizat în incinta amplasamentelor.

Se vor lua măsuri pentru delimitarea și izolarea zonei de lucru.

Măsurile de atenuare sunt cele general verificabile pentru acest tip de proiect.

- eliminarea adecvata a deșeurilor ;
- prevenirea poluării apei și solului.
- Lucrările de construcții-montaj din timpul construirii CEF trebuie coordonate în așa fel, încât să se prevină punerea în pericol a persoanelor și a utilajelor.

b. Localizarea organizării de șantier

Organizarea de șantier va fi în incinta amplasamentului.

c. Descrierea impactului asupra mediului a lucrărilor organizării de șantier

Nu este cazul.

d. Surse de poluanți și instalații pentru reținerea, evacuarea și dispersia poluanților în mediu în timpul organizării de șantier;

Nu este cazul.

e. Dotări și măsuri prevăzute pentru controlul emisiilor de poluanți în mediu.

Nu este cazul.

5. Lucrări de refacere a amplasamentului la finalizarea investiției, în caz de accidente și / sau încetarea activității, în măsura în care aceste informații sunt disponibile

- a. Lucrările propuse pentru refacerea amplasamentului la finalizarea investiției, în caz de accidente și/sau la încetarea activității

La finalizarea lucrărilor de construcție, zonele care au fost ocupate temporar vor fi curățate.

- b. Aspecte referitoare la prevenirea și modul de răspuns pentru cazuri de poluări accidentale
Nu este cazul.

- c. Aspecte referitoare la închiderea/dezafectarea/demolarea instalației
Nu este cazul.

- d. Modalități de refacere a stării inițiale/reabilitare în vederea utilizării ulterioare a terenului.
Retragerea utilajelor și curățarea zonei.

6. Teste, verificări, măsurări și PIF

Înainte de punerea în funcțiune se realizează următoarele:

- verificarea continuității cablurilor;
- identificarea și succesiunea fazelor;
- măsurarea rezistenței de izolație a cablurilor și a instalațiilor specifice;
- verificarea legării la pământ a tuturor părților metalice noi montate;
- se verifică legarea la pământ a tablourilor electrice și a echipamentelor noi montate;
- se verifică prin măsurarea rezistenței de dispersie a prizei de pământ;
- se verifică reglajele sistemelor de protecție;
- măsurarea tensiunilor de string CC;
- măsurarea tensiunilor CA;
- măsurarea cuplului de strângere pentru suruburile de prindere ale structurii și panourilor (prin sondaj).

Inspecție vizuală

- starea generală a echipamentelor electrice module, cabluri, cutii de jonctiune, invertoare și instalație de împământare;
- poziția panoului umbrire, distanțe, azimut adecvat și înclinație;
- structură metalică de susținere a panourilor, integritatea și fixarea acesteia.

7. Programul de urmărire a execuției lucrărilor și fazelor determinate

Instalații electrice

În conformitate cu Legea 10/1995 actualizată Regulamentul privind controlul de stat al calității construcțiilor, aprobat prin HG 272/1994, Procedura privind controlul statului în fazele de execuție determinate pentru rezistența și stabilitatea construcțiilor, aprobat prin ordinul M.L.P.A.T. 31/N/1955 și Normativele tehnice în vigoare, se stabilește prezentul program pentru controlul lucrărilor de construcții:

Nr. crt.	Lucrări ce se controlează, se verifică sau se recepționează calitativ și pentru care se întocmesc documente	Documentele ce se vor întocmi	Dacă reprezintă faza determinantă și cine întocmește și semnează actul	Numărul și data întocmirii actului încheiat
0	1	2	3	4
1	Măsurare rezistența de dispersie priză de pământ	RI	E, B	
2	Măsurare continuității PE la TE	RI	E, B	
3	Verificarea calității lucrărilor ce devin ascunse	PV	E, B, P	
4	Verificări și încercări tablouri electrice	RI	E, B	
5	Montaj centrală electrică fotovoltaică	PV	E, B	
6	Montaj la poziție echipamente electrice	PV	E, B	
7	Verificare racorduri cabluri forță și comandă	PV	E, B	
8	Probe funcționale	PV	E, B	
9	Recepție la terminarea lucrărilor	PVR	E, B, P	

Notă

- Termenele la care vor avea loc controale, verificare sau recepție conform fazelor conținute în prezentul program vor fi stabilite de beneficiar și executant și vor fi comunicate de executant cu cel puțin 5 zile înainte tuturor participanților.
- Măsurarea prizei de pământ se va face numai de societăți autorizate, se vor anexa Atestatul / Raportul de încercare / Certificat de etalonare aparat de măsură.

Legendă

- P.V.** - proces verbal
P.V.R. - proces verbal de recepție
R.I. - raport de încercare
E. - executant
P. - proiectant
B. - beneficiar

Întocmit,
ing. Liliana Florentina LUPU



PLAN DE FAZE DETERMINATE
PENTRU CONTROLUL CALITĂȚII LUCRĂRILOR DE CANALIZARE ELECTRICĂ SUBTERANĂ
ȘI MONTARE STRUCTURĂ

În conformitate cu prevederile Legii nr. 10/1995, Regulamentul privind controlul de stat al calității în construcții (H.G. nr. 272/1994) și Procedurii privind controlul statului în fazele de execuție determinante pentru rezistența și stabilitatea construcțiilor, S.C. GENERAL ELECTRO PROEXIM S.R.L. stabilește prezentul program de control la lucrarea:

Achiziție și instalare sisteme fotovoltaice pentru producere energie electrică
necesară consumului propriu Apă-Canal Ilfov

Participanții la recepția lucrărilor vor fi anunțați cu 10 zile înainte de faza de execuție programată prin grija antreprenorului.

Nr. crt.	Lucrări ce se controlează, se verifică sau se recepționează calitativ și pentru care se întocmesc documente	Documentele ce se vor întocmi	Dacă reprezintă faza determinantă și cine întocmește și semnează actul	Numărul și data întocmirii actului încheiat
0	1	2	3	4
1	Pichetare amplasament de baterie a picioarelor de susținere a structurii panourilor fotovoltaice la sol	PV	E, B, P	
2	Bateria picioarelor în sol cu utilaj	PV	E, B	
3	Fixarea cu suruburi a elementelor structurii și montarea panourilor fotovoltaice pe aceasta	PV	E, B	
4	Pichetare traseu canalizare electrică și priză de legare la pământ	PV	E, B, P	
5	Desfacere pavaje	PV	E, B	
6	Verificare priză punere la pamant la baza structurii și la tablouri electrice	PVLA	E, B	
7	Verificarea utilizării materialelor și aparaturii conform prevederilor din proiect	PV	E, B	
8	Verificare mod de pozare cabluri: – protejare cabluri (nisip, folii avertizoare, placi, distanțiere) - prevederea rezervei de cablu (la capete terminale, manșoane)	PVLA	E, B	
9	Astupare santuri	PVLA	E, B	
10	Verificarea aducerii mediului în situația inițială	PV	E, B	
11	Încheierea lucrărilor îndepartare deseuri	PVRC	E, B	
12	Recepție la terminarea lucrărilor	PVRC	E, B, P	



Legendă

- | | |
|----------|--|
| P.V. | - proces verbal |
| P.V.L.A. | - proces verbal de lucrări ascunse |
| P.V.R.C. | - proces verbal de recepție calitativă |
| E. | - executant |
| P. | - proiectant |
| B. | - beneficiar |

Beneficiar,

Executant,

Secțiunea III: Breviare de calcul

Evaluarea încărcărilor pentru structura de susținere a panourilor fotovoltaice

Încărcări permanente

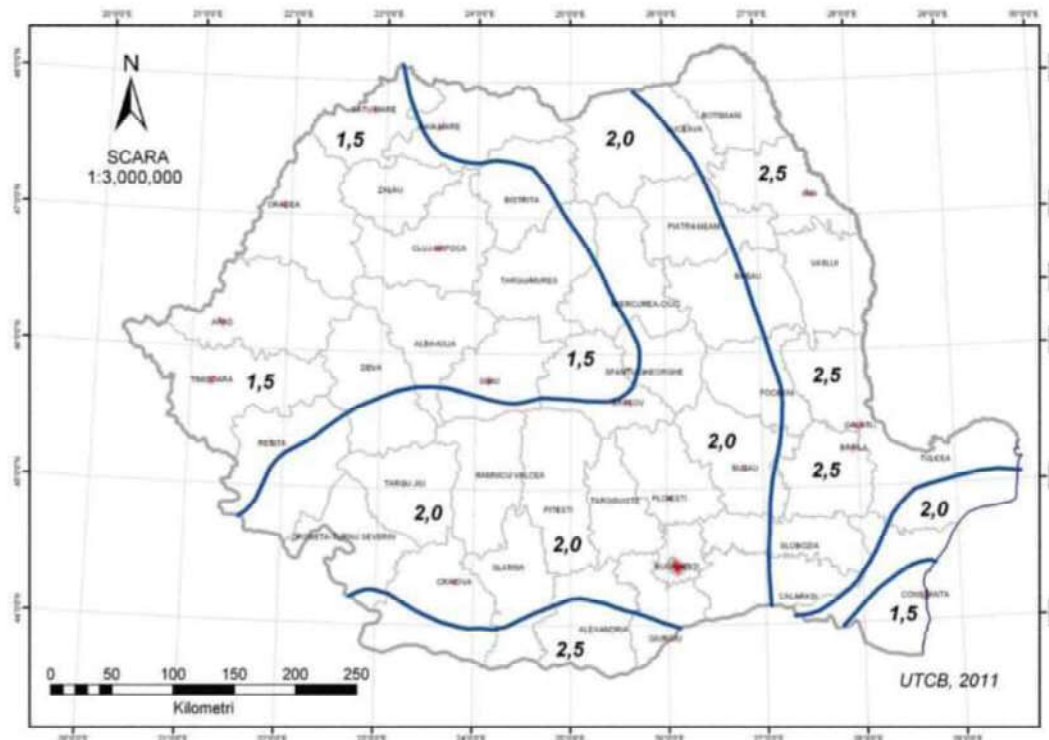
Conform SR EN 1991-1-1:2004 Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor

Nr. Crt.	Material	Grosime	Gr. Tehnică	Înc. Caract.	Cerf de siguranță	Înc. De calcul
		[mm]	[dan / m ³]	q_n [dan/m ²]	n	q_c [dan/m ²]
1	Panou fotovoltaic			20	1,35	27
2	Pana profil metalic			3		4
Total general:				23		31

Încărcare zăpadă

Conform CR 1-1-3: 2012 Evaluarea acțiunii zăpezii asupra construcțiilor

Valoarea caracteristică a încărcării din zăpadă la sol $s_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$ pentru județul Ilfov.



Valoarea caracteristică a încărcării din zăpadă pe panourile fotovoltaice, s , pentru situația de proiectare persistentă/tranzitorie s-a determinat similar ca pentru acoperiș:

$$s = \gamma_{Is} \cdot \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

Unde:

$\gamma_{Is} = 1,15$

$\mu_i = 0,8$

$s_k = 2$

$C_e = 0,8$

$C_t = 1$

este factorul de importanță – expunere pentru acțiunea zăpezii
 este coeficientul de formă al încărcării din zăpadă pe acoperiș (cap. 5)
 este valoarea caracteristică a încărcării din zăpadă pe sol [kN/m²]
 este coeficientul de expunere al construcției în amplasament
 este coeficient termic.

$$s = 1,15 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 2 = 1,92 \text{ kN/m}^2 = 192 \text{ daN/m}^2$$

Calculul rezistenței de dispersie a prizei artificiale de legare la pământ**7.1.1. Calculul rezistenței de dispersie a prizei verticale****a) Priza simplă verticală**

$\rho = 120 [\Omega m]$	Rezistivitatea solului
$l = 1,5 [m]$	Lungimea electrodului (piciorul structurii metalice ce este bătut în sol la care se conectează p.p.)
$d = 0,07 [m]$	Diametrul exterior al electrodului
$q = 0 [m]$	Distanța între partea superioară a electrodului și suprafața solului
$h = 0,75 [m]$	Distanța dintre centrul electrodului și suprafața solului $h = q + \frac{l}{2} = 0,75 [m]$
$r_{pv} = 52,193 [\Omega]$	Rezistența de dispersie a prizei simple verticale

$$r_{pv} = 0,366 \cdot \frac{\rho}{l} \cdot \left(\log \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \log \frac{4 \cdot h + 1}{4 \cdot h - 1} \right) = 53,193 [\Omega]$$

b) Priza multiplă verticală

$r_{pv} = 53,193 [\Omega]$	Rezistența de dispersie a prizei simple verticale
$n = 25 [buc]$	Numărul de electrozi verticali (picioare metalice ale structurii de susținere la care se conectează platbanda sau conductorul OIZn în mod direct și poartă rol de electrod vertical)
$u_v = 0,56$	Coefficient de utilizare
$R_{pv} = 3,728 [\Omega]$	Rezistența de dispersie a prizei multiple verticale

$$R_{pv} = \frac{r_{pv}}{n \cdot u_v} = 3,728 [\Omega]$$

7.1.2. Calculul rezistenței de dispersie a prizei orizontale**a) Priza simplă orizontală**

$\rho = 120 [\Omega m]$	Rezistivitatea solului
$l = 14 [m]$	Lungimea electrodului orizontal (distanța între două picioare consecutive ale structurii metalice ce se conectează la priza de legare la pământ)
$b = 0,01 [m]$	Lățimea electrodului orizontal (s-a considerat conductor OIZn $\varnothing = 10 \text{ mm}^2$)
$q = 0,7 [m]$	Adâncimea de îngropare a electrodului
$r_{po} = 14,896 [\Omega]$	Rezistența de dispersie a prizei simple orizontale

$$r_{pv} = 0,366 \cdot \frac{\rho}{l} \cdot \log \frac{2 \cdot l^2}{b \cdot q} = 14,896 [\Omega]$$

b) Priza multiplă orizontală

$$r_{po} = 14,896 [\Omega]$$

Rezistența de dispersie a prizei simple orizontale

$$n = 24 [buc]$$

Numărul de electrozi orizontali – valoarea echivalentă a 340ml conductor OIZn Ø = 10mm² conectat la 25 electrozi verticali

$$u_v = 0,56$$

Coeficient de utilizare

$$R_{po} = 1,108 [\Omega]$$

Rezistența de dispersie a prizei multiple orizontale

$$R_{po} = \frac{r_{po}}{n \cdot u_o} = 1,108 [\Omega]$$

7.1.3. Calculul rezistenței de dispersie a prizei artificiale totale

$$R_{ppa} = \frac{R_{pv} \cdot R_{po}}{R_{pv} + R_{po}} = 0,854 [\Omega]$$

7.1.4. Concluzie finală

În urma calcului efectuat conform normelor și metodologiilor de calcul a rezistențelor prizelor de pământ artificiale, valoarea calculată pe baza unei valori a rezistenței de 120Ωm corespunzătoare unui tip de sol argilor este de 0,854 Ω < 4 Ω (valoarea de referință), deci priza de pământ este corect dimensionată, valoarea reală a acesteia urmând a fi determinată pe baza măsurărilor în urma executării acesteia.

Întocmit,
ing. Liliana Florentina LUPU



Dimensionarea instalațiilor de curent continuu și curent alternativ

Calculul alegerii secțiunii conductorului și a dispozitivelor de protecție împotriva suprasarcinilor; împotriva curenților de scurt-circuit și împotriva curenților de defect pe traseul dintre șirurile de panouri fotovoltaice și invertoare s-a dimensionat după următoarea formulă:

$$\frac{P_i}{U_{mpp} \cdot \cos\varphi} = I_b \leq I_n \leq I'_z = k_1 \cdot k_2 \cdot I_z$$

Unde:

- P_i – puterea nominală a unui șir de panouri fotovoltaice
- I_b – intensitatea curentului electric în punctul de putere maximă
- I_n – valoarea nominală a intensității curentului electric a separatorului de sarcină (s-a ales utilizarea fuzibilelor cilindrice de 1.500Vcc, 16A $\geq I_b$ (indiferent de modelul de panouri utilizat))
- U_{mpp} – valoarea tensiunii curentului electric în punctul de putere maximă
- $\cos\varphi$ – factorul de putere (egal cu 1)
- I'_z – valoarea corectată a intensității curentului electric maxim admisibil
- I_z – valoarea intensității curentului electric maxim admis în condiții standard (conform fișei tehnice a cablului solar de 6mm² ales pentru realizarea tuturor instalațiilor fotovoltaice este $I_z = 55A$)
- k_1 – factor de corecție pentru temperatura ambientală a aerului considerată în cadrul studiului de 35°C, din I7-2011 anexa 5.18 rezultă $k_1 = 0,93$
- k_2 – factor de corecție pentru modalitatea de pozare a cablurilor;
se consideră 8 cabluri monoconductoare în paralel (numărul maxim de cabluri pe același traseu)
din I7-2011 anexa 5.19 rezultă $k_2 = 0,71$

Calculul alegerii secțiunii conductorului dintre invertoare și tabloul electric centralizator a instalației fotovoltaice și respectiv a dispozitivelor de protecție a invertoarelor s-a realizat după următoarea formulă:

$$\frac{P_i}{U_l \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\varphi} = I_b \leq I_n \leq I'_z = f_1 \cdot f_2 \cdot I_z$$

Unde:

- P_i – puterea activă maximă generată de inverter
- I_b – intensitatea curentului electric în punctul de putere maximă
- I_n – valoarea nominală a intensității curentului electric a separatorului de sarcină
- U_{mpp} – valoarea tensiunii de linie
- $\cos\varphi$ – factorul de putere (egal cu 1)
- I'_z – valoarea corectată a intensității curentului electric maxim admisibil
- f_1 - factor de corecție pentru temperatura ambientală a solului considerată în cadrul studiului de 20°C, din I7-2011 anexa 5.23 rezultă $f_1 = 0,91$
- f_2 - factor de corecție pentru modalitatea de pozare,
din I7-2011 anexa 5.25
- I_z - valoarea intensității curentului electric maxim admis în condiții standard (conform fișei tehnice)

Iar pentru alegerea secțiunii conductorului dintre tabloul centralizator al instalației fotovoltaice și tabloul electric general existent la amplasament și respectiv a dispozitivelor de protecție s-a realizat după următoarea formulă:

$$\frac{\sum_{i=1}^{inv n} P_i}{U_l \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\varphi} = I_b \leq I_n \leq I'_z = f_1 \cdot f_2 \cdot I_z$$

La determinarea căderii de tensiune s-a utilizat formula următoare:

$$\Delta U \text{ [V]} = b \left(\rho_1 \cdot \frac{L}{S} \cdot \cos \varphi + \lambda \cdot L \cdot \sin \varphi \right) \cdot I_B$$

Unde:

- ΔU - căderea de tensiune [V]
- b - factorul de lungime cablu (1 pentru trifazic, 2 pentru monofazic și curent continuu sau trifazic utilizat doar pe o fază)
- ρ_1 - rezistivitatea materialului din care este alcătuit cablul. În calcule s-a considerat
= 0,0172 [$\Omega \text{mm}^2/\text{m}$] -pentru cupru
= 0,0282 [$\Omega \text{mm}^2/\text{m}$] -pentru aluminiu
- L - distanța între sursă și consumator [m]
(distanța între panourile fotovoltaice și invertor)
(distanța între invertor și tablul centralizator – sumator al instalației fotovoltaice)
- s - secțiunea cablurilor [mm^2]
- $\cos \varphi$ - factorul de putere, 1 pentru curent continuu și 0,9 pentru curent alternativ
- λ - reactanța, nu se aplică la curent continuu, unde se consideră 1
- $\sin \varphi$ - pentru curent continuu este 0
- I_B - curentul [A]

Căderea de tensiune în procente

$$\Delta u \text{ [%]} = \frac{\Delta U}{U_0} \cdot 100$$

Unde:

- ΔU - căderea de tensiune [V]
- U_0 - tensiunea sistemului [V]

Rezultatele calculelor pentru fiecare instalație în parte se regăsesc în anexe.



Rezultatele calculelor căderilor de tensiune pe cablurile de curent continuu:

Masa de panouri fotovoltaice	De la	Denumire string	Lungimea cablului "+"	Lungimea cablului "-"	Prelungire	Rezistivitatea materialului conductor "ρ"	Curentul prin cablu	Tensiunea sistemului	Secțiunea cablului	Căderea de tensiune permisă
1	Inverter TX1-INV1	String TX1-INV1-STR1	34,185	48,033	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,27 V 0,92%
1		String TX1-INV1-STR2	36,471	50,319	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,62 V 0,97%
2		String TX1-INV1-STR3	21,011	34,859	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	4,26 V 0,62%
2		String TX1-INV1-STR4	23,304	37,152	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	4,61 V 0,68%
2		String TX1-INV1-STR5	36,013	49,861	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,55 V 0,96%
2		String TX1-INV1-STR6	38,306	52,154	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,90 V 1,01%
3		String TX1-INV1-STR7	31,768	45,616	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,91 V 0,87%
3		String TX1-INV1-STR8	34,059	47,907	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,25 V 0,92%
4		String TX1-INV1-STR9	16,431	30,279	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,56 V 0,52%
4		String TX1-INV1-STR10	18,726	32,574	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,91 V 0,57%
4		String TX1-INV1-STR11	1,429	15,277	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,27 V 0,19%
4		String TX1-INV1-STR12	3,724	17,572	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,63 V 0,24%
5	Inverter TX1-INV2	String TX1-INV2-STR1	81,960	95,808	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,57 V 1,99%
5		String TX1-INV2-STR2	84,252	98,100	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,92 V 2,04%
6		String TX1-INV2-STR3	66,627	80,475	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	11,23 V 1,64%
6		String TX1-INV2-STR4	51,625	65,473	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,94 V 1,31%
6		String TX1-INV2-STR5	68,920	82,768	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	11,58 V 1,70%
6		String TX1-INV2-STR6	53,918	67,766	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	9,29 V 1,36%
7		String TX1-INV2-STR7	36,290	50,138	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,60 V 0,97%
7		String TX1-INV2-STR8	21,288	35,136	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	4,31 V 0,63%
7		String TX1-INV2-STR9	38,585	52,433	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,95 V 1,02%
7		String TX1-INV2-STR10	23,583	37,431	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	4,66 V 0,68%
10		String TX1-INV2-STR11	16,431	30,279	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,56 V 0,52%
10		String TX1-INV2-STR12	1,429	15,277	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,27 V 0,19%
10		String TX1-INV2-STR13	3,724	17,572	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,63 V 0,24%



ENERGY CONSTRUCT PROJECT

S.C. GEP ENERGY CONSTRUCT PROJECT S.R.L.

Sediul Social: București, str. Căineni, nr. 20, sector 1
Înregistrat la Registrul Comerțului: J40/2719/2023
Cod de înregistrare fiscală 47625820

Masa de panouri fotovoltaice	De la	Denumire string	Lungimea cablului "+"	Lungimea cablului "-"	Prelungire	Rezistivitatea materialului conductor "ρ"	Curentul prin cablu	Tensiunea sistemului	Secțiunea cablului	Căderea de tensiune permisă	
8	Inverter TX1-INV3	String TX1-INV3-STR1	98,271	112,119	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	16,06 V	2,35%
8		String TX1-INV3-STR2	83,269	97,117	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,77 V	2,02%
8		String TX1-INV3-STR3	100,564	114,412	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	16,40 V	2,40%
8		String TX1-INV3-STR4	85,562	99,410	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	14,12 V	2,07%
9		String TX1-INV3-STR5	67,935	81,783	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	11,43 V	1,67%
9		String TX1-INV3-STR6	52,933	66,781	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	9,14 V	1,34%
9		String TX1-INV3-STR7	70,229	84,077	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	11,78 V	1,72%
9		String TX1-INV3-STR8	55,227	69,075	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	9,49 V	1,39%
10		String TX1-INV3-STR9	39,895	53,743	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	7,15 V	1,05%
13		String TX1-INV3-STR10	16,432	30,280	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,56 V	0,52%
13		String TX1-INV3-STR11	1,430	15,278	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,27 V	0,19%
13		String TX1-INV3-STR12	18,728	32,576	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,92 V	0,57%
13		String TX1-INV3-STR13	3,726	17,574	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,63 V	0,24%
11	Inverter TX1-INV4	String TX1-INV4-STR1	95,514	109,362	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,63 V	2,29%
11		String TX1-INV4-STR2	80,512	94,360	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,34 V	1,95%
11		String TX1-INV4-STR3	97,807	111,655	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,98 V	2,34%
11		String TX1-INV4-STR4	82,805	96,653	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,69 V	2,01%
12		String TX1-INV4-STR5	65,179	79,027	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	11,00 V	1,61%
12		String TX1-INV4-STR6	50,177	64,025	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,71 V	1,28%
12		String TX1-INV4-STR7	67,472	81,320	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	11,35 V	1,66%
12		String TX1-INV4-STR8	52,470	66,318	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	9,06 V	1,33%
16		String TX1-INV4-STR9	31,769	45,617	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,91 V	0,87%
17		String TX1-INV4-STR10	16,433	30,281	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,56 V	0,52%
17		String TX1-INV4-STR11	1,431	15,279	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,28 V	0,19%
17		String TX1-INV4-STR12	18,730	32,578	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,92 V	0,57%
17		String TX1-INV4-STR13	3,728	17,576	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,63 V	0,24%



ENERGY CONSTRUCT PROJECT

S.C. GEP ENERGY CONSTRUCT PROJECT S.R.L.

Sediul Social: București, str. Căineni, nr. 20, sector 1
Înregistrat la Registrul Comerțului: J40/27.19/2023
Cod de înregistrare fiscală 47625820

Masa de panouri fotovoltaice	De la	Denumire string	Lungimea cablului "+"	Lungimea cablului "-"	Prelungire	Rezistivitatea materialului conductor "ρ"	Curentul prin cablu	Tensiunea sistemului	Secțiunea cablului	Căderea de tensiune permisă	
14	Inverter TX1-INV5	String TX1-INV5-STR1	84,685	98,533	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,98 V	2,05%
14		String TX1-INV5-STR2	86,974	100,822	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	14,33 V	2,10%
15		String TX1-INV5-STR3	69,347	83,195	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	11,64 V	1,71%
15		String TX1-INV5-STR4	54,345	68,193	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	9,35 V	1,37%
15		String TX1-INV5-STR5	71,640	85,488	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	11,99 V	1,76%
15		String TX1-INV5-STR6	56,638	70,486	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	9,70 V	1,42%
16		String TX1-INV5-STR7	39,011	52,859	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	7,01 V	1,03%
16		String TX1-INV5-STR8	41,305	55,153	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	7,36 V	1,08%
16		String TX1-INV5-STR9	26,303	40,151	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,07 V	0,74%
21		String TX1-INV5-STR10	28,853	15,005	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,35 V	0,49%
21		String TX1-INV5-STR11	31,150	17,302	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,70 V	0,54%
21		String TX1-INV5-STR12	13,851	2,596	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,26 V	0,18%
21		String TX1-INV5-STR13	16,148	4,895	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,61 V	0,24%
18	Inverter TX1-INV6	String TX1-INV6-STR1	127,931	141,779	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	12,35 V	1,81%
18		String TX1-INV6-STR2	112,929	126,777	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	10,98 V	1,61%
18		String TX1-INV6-STR3	130,226	144,074	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	12,56 V	1,84%
18		String TX1-INV6-STR4	115,224	129,072	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	11,19 V	1,64%
19		String TX1-INV6-STR5	97,596	111,444	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,95 V	2,34%
19		String TX1-INV6-STR6	82,594	96,442	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,66 V	2,00%
19		String TX1-INV6-STR7	99,889	113,737	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	16,30 V	2,39%
19		String TX1-INV6-STR8	84,887	98,735	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	14,01 V	2,05%
20		String TX1-INV6-STR9	67,259	81,107	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	11,32 V	1,66%
20		String TX1-INV6-STR10	52,257	66,105	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	9,03 V	1,32%
20		String TX1-INV6-STR11	69,554	83,402	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	11,67 V	1,71%
20		String TX1-INV6-STR12	54,552	68,400	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	9,38 V	1,37%
26		String TX1-INV6-STR13	1,432	15,280	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,28 V	0,19%



ENERGY CONSTRUCT PROJECT

S.C. GEP ENERGY CONSTRUCT PROJECT S.R.L.

Sediul Social: București, str. Căineni, nr. 20, sector 1
Înregistrat la Registrul Comerțului: J40/27.19/2023
Cod de înregistrare fiscală 47625820

Masa de panouri fotovoltaice	De la	Denumire string	Lungimea cablului "+"	Lungimea cablului "-"	Prelungire	Rezistivitatea materialului conductor "ρ"	Curentul prin cablu	Tensiunea sistemului	Secțiunea cablului	Căderea de tensiune permisă	
23	Inverter TX1-INV7	String TX1-INV7-STR1	91,396	105,244	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,01 V	2,20%
23		String TX1-INV7-STR2	93,691	107,539	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,36 V	2,25%
24		String TX1-INV7-STR3	76,062	89,910	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	12,67 V	1,86%
24		String TX1-INV7-STR4	61,060	74,908	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,38 V	1,52%
24		String TX1-INV7-STR5	78,355	92,203	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,02 V	1,91%
24		String TX1-INV7-STR6	63,353	77,201	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,73 V	1,57%
25		String TX1-INV7-STR7	45,726	59,574	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,04 V	1,18%
25		String TX1-INV7-STR8	30,724	44,572	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,75 V	0,84%
25		String TX1-INV7-STR9	48,020	61,868	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,39 V	1,23%
25		String TX1-INV7-STR10	33,018	46,866	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,10 V	0,89%
26		String TX1-INV7-STR11	15,384	29,232	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,40 V	0,50%
26		String TX1-INV7-STR12	17,684	31,532	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,76 V	0,55%
26		String TX1-INV7-STR13	4,492	16,530	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,60 V	0,24%
22	Inverter TX1-INV8	String TX1-INV8-STR1	106,563	92,715	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,21 V	2,23%
22		String TX1-INV8-STR2	108,868	95,020	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,56 V	2,28%
23		String TX1-INV8-STR3	121,902	108,054	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	10,53 V	1,54%
23		String TX1-INV8-STR4	124,203	110,355	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	10,74 V	1,57%
27		String TX1-INV8-STR5	57,546	71,394	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	9,84 V	1,44%
27		String TX1-INV8-STR6	42,544	56,392	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	7,55 V	1,11%
27		String TX1-INV8-STR7	59,836	73,684	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,19 V	1,49%
27		String TX1-INV8-STR8	44,834	58,682	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	7,90 V	1,16%
28		String TX1-INV8-STR9	27,207	41,055	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,21 V	0,76%
28		String TX1-INV8-STR10	12,205	26,053	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	2,92 V	0,43%
28		String TX1-INV8-STR11	29,501	43,349	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,56 V	0,81%
28		String TX1-INV8-STR12	14,499	28,347	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,27 V	0,48%
29		String TX1-INV8-STR13	5,822	10,719	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,26 V	0,18%



ENERGY CONSTRUCT PROJECT

S.C. GEP ENERGY CONSTRUCT PROJECT S.R.L.

Sediul Social: București, str. Căineni, nr. 20, sector 1
Înregistrat la Registrul Comerțului: J40/27.19/2023
Cod de înregistrare fiscală 47625820

Masa de panouri fotovoltaice	De la	Denumire string	Lungimea cablului "+"	Lungimea cablului "-"	Prelungire	Rezistivitatea materialului conductor "ρ"	Curentul prin cablu	Tensiunea sistemului	Secțiunea cablului	Căderea de tensiune permisă	
29	Inverter TX1-INV9	String TX1-INV9-STR1	88,339	102,187	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	14,54 V	2,13%
29		String TX1-INV9-STR2	105,636	119,484	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	17,18 V	2,52%
29		String TX1-INV9-STR3	90,634	104,482	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	14,89 V	2,18%
30		String TX1-INV9-STR4	73,006	86,854	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	12,20 V	1,79%
30		String TX1-INV9-STR5	58,004	71,852	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	9,91 V	1,45%
30		String TX1-INV9-STR6	75,301	89,149	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	12,55 V	1,84%
30		String TX1-INV9-STR7	60,299	74,147	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,26 V	1,50%
31		String TX1-INV9-STR8	42,668	56,516	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	7,57 V	1,11%
31		String TX1-INV9-STR9	27,666	41,514	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,28 V	0,77%
31		String TX1-INV9-STR10	44,966	58,814	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	7,92 V	1,16%
31		String TX1-INV9-STR11	29,964	43,812	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,63 V	0,82%
36		String TX1-INV9-STR12	1,431	15,279	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,28 V	0,19%
36	String TX1-INV9-STR13	3,730	17,578	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,63 V	0,24%	
32	Inverter TX1-INV10	String TX1-INV10-STR1	91,517	105,365	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,02 V	2,20%
32		String TX1-INV10-STR2	76,515	90,363	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	12,73 V	1,87%
32		String TX1-INV10-STR3	93,809	107,657	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,37 V	2,25%
32		String TX1-INV10-STR4	78,807	92,655	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,08 V	1,92%
33		String TX1-INV10-STR5	61,182	75,030	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,39 V	1,52%
33		String TX1-INV10-STR6	46,180	60,028	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,10 V	1,19%
33		String TX1-INV10-STR7	63,473	77,321	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,74 V	1,57%
33		String TX1-INV10-STR8	48,471	62,319	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,45 V	1,24%
34		String TX1-INV10-STR9	30,845	44,693	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,76 V	0,84%
34		String TX1-INV10-STR10	15,843	29,691	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,47 V	0,51%
34		String TX1-INV10-STR11	33,137	46,985	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,11 V	0,90%
34		String TX1-INV10-STR12	18,135	31,983	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,82 V	0,56%
35	String TX1-INV10-STR13	2,084	14,354	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,25 V	0,18%	

Masa de panouri fotovoltaice	De la	Denumire string	Lungimea cablului "+"	Lungimea cablului "-"	Prelungire	Rezistivitatea materialului conductor "p"	Curentul prin cablu	Tensiunea sistemului	Secțiunea cablului	Căderea de tensiune permisă
35	Inverter TX1-INV11	String TX1-INV11-STR1	57,709	71,557	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	9,86 V
35		String TX1-INV11-STR2	75,007	88,855	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	12,50 V
35		String TX1-INV11-STR3	60,005	73,853	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,21 V
36		String TX1-INV11-STR4	42,374	56,222	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	7,52 V
36		String TX1-INV11-STR5	44,672	58,520	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	7,87 V
41		String TX1-INV11-STR6	16,433	30,281	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,56 V
41		String TX1-INV11-STR7	1,431	15,279	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,28 V
41		String TX1-INV11-STR8	18,730	32,578	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,92 V
41		String TX1-INV11-STR9	3,728	17,576	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,63 V
40		String TX1-INV11-STR10	46,768	60,616	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,19 V
40		String TX1-INV11-STR11	31,766	45,614	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,90 V
40		String TX1-INV11-STR12	49,064	62,912	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,54 V
40		String TX1-INV11-STR13	34,062	47,910	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,26 V
37	Inverter TX1-INV12	String TX1-INV12-STR1	76,340	90,188	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	12,71 V
37		String TX1-INV12-STR2	61,338	75,186	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,42 V
37		String TX1-INV12-STR3	78,630	92,478	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,06 V
37		String TX1-INV12-STR4	63,628	77,476	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,77 V
38		String TX1-INV12-STR5	46,004	59,852	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,08 V
38		String TX1-INV12-STR6	31,002	44,850	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,79 V
38		String TX1-INV12-STR7	48,295	62,143	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,43 V
38		String TX1-INV12-STR8	33,293	47,141	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,14 V
39		String TX1-INV12-STR9	15,669	29,517	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,45 V
39		String TX1-INV12-STR10	1,909	14,515	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,25 V
39		String TX1-INV12-STR11	17,961	31,809	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,80 V
39		String TX1-INV12-STR12	4,213	16,807	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,60 V
42		String TX1-INV12-STR13	135,136	121,288	0,000	0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	11,74 V

Masa de panouri fotovoltaice	De la	Denumire string	Lungimea cablului "+"	Lungimea cablului "-"	Prelungire	Rezistivitatea materialului conductor "ρ"	Curentul prin cablu	Tensiunea sistemului	Secțiunea cablului	Căderea de tensiune permisă	
42	Inverter TX1-INV13	String TX1-INV13-STR1	93,582	107,430	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,34 V	2,25%
43		String TX1-INV13-STR2	75,952	89,800	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	12,65 V	1,85%
43		String TX1-INV13-STR3	60,950	74,798	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,36 V	1,52%
43		String TX1-INV13-STR4	78,243	92,091	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,00 V	1,90%
43		String TX1-INV13-STR5	63,241	77,089	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,71 V	1,57%
44		String TX1-INV13-STR6	45,618	59,466	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,02 V	1,17%
44		String TX1-INV13-STR7	30,616	44,464	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,73 V	0,84%
44		String TX1-INV13-STR8	47,909	61,757	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,37 V	1,23%
44		String TX1-INV13-STR9	32,907	46,755	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,08 V	0,89%
45		String TX1-INV13-STR10	15,283	29,131	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,39 V	0,50%
45		String TX1-INV13-STR11	2,303	14,129	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,25 V	0,18%
45		String TX1-INV13-STR12	17,574	31,422	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,74 V	0,55%
45	String TX1-INV13-STR13	4,608	16,420	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,60 V	0,24%	
46	Inverter TX1-INV14	String TX1-INV14-STR1	42,289	56,137	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	7,51 V	1,10%
46		String TX1-INV14-STR2	27,287	41,135	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,22 V	0,76%
46		String TX1-INV14-STR3	44,586	58,434	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	7,86 V	1,15%
46		String TX1-INV14-STR4	29,584	43,432	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,57 V	0,82%
47		String TX1-INV14-STR5	50,341	36,493	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,63 V	0,97%
47		String TX1-INV14-STR6	52,638	38,790	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,98 V	1,02%
52		String TX1-INV14-STR7	16,432	30,280	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,56 V	0,52%
52		String TX1-INV14-STR8	1,430	15,278	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,27 V	0,19%
52		String TX1-INV14-STR9	18,727	32,575	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,91 V	0,57%
52		String TX1-INV14-STR10	3,725	17,573	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,63 V	0,24%
51		String TX1-INV14-STR11	31,769	45,617	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,91 V	0,87%
51		String TX1-INV14-STR12	34,060	47,908	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,26 V	0,92%
51	String TX1-INV14-STR13	46,771	60,619	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,20 V	1,20%	



ENERGY CONSTRUCT PROJECT

S.C. GEP ENERGY CONSTRUCT PROJECT S.R.L.

Sediul Social: București, str. Căineni, nr. 20, sector 1
Înregistrat la Registrul Comerțului: J40/2719/2023
Cod de înregistrare fiscală 47625820

Masa de panouri fotovoltaice	De la	Denumire string	Lungimea cablului "+"	Lungimea cablului "-"	Prelungire	Rezistivitatea materialului conductor "p"	Curentul prin cablu	Tensiunea sistemului	Secțiunea cablului	Căderea de tensiune permisă
48	Inverter TX1-INV15	String TX1-INV15-STR1	76,224	90,072	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	12,69 V 1,86%
48		String TX1-INV15-STR2	78,517	92,365	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,04 V 1,91%
49		String TX1-INV15-STR3	60,891	74,739	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,35 V 1,52%
49		String TX1-INV15-STR4	45,889	59,737	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,06 V 1,18%
49		String TX1-INV15-STR5	63,184	77,032	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,70 V 1,57%
49		String TX1-INV15-STR6	48,182	62,030	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,41 V 1,23%
50		String TX1-INV15-STR7	30,555	44,403	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,72 V 0,84%
50		String TX1-INV15-STR8	15,553	29,401	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,43 V 0,50%
50		String TX1-INV15-STR9	32,845	46,693	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,07 V 0,89%
50		String TX1-INV15-STR10	17,843	31,691	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,78 V 0,55%
51	Inverter TX1-INV16	String TX1-INV15-STR11	4,653	16,358	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,60 V 0,23%
53		String TX1-INV15-STR12	126,834	112,986	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	10,98 V 1,61%
53		String TX1-INV15-STR13	129,141	115,293	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	11,19 V 1,64%
54		String TX1-INV16-STR1	106,385	120,233	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	10,38 V 1,52%
54		String TX1-INV16-STR2	91,383	105,231	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,00 V 2,20%
54		String TX1-INV16-STR3	108,677	122,525	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	10,59 V 1,55%
54		String TX1-INV16-STR4	93,675	107,523	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,35 V 2,25%
55		String TX1-INV16-STR5	76,051	89,899	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	12,66 V 1,86%
55		String TX1-INV16-STR6	61,049	74,897	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,37 V 1,52%
55		String TX1-INV16-STR7	78,342	92,190	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,01 V 1,91%
55	Inverter TX1-INV16	String TX1-INV16-STR8	63,340	77,188	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,72 V 1,57%
56		String TX1-INV16-STR9	45,716	59,564	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,03 V 1,18%
56		String TX1-INV16-STR10	30,714	44,562	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,74 V 0,84%
56		String TX1-INV16-STR11	48,007	61,855	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,38 V 1,23%
56		String TX1-INV16-STR12	33,005	46,853	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,09 V 0,89%
57		String TX1-INV16-STR13	15,380	29,228	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,40 V 0,50%



ENERGY CONSTRUCT PROJECT

S.C. GEP ENERGY CONSTRUCT PROJECT S.R.L.

Sediul Social: București, str. Căineni, nr. 20, sector 1
Înregistrat la Registrul Comerțului: J40/27.19/2023
Cod de înregistrare fiscală 47625820

Masa de panouri fotovoltaice	De la	Denumire string	Lungimea cablului "+"	Lungimea cablului "-"	Prelungire	Rezistivitatea materialului conductor "p"	Curentul prin cablu	Tensiunea sistemului	Secțiunea cablului	Căderea de tensiune permisă
57	Inverter TX1-INV17	String TX1-INV17-STR1	27,242	41,090	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,21 V 0,76%
57		String TX1-INV17-STR2	44,537	58,385	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	7,85 V 1,15%
57		String TX1-INV17-STR3	29,535	43,383	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,56 V 0,82%
60		String TX1-INV17-STR4	62,104	75,952	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,54 V 1,54%
60		String TX1-INV17-STR5	64,398	78,246	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,89 V 1,59%
61		String TX1-INV17-STR6	46,770	60,618	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,19 V 1,20%
61		String TX1-INV17-STR7	31,768	45,616	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,91 V 0,87%
61		String TX1-INV17-STR8	49,061	62,909	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,54 V 1,25%
61		String TX1-INV17-STR9	34,059	47,907	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,25 V 0,92%
62		String TX1-INV17-STR10	16,431	30,279	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,56 V 0,52%
62		String TX1-INV17-STR11	1,429	15,277	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,27 V 0,19%
62		String TX1-INV17-STR12	18,725	32,573	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,91 V 0,57%
62		String TX1-INV17-STR13	3,723	17,571	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,62 V 0,24%
58	Inverter TX1-INV18	String TX1-INV18-STR1	45,973	59,821	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,07 V 1,18%
58		String TX1-INV18-STR2	48,260	62,108	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,42 V 1,23%
59		String TX1-INV18-STR3	30,640	44,488	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,73 V 0,84%
59		String TX1-INV18-STR4	15,638	29,486	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,44 V 0,50%
59		String TX1-INV18-STR5	32,928	46,776	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,08 V 0,89%
59		String TX1-INV18-STR6	17,926	31,774	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,79 V 0,56%
60		String TX1-INV18-STR7	2,290	14,145	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,25 V 0,18%
60		String TX1-INV18-STR8	4,593	16,439	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,60 V 0,24%
63		String TX1-INV18-STR9	96,331	82,483	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,65 V 2,00%
63		String TX1-INV18-STR10	98,642	84,794	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	14,00 V 2,05%
64		String TX1-INV18-STR11	111,666	97,818	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,99 V 2,34%
64		String TX1-INV18-STR12	113,976	100,128	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	16,34 V 2,39%
64		String TX1-INV18-STR13	126,668	112,820	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	10,97 V 1,61%



ENERGY CONSTRUCT PROJECT

S.C. GEP ENERGY CONSTRUCT PROJECT S.R.L.

Sediul Social: București, str. Căineni, nr. 20, sector 1
Înregistrat la Registrul Comerțului: J40/2719/2023
Cod de înregistrare fiscală 47625820

Masa de panouri fotovoltaice	De la	Denumire string	Lungimea cablului "+"	Lungimea cablului "-"	Prelungire	Rezistivitatea materialului conductor "ρ"	Curentul prin cablu	Tensiunea sistemului	Secțiunea cablului	Căderea de tensiune permisă	
64	Inverter TX2-INV1	String TX2-INV1-STR1	93,683	107,531	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,35 V	2,25%
65		String TX2-INV1-STR2	76,056	89,904	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	12,66 V	1,86%
65		String TX2-INV1-STR3	61,054	74,902	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,37 V	1,52%
65		String TX2-INV1-STR4	78,348	92,196	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,01 V	1,91%
65		String TX2-INV1-STR5	63,346	77,194	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,72 V	1,57%
66		String TX2-INV1-STR6	45,722	59,570	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,03 V	1,18%
66		String TX2-INV1-STR7	30,720	44,568	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,75 V	0,84%
66		String TX2-INV1-STR8	48,012	61,860	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,38 V	1,23%
66		String TX2-INV1-STR9	33,010	46,858	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,09 V	0,89%
67		String TX2-INV1-STR10	15,381	29,229	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,40 V	0,50%
67		String TX2-INV1-STR11	2,199	14,227	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,25 V	0,18%
67		String TX2-INV1-STR12	17,676	31,524	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,75 V	0,55%
67		String TX2-INV1-STR13	4,500	16,522	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,60 V	0,24%
68	Inverter TX2-INV2	String TX2-INV2-STR1	122,775	136,623	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	11,88 V	1,74%
68		String TX2-INV2-STR2	125,061	138,909	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	12,09 V	1,77%
69		String TX2-INV2-STR3	107,443	121,291	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	10,47 V	1,53%
69		String TX2-INV2-STR4	92,441	106,289	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,17 V	2,22%
69		String TX2-INV2-STR5	109,728	123,576	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	10,68 V	1,56%
69		String TX2-INV2-STR6	94,726	108,574	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,51 V	2,27%
70		String TX2-INV2-STR7	77,100	90,948	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	12,82 V	1,88%
70		String TX2-INV2-STR8	62,098	75,946	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,53 V	1,54%
70		String TX2-INV2-STR9	79,392	93,240	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,17 V	1,93%
70		String TX2-INV2-STR10	64,390	78,238	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,88 V	1,59%
71		String TX2-INV2-STR11	46,766	60,614	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,19 V	1,20%
71		String TX2-INV2-STR12	31,764	45,612	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,90 V	0,86%
71		String TX2-INV2-STR13	49,057	62,905	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,54 V	1,25%



ENERGY CONSTRUCT PROJECT

S.C. GEP ENERGY CONSTRUCT PROJECT S.R.L.

Sediul Social: București, str. Căineni, nr. 20, sector 1
Înregistrat la Registrul Comerțului: J40/2719/2023
Cod de înregistrare fiscală 47625820

Masa de panouri fotovoltaice	De la	Denumire string	Lungimea cablului "+"	Lungimea cablului "-"	Prelungire	Rezistivitatea materialului conductor "p"	Curentul prin cablu	Tensiunea sistemului	Secțiunea cablului	Căderea de tensiune permisă
71	Inverter TX2-INV3	String TX2-INV3-STR1	59,417	73,265	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,13 V
72		String TX2-INV3-STR2	41,792	55,640	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	7,44 V
72		String TX2-INV3-STR3	26,790	40,638	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,15 V
72		String TX2-INV3-STR4	44,084	57,932	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	7,78 V
72		String TX2-INV3-STR5	29,082	42,930	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,50 V
76		String TX2-INV3-STR6	46,767	60,615	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,19 V
76		String TX2-INV3-STR7	31,765	45,613	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,90 V
76		String TX2-INV3-STR8	49,058	62,906	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,54 V
76		String TX2-INV3-STR9	34,056	47,904	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,25 V
77		String TX2-INV3-STR10	16,430	30,278	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,56 V
77		String TX2-INV3-STR11	1,428	15,276	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,27 V
77		String TX2-INV3-STR12	18,723	32,571	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,91 V
77		String TX2-INV3-STR13	3,721	17,569	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,62 V
73	Inverter TX2-INV4	String TX2-INV4-STR1	61,806	75,654	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,49 V
73		String TX2-INV4-STR2	64,095	77,943	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,84 V
74		String TX2-INV4-STR3	46,472	60,320	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,15 V
74		String TX2-INV4-STR4	31,470	45,318	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,86 V
74		String TX2-INV4-STR5	48,757	62,605	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,50 V
74		String TX2-INV4-STR6	33,755	47,603	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,21 V
75		String TX2-INV4-STR7	16,131	29,979	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,52 V
75		String TX2-INV4-STR8	1,460	14,977	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,25 V
75		String TX2-INV4-STR9	18,421	32,269	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,87 V
75		String TX2-INV4-STR10	3,766	17,267	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,61 V
78		String TX2-INV4-STR11	112,042	98,194	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	16,04 V
78		String TX2-INV4-STR12	114,350	100,502	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	16,40 V
79		String TX2-INV4-STR13	127,374	113,526	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	11,03 V



ENERGY CONSTRUCT PROJECT

S.C. GEP ENERGY CONSTRUCT PROJECT S.R.L.

Sediul Social: București, str. Căineni, nr. 20, sector 1
Înregistrat la Registrul Comerțului: J40/27.19/2023
Cod de înregistrare fiscală 47625820

Masa de panouri fotovoltaice	De la	Denumire string	Lungimea cablului "+"	Lungimea cablului "-"	Prelungire	Rezistivitatea materialului conductor "ρ"	Curentul prin cablu	Tensiunea sistemului	Secțiunea cablului	Căderea de tensiune permisă	
79	Inverter TX2-INV5	String TX2-INV5-STR1	91,398	105,246	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,01 V	2,20%
79		String TX2-INV5-STR2	108,687	122,535	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	10,59 V	1,55%
79		String TX2-INV5-STR3	93,685	107,533	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,36 V	2,25%
80		String TX2-INV5-STR4	76,063	89,911	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	12,67 V	1,86%
80		String TX2-INV5-STR5	61,061	74,909	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,38 V	1,52%
80		String TX2-INV5-STR6	78,352	92,200	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,01 V	1,91%
80		String TX2-INV5-STR7	63,350	77,198	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,73 V	1,57%
81		String TX2-INV5-STR8	45,728	59,576	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,04 V	1,18%
81		String TX2-INV5-STR9	30,726	44,574	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,75 V	0,84%
81		String TX2-INV5-STR10	48,015	61,863	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,38 V	1,23%
81		String TX2-INV5-STR11	33,013	46,861	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,10 V	0,89%
82		String TX2-INV5-STR12	15,382	29,230	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,40 V	0,50%
82		String TX2-INV5-STR13	17,677	31,525	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,75 V	0,55%
82	Inverter TX2-INV6	String TX2-INV6-STR1	27,981	41,829	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,33 V	0,78%
82		String TX2-INV6-STR2	30,276	44,124	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,68 V	0,83%
85		String TX2-INV6-STR3	77,110	90,958	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	12,83 V	1,88%
85		String TX2-INV6-STR4	62,108	75,956	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,54 V	1,54%
85		String TX2-INV6-STR5	64,396	78,244	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,88 V	1,59%
86		String TX2-INV6-STR6	46,775	60,623	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,20 V	1,20%
86		String TX2-INV6-STR7	31,773	45,621	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,91 V	0,87%
86		String TX2-INV6-STR8	49,062	62,910	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,54 V	1,25%
86		String TX2-INV6-STR9	34,060	47,908	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,26 V	0,92%
87		String TX2-INV6-STR10	16,431	30,279	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,56 V	0,52%
87		String TX2-INV6-STR11	1,429	15,277	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,27 V	0,19%
87		String TX2-INV6-STR12	18,724	32,572	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,91 V	0,57%
87		String TX2-INV6-STR13	3,722	17,570	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,62 V	0,24%



ENERGY CONSTRUCT PROJECT

S.C. GEP ENERGY CONSTRUCT PROJECT S.R.L.

Sediul Social: București, str. Căineni, nr. 20, sector 1
Înregistrat la Registrul Comerțului: J40/27.19/2023
Cod de înregistrare fiscală 47625820

Masa de panouri fotovoltaice	De la	Denumire string	Lungimea cablului "+"	Lungimea cablului "-"	Prelungire	Rezistivitatea materialului conductor "p"	Curentul prin cablu	Tensiunea sistemului	Secțiunea cablului	Căderea de tensiune permisă
83	Inverter TX2-INV7	String TX2-INV7-STR1	45,585	59,433	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,01 V 1,17%
83		String TX2-INV7-STR2	47,876	61,724	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,36 V 1,23%
84		String TX2-INV7-STR3	30,251	44,099	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,67 V 0,83%
84		String TX2-INV7-STR4	15,249	29,097	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,38 V 0,50%
84		String TX2-INV7-STR5	32,536	46,384	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,02 V 0,88%
84		String TX2-INV7-STR6	17,534	31,382	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,73 V 0,55%
85		String TX2-INV7-STR7	4,977	16,049	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,60 V 0,24%
88		String TX2-INV7-STR8	95,674	81,826	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,55 V 1,98%
88		String TX2-INV7-STR9	97,981	84,133	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,90 V 2,04%
89		String TX2-INV7-STR10	111,009	97,161	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,89 V 2,33%
89		String TX2-INV7-STR11	126,011	112,163	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	10,91 V 1,60%
89		String TX2-INV7-STR12	113,321	99,473	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	16,24 V 2,38%
89		String TX2-INV7-STR13	128,323	114,475	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	11,12 V 1,63%
90	Inverter TX2-INV8	String TX2-INV8-STR1	76,053	89,901	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	12,66 V 1,86%
90		String TX2-INV8-STR2	61,051	74,899	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,37 V 1,52%
90		String TX2-INV8-STR3	78,339	92,187	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,01 V 1,91%
90		String TX2-INV8-STR4	63,337	77,185	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,72 V 1,57%
91		String TX2-INV8-STR5	45,717	59,565	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,03 V 1,18%
91		String TX2-INV8-STR6	30,715	44,563	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,74 V 0,84%
91		String TX2-INV8-STR7	48,005	61,853	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,38 V 1,23%
91		String TX2-INV8-STR8	33,003	46,851	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,09 V 0,89%
92		String TX2-INV8-STR9	15,379	29,227	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,40 V 0,50%
92		String TX2-INV8-STR10	2,201	14,225	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,25 V 0,18%
92		String TX2-INV8-STR11	17,669	31,517	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,75 V 0,55%
92		String TX2-INV8-STR12	4,507	16,515	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,60 V 0,24%
97		String TX2-INV8-STR13	28,045	41,893	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,34 V 0,78%



ENERGY CONSTRUCT PROJECT

S.C. GEP ENERGY CONSTRUCT PROJECT S.R.L.

Sediul Social: București, str. Căineni, nr. 20, sector 1
Înregistrat la Registrul Comerțului: J40/2719/2023
Cod de înregistrare fiscală 47625820

Masa de panouri fotovoltaice	De la	Denumire string	Lungimea cablului "+"	Lungimea cablului "-"	Prelungire	Rezistivitatea materialului conductor "ρ"	Curentul prin cablu	Tensiunea sistemului	Secțiunea cablului	Căderea de tensiune permisă	
94	Inverter TX2-INV9	String TX2-INV9-STR1	92,438	106,286	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,16 V	2,22%
94		String TX2-INV9-STR2	94,720	108,568	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,51 V	2,27%
95		String TX2-INV9-STR3	77,102	90,950	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	12,82 V	1,88%
95		String TX2-INV9-STR4	62,100	75,948	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,53 V	1,54%
95		String TX2-INV9-STR5	79,387	93,235	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	13,17 V	1,93%
95		String TX2-INV9-STR6	64,385	78,233	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,88 V	1,59%
96		String TX2-INV9-STR7	46,765	60,613	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,19 V	1,20%
96		String TX2-INV9-STR8	31,763	45,611	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,90 V	0,86%
96		String TX2-INV9-STR9	49,052	62,900	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,54 V	1,25%
96		String TX2-INV9-STR10	34,050	47,898	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,25 V	0,92%
97		String TX2-INV9-STR11	16,428	30,276	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,56 V	0,52%
97		String TX2-INV9-STR12	18,717	32,565	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,91 V	0,57%
97		String TX2-INV9-STR13	3,715	17,563	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,62 V	0,24%
93	Inverter TX2-INV10	String TX2-INV10-STR1	110,692	96,844	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	15,84 V	2,32%
93		String TX2-INV10-STR2	113,001	99,153	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	16,19 V	2,37%
94		String TX2-INV10-STR3	126,027	112,179	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	10,91 V	1,60%
94		String TX2-INV10-STR4	128,341	114,493	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	10 mm ²	11,12 V	1,63%
98		String TX2-INV10-STR5	60,973	74,821	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,36 V	1,52%
98		String TX2-INV10-STR6	63,265	77,113	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,71 V	1,57%
99		String TX2-INV10-STR7	45,635	59,483	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,02 V	1,18%
99		String TX2-INV10-STR8	30,633	44,481	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,73 V	0,84%
99		String TX2-INV10-STR9	47,918	61,766	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,37 V	1,23%
99		String TX2-INV10-STR10	32,916	46,764	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,08 V	0,89%
100		String TX2-INV10-STR11	15,301	29,149	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,39 V	0,50%
100		String TX2-INV10-STR12	2,316	14,147	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,26 V	0,18%
100		String TX2-INV10-STR13	17,584	31,432	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,74 V	0,55%



ENERGY CONSTRUCT PROJECT

S.C. GEP ENERGY CONSTRUCT PROJECT S.R.L.

Sediul Social: București, str. Căineni, nr. 20, sector 1
Înregistrat la Registrul Comerțului: J40/2719/2023
Cod de înregistrare fiscală 47625820

Masa de panouri fotovoltaice	De la	Denumire string	Lungimea cablului "+"	Lungimea cablului "-"	Prelungire	Rezistivitatea materialului conductor "p"	Curentul prin cablu	Tensiunea sistemului	Secțiunea cablului	Căderea de tensiune permisă
100	Inverter TX2-INV11	String TX2-INV11-STR1	64,388	78,236	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,88 V
101		String TX2-INV11-STR2	46,772	60,620	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,20 V
101		String TX2-INV11-STR3	31,770	45,618	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,91 V
101		String TX2-INV11-STR4	49,055	62,903	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,54 V
101		String TX2-INV11-STR5	34,053	47,901	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,25 V
102		String TX2-INV11-STR6	16,429	30,277	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,56 V
102		String TX2-INV11-STR7	1,427	15,275	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,27 V
102		String TX2-INV11-STR8	18,718	32,566	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,91 V
102		String TX2-INV11-STR9	3,716	17,564	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,62 V
106		String TX2-INV11-STR10	42,611	56,459	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	7,56 V
106		String TX2-INV11-STR11	27,609	41,457	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,27 V
106		String TX2-INV11-STR12	44,899	58,747	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	7,91 V
106	Inverter TX2-INV12	String TX2-INV11-STR13	29,897	43,745	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,62 V
109		String TX2-INV12-STR1	39,808	25,960	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,02 V
109		String TX2-INV12-STR2	42,115	28,267	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,37 V
103		String TX2-INV12-STR3	61,364	75,212	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,42 V
103		String TX2-INV12-STR4	63,657	77,505	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,77 V
104		String TX2-INV12-STR5	46,025	59,873	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,08 V
104		String TX2-INV12-STR6	31,023	44,871	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,79 V
104		String TX2-INV12-STR7	48,302	62,150	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,43 V
104		String TX2-INV12-STR8	33,300	47,148	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,14 V
105		String TX2-INV12-STR9	15,685	29,533	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,45 V
105		String TX2-INV12-STR10	1,896	14,531	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,25 V
105		String TX2-INV12-STR11	17,966	31,814	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,80 V
105		String TX2-INV12-STR12	4,211	16,812	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,60 V
108		String TX2-INV12-STR13	27,741	41,589	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,29 V

Masa de panouri fotovoltaice	De la	Denumire string	Lungimea cablului "+"	Lungimea cablului "-"	Prelungire	Rezistivitatea materialului conductor "p"	Curentul prin cablu	Tensiunea sistemului	Secțiunea cablului	Căderea de tensiune permisă
107	De la Inverter TX2-INV13	String TX2-INV13-STR1	46,535	60,383	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,16 V
107		String TX2-INV13-STR2	31,533	45,381	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,87 V
107		String TX2-INV13-STR3	48,820	62,668	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	8,51 V
107		String TX2-INV13-STR4	33,818	47,666	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	6,22 V
108		String TX2-INV13-STR5	16,197	30,045	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,53 V
108		String TX2-INV13-STR6	18,475	32,323	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,88 V
108		String TX2-INV13-STR7	3,679	17,321	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,60 V
110		String TX2-INV13-STR8	57,908	71,756	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	9,89 V
110		String TX2-INV13-STR9	60,198	74,046	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	10,24 V
111		String TX2-INV13-STR10	42,569	56,417	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	7,55 V
111	De la Inverter TX2-INV14	String TX2-INV13-STR11	27,567	41,415	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,26 V
111		String TX2-INV13-STR12	44,846	58,694	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	7,90 V
111		String TX2-INV13-STR13	29,844	43,692	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,61 V
112		String TX2-INV14-STR1	16,424	30,272	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,56 V
112		String TX2-INV14-STR2	1,422	15,270	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,27 V
112		String TX2-INV14-STR3	18,703	32,551	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	3,91 V
112		String TX2-INV14-STR4	3,701	17,549	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	1,62 V
113		String TX2-INV14-STR5	27,438	41,286	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,24 V
113		String TX2-INV14-STR6	29,718	43,566	0,000	0,0172 Ω · mm ² / m	13,31 A	682,63 V	6 mm ²	5,59 V
113										0,82%

✓ Valorile calculate arată că, pentru un cablu solar din cupru cu secțiunea de 6 mm² și câteva stringuri cu secțiunea de 10 mm², căderea de tensiune este sub 3%.

Rezultatele calculelor căderilor de tensiune pe cablurile de curent alternativ de joasă tensiune:

Zona	Circuit	Lungimea cablului,	Puterea aparentă	Tensiunea de linie	Curentul nominal	Materialul conductorului	Rezistivitatea materialului conductor "p"	Căderea de tensiune permisă (ΔV)	Secțiunea cablului rezultată	Căderea de tensiune permisă (ΔV)	Secțiunea cablului rezultată	Secțiunea minima a cablului cf standard IEC 60364-5-52	Secțiunea cablului propusă a se utiliza	Căderea de tensiune permisă	
PZ 1 Existent	Inverter TX1-INV1	260 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	264,76 mm ²	12 V	176,51 mm ²	240 mm ²	8,83 V	2,21%
	Inverter TX1-INV2	238 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	242,36 mm ²	12 V	161,57 mm ²	240 mm ²	8,08 V	2,02%
	Inverter TX1-INV3	234 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	238,28 mm ²	12 V	158,86 mm ²	240 mm ²	7,94 V	1,99%
	Inverter TX1-INV4	223 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	227,08 mm ²	12 V	151,39 mm ²	240 mm ²	7,57 V	1,89%
	Inverter TX1-INV5	238 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	242,36 mm ²	12 V	161,57 mm ²	240 mm ²	8,08 V	2,02%
	Inverter TX1-INV6	199 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	202,64 mm ²	12 V	135,09 mm ²	150 mm ²	10,81 V	2,70%
	Inverter TX1-INV7	200 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	203,66 mm ²	12 V	135,77 mm ²	150 mm ²	10,86 V	2,72%
	Inverter TX1-INV8	272 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	276,98 mm ²	12 V	184,65 mm ²	240 mm ²	9,23 V	2,31%
	Inverter TX1-INV9	198 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	201,62 mm ²	12 V	134,42 mm ²	150 mm ²	10,75 V	2,69%
	Inverter TX1-INV10	245 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	249,48 mm ²	12 V	166,32 mm ²	240 mm ²	8,32 V	2,08%
	Inverter TX1-INV11	213 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	216,90 mm ²	12 V	144,60 mm ²	150 mm ²	11,57 V	2,89%
	Inverter TX1-INV12	274 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	279,01 mm ²	12 V	186,01 mm ²	240 mm ²	9,30 V	2,33%
	Inverter TX1-INV13	283 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	288,18 mm ²	12 V	192,12 mm ²	240 mm ²	9,61 V	2,40%
	Inverter TX1-INV14	267 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	271,89 mm ²	12 V	181,26 mm ²	240 mm ²	9,06 V	2,27%
	Inverter TX1-INV15	314 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	319,75 mm ²	12 V	213,16 mm ²	240 mm ²	10,66 V	2,66%
	Inverter TX1-INV16	282 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	287,16 mm ²	12 V	191,44 mm ²	240 mm ²	9,57 V	2,39%
	Inverter TX1-INV17	296 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	301,42 mm ²	12 V	200,94 mm ²	240 mm ²	10,05 V	2,51%
	Inverter TX1-INV18	373 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	379,83 mm ²	12 V	253,22 mm ²	300 mm ²	10,13 V	2,53%
PZ 2 Existent	Inverter TX2-INV1	313 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	318,73 mm ²	12 V	212,49 mm ²	240 mm ²	10,62 V	2,66%
	Inverter TX2-INV2	326 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	331,97 mm ²	12 V	221,31 mm ²	240 mm ²	11,07 V	2,77%
	Inverter TX2-INV3	340 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	346,22 mm ²	12 V	230,82 mm ²	240 mm ²	11,54 V	2,89%
	Inverter TX2-INV4	401 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	408,34 mm ²	12 V	272,23 mm ²	300 mm ²	10,89 V	2,72%
	Inverter TX2-INV5	355 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	361,50 mm ²	12 V	241,00 mm ²	300 mm ²	9,64 V	2,41%
	Inverter TX2-INV6	369 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	375,75 mm ²	12 V	250,50 mm ²	300 mm ²	10,02 V	2,51%
	Inverter TX2-INV7	446 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	454,16 mm ²	12 V	302,78 mm ²	400 mm ²	9,08 V	2,27%
	Inverter TX2-INV8	384 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	391,03 mm ²	12 V	260,69 mm ²	300 mm ²	10,43 V	2,61%
	Inverter TX2-INV9	397 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	404,27 mm ²	12 V	269,51 mm ²	300 mm ²	10,78 V	2,70%
	Inverter TX2-INV10	474 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	482,68 mm ²	12 V	321,78 mm ²	400 mm ²	9,65 V	2,41%
	Inverter TX2-INV11	412 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	419,54 mm ²	12 V	279,69 mm ²	300 mm ²	11,19 V	2,80%
	Inverter TX2-INV12	487 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	495,91 mm ²	12 V	330,61 mm ²	400 mm ²	9,92 V	2,48%
	Inverter TX2-INV13	491 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	499,99 mm ²	12 V	333,32 mm ²	400 mm ²	10,00 V	2,50%
	Inverter TX2-INV14	519 m	55 kVA	400 V	72,20 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	2%	8 V	264,18 mm ²	12 V	176,12 mm ²	240 mm ²	8,81 V	2,20%

Se propune utilizarea de tablouri electrice de joasă tensiune sumatoare pentru invertoare din cauza lungimilor mari de cablu:

Zona	Circuit	Lungimea cablului,	Puterea aparentă	Tensiunea de linie	Curentul nominal	Materialul conductorului	Secțiunea cablului propusă a se utiliza	Căderea de tensiune permisă	Lungimea cablului,	Puterea aparentă	Tensiunea de linie	Curentul nominal	Materialul conductorului	Secțiunea cablului propusă a se utiliza	Căderea de tensiune permisă		
PTZ 1 Existent	Inverter TX1-INV1	140 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	150 mm ²	7,60 V	1,90%	120 m	660 kVA	400 V	866,64 A	Aluminiu	500 mm ²	11,73 V	2,93%
	Inverter TX1-INV2	118 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	95 mm ²	10,12 V	2,53%								
	Inverter TX1-INV3	114 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	95 mm ²	9,78 V	2,44%								
	Inverter TX1-INV4	103 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	95 mm ²	8,83 V	2,21%								
	Inverter TX1-INV5	118 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	95 mm ²	10,12 V	2,53%								
	Inverter TX1-INV6	79 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	95 mm ²	6,77 V	1,69%								
	Inverter TX1-INV7	80 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	95 mm ²	6,86 V	1,72%	120 m	660 kVA	400 V	866,64 A	Aluminiu	500 mm ²	11,73 V	2,93%
	Inverter TX1-INV8	152 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	150 mm ²	8,26 V	2,06%								
	Inverter TX1-INV9	78 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	95 mm ²	6,69 V	1,67%								
	Inverter TX1-INV10	125 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	95 mm ²	10,72 V	2,68%								
	Inverter TX1-INV11	93 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	95 mm ²	7,97 V	1,99%								
	Inverter TX1-INV12	154 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	150 mm ²	8,36 V	2,09%								
	Inverter TX1-INV13	163 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	150 mm ²	8,85 V	2,21%	120 m	660 kVA	400 V	866,64 A	Aluminiu	500 mm ²	11,73 V	2,93%
	Inverter TX1-INV14	147 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	150 mm ²	7,98 V	2,00%								
	Inverter TX1-INV15	194 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	150 mm ²	10,54 V	2,63%								
	Inverter TX1-INV16	162 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	150 mm ²	8,80 V	2,20%								
	Inverter TX1-INV17	176 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	150 mm ²	9,56 V	2,39%								
	Inverter TX1-INV18	253 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	240 mm ²	8,59 V	2,15%								
PTZ 2 Existent	Inverter TX2-INV1	193 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	150 mm ²	10,48 V	2,62%	120 m	550 kVA	400 V	722,20 A	Aluminiu	500 mm ²	9,78 V	2,44%
	Inverter TX2-INV2	206 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	150 mm ²	11,19 V	2,80%								
	Inverter TX2-INV3	220 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	150 mm ²	11,95 V	2,99%								
	Inverter TX2-INV4	281 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	240 mm ²	9,54 V	2,38%								
	Inverter TX2-INV5	235 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	240 mm ²	7,98 V	1,99%								
	Inverter TX2-INV6	249 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	240 mm ²	8,45 V	2,11%								
	Inverter TX2-INV7	326 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	240 mm ²	11,07 V	2,77%	120 m	440 kVA	400 V	577,76 A	Aluminiu	500 mm ²	7,82 V	1,96%
	Inverter TX2-INV8	264 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	240 mm ²	8,96 V	2,24%								
	Inverter TX2-INV9	277 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	240 mm ²	9,40 V	2,35%								
	Inverter TX2-INV10	340 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	240 mm ²	11,54 V	2,89%								
	Inverter TX2-INV11	292 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	240 mm ²	9,91 V	2,48%								
	Inverter TX2-INV12	350 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	240 mm ²	11,88 V	2,97%								
	Inverter TX2-INV13	350 m	110 kVA	400 V	144,44 A	Aluminiu	240 mm ²	11,88 V	2,97%	120 m	495 kVA	400 V	649,96 A	Aluminiu	500 mm ²	8,80 V	2,20%
	Inverter TX2-INV14	399 m	55 kVA	400 V	72,20 A	Aluminiu	150 mm ²	10,83 V	2,71%								

 Rezultatele calculelor căderilor de tensiune pe cablurile de curent alternativ de medie tensiune:

Circuit	Lungimea	Puterea aparenta maxima	Tensiunea de linie	Curentul maxim	Materialul conductorului	Rezistivitatea materialului conductor "ρ"	Secțiunea minimă acceptată	Secțiunea cablului propusă a se utiliza	Căderea de tensiune permisă
PTZ 2 existent - PC 7922* existent	100 m	4.000 kVA	20 kV	115,47 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	95 mm ²	185 mm²	7,04 V
PTZ 1 existent - PC 7692* existent	100 m	4.500 kVA	20 kV	129,90 A	Aluminiu	0,0282 Ω · mm ² / m	120 mm ²	185 mm²	7,92 V

Din calcule rezultă că pentru aceste circuite se pot utiliza conductoare cu secțiuni mai mici decât cele propuse, însă nu sub limita secțiunii minime acceptate.

Întocmit
ing. Liliana Florentina LUPU



Secțiunea IV: Caiet de sarcini

Explorarea și urmărirea în timp a lucrărilor de instalații electrice

1. Generalități

Urmărirea comportării în timp a centralei electrice cu panouri fotovoltaice

Prevederile tehnice cuprinse în prezentul caiet de sarcini se aplică la **exploatarea, întreținerea și urmărirea în timp** a instalațiilor electrice pentru prezentul obiectiv.

Documentația se adresează atât executantului lucrărilor cât și beneficiarului, al cărui personal întreține și exploatează instalațiile electrice, fiind necesară la întocmirea instrucțiunilor de exploatare.

Instalațiile fotovoltaice nu necesită întreținere specială pe timpul exploatării. Pentru un randament cât mai ridicat al producției de energie electrică se recomandă păstrarea panourilor fotovoltaice curate, prin spălare la o perioadă îndelungată de lipsă a precipitațiilor.

Orice intervenție asupra sistemului fotovoltaic: spălarea panourilor fotovoltaice, verificarea parametrilor electrici ai șirurilor de panouri fotovoltaice se va realiza prin scoaterea de sub tensiune a sistemului fotovoltaic.

Criteriile de exploatare a sistemului fotovoltaic sunt aceleași ca la o instalație electrică de joasă tensiune.

Prin exploatarea instalațiilor de electrice trebuie să fie asigurate cel puțin nivelurile minime de performanță rezultate din cerințele de calitate ale Legii nr. 10/1995 privind calitatea în construcții:

- rezistența și stabilitate;
- siguranța în exploatare;
- siguranța la foc;
- igiena, sănătatea oamenilor, refacerea și protecția mediului;
- izolarea termică, hidrofugă și economie de energie;
- protecție împotriva zgomotului;
- utilizare sustenabilă a resurselor naturale.

În scopul asigurării unei bune funcționări în timp a instalațiilor electrice și a elementelor componente ale acestora, beneficiarul are obligativitatea dotării echipelor de exploatare și întreținere cu aparatura minimă necesară pentru controlul și reglarea parametrilor instalațiilor (trusa de măsură/testare, multimetru).

Această documentație stabilește regulile **de exploatare și de urmărire în timp** care trebuie respectate pentru instalațiile proiectate. Pe baza acestei documentații și a normelor și normativelor în vigoare beneficiarul va întocmi instrucțiuni tehnice interne prin care se vor detalia și concretiza la condițiile de teren prevederile documentațiilor enumerate anterior.

La elaborarea instrucțiunilor tehnice interne se vor respecta și instrucțiunile furnizorilor, indicațiile proiectului, precum și normativele și prescripțiile în vigoare. Instrucțiunile tehnice interne vor fi confirmate anual sau revizuite ori de câte ori apar modificări în scheme sau la echipamente, cât și în reglementările referitoare la exploatarea acestor echipamente.

Instalațiile electrice proiectate, de curent continuu și curent alternativ se vor verifica periodic, prin calcul, o dată la doi ani, stabilind dacă echipamentele respective corespund în ceea ce privește parametrii nominali și stabilitatea la scurtcircuit în condițiile de exploatare a sistemelor fotovoltaice, din momentul respectiv și într-o perspectivă de doi ani.

Prin **exploatare și urmărire în timp** se înțelege activitatea desfășurată de personalul de deservire operativă sau de către personalul desemnat de beneficiar să execute operații care constituie atribuții de serviciu ale personalului de deservire operativă. În activitatea de exploatare se cuprind:

- executarea de manevre;
- supravegherea instalațiilor;
- controlul curent;
- lucrările de întreținere curentă care constituie atribuții de serviciu pentru personalul de deservire operativă.

Regimul nominal de funcționare a echipamentelor componente ale instalației electrice este regimul în care acestea funcționează, fiind supuse simultan la valorile nominale ale parametrilor lor caracteristici. Regimul normal de funcționare a echipamentelor se consideră regimul de funcționare între limitele admisibile ale mărimilor electrice sau de altă natură înscrise pe plăcuța indicatoare a echipamentului sau stabilite prin prescripțiile fabricii constructoare.

Modul de exploatare: după felul deservirii cu personal, instalațiile din care fac parte echipamentele electrice se împart în următoarele categorii:

- a) instalații cu personal permanent de exploatare (nu este cazul acestei instalații);
- b) instalații fără personal de exploatare (majoritatea instalațiilor proiectate).

2. Repunerea în funcțiune și redarea în exploatare a instalațiilor electrice

Repunerea în funcțiune se efectuează după efectuarea verificărilor și probelor instalațiilor. Repunerea în funcțiune și redarea în exploatare a echipamentelor poate avea loc în una din următoarele situații:

- a) echipamentul este nou (PIF);
- b) echipamentul a mai fost în exploatare, dar i se schimbă locul;
- c) echipamentul a suferit o reparație într-un atelier specializat;
- d) echipamentul a fost reparat sau revizuit la locul de montaj;
- e) echipamentul a fost scos de sub tensiune un timp mai lung de 30 zile;
- f) s-a schimbat o parte importantă a echipamentului respectiv.

La punerea în funcțiune a echipamentelor noi (PIF) se va controla, de către personalul de conducere al exploatării, îndeplinirea următoarelor condiții:

- a) Existența documentelor tehnice care confirmă caracteristicile și starea echipamentului:
 - instrucțiunile fabricii constructoare (cartea tehnică a furnizorului);
 - buletinele de încercare și certificatele de calitate ale fabricii constructoare (furnizorului), conform normativelor de încercări în vigoare;
 - procesul verbal de recepție a instalației din care face parte echipamentul;
 - buletinul de punere în funcțiune atât pentru protecții și semnalizări, cât și pentru echipamente.
- b) Asigurarea condițiilor normale de exploatare:
 - existența instrucțiunilor tehnice interne;
 - existența fișelor tehnice ale echipamentelor;
 - asigurarea pieselor de rezervă;
 - instruirea personalului de exploatare asupra deservirii corecte a echipamentului;
 - existența autorizațiilor de funcționare pentru ansamblul instalațiilor;
 - existența dotărilor P.S.I. și N .P.M.
- c) Îndeplinirea formelor operative cerute de regulamentul de manevre :
 - confirmarea sefului secției de exploatare sau a adjunctului acestuia că sunt asigurate toate condițiile pentru punerea în funcțiune a echipamentului;
 - înaintarea, la treapta de conducere operativă, a documentației tehnice impuse de instrucțiunile privind conducerea operativă;

- existența aprobării pentru darea în exploatare.

Pentru celelalte situații se va ține seama de următoarele:

- a) La schimbarea locului unui echipament trebuie respectate aceleași condiții, documentele fabricii constructoare fiind acelea de la punerea în funcțiune.
- b) La echipamentele iesite din reparație sau revizie este necesar ca, la punerea în funcțiune, să se controleze certificatele (buletinele) pentru probele impuse de normativele specifice (enumerate anterior), probele efectuate fiind cele indicate în normative, corespunzătoare lucrării de întreținere la care a fost supus echipamentul.
- c) Se vor verifica, de asemenea, buletinele asupra modificărilor eventuale ale caracteristicilor tehnice impuse de modificările constructive efectuate cu ocazia reparației.
- d) Echipamentele scoase din funcțiune vor fi puse periodic sub tensiune pentru a se verifica starea de funcționare la perioadele stabilite prin instrucțiunile tehnice interne;
- e) În cazul în care intervin modificări la echipamente, la dispozitivele de acționare sau la instalațiile aferente acestor echipamente, vor fi modificate în consecință instrucțiunile tehnice interne de exploatare a echipamentului și va fi instruit personalul de deservire, aceasta constituind o condiție obligatorie pentru punerea în funcțiune.
- f) În cazul adaptării la echipamente a unor dispozitive diferite de cele prevăzute de fabrica constructoare pentru echipamentul respectiv, se va cere avizul fabricii constructoare (furnizorului) asupra adaptării respective, punerea în funcțiune putându-se face după operația de omologare, conform dispozitivelor în vigoare.
- g) Punerea în funcțiune a echipamentelor deconectate se va face conform instrucțiunilor tehnice interne din instalațiile respective.

3. Exploatarea centralei electrice cu panouri fotovoltaice

1.1. Operații de supraveghere, control și întreținere curentă

În timpul funcționării instalațiilor din care fac parte echipamentele electrice se efectuează următoarele operații de supraveghere:

- a) Supravegherea curentă asigurată prin personalul permanent de exploatare și care se referă la:
 - Tensiunea și frecvența rețelei electrice de curent alternativ (aceasta este monitorizată în mod automat de către invertor);
 - relee de protecție și semnalizare (protecția se realizează în mod automat);
 - citirea instrumentelor de măsură (citirea parametrilor se poate realiza on-line) dacă se va instala smart dongle 4G și beneficiarul va încheia câte un contract de furnizare date mobile pentru fiecare amplasament.

b) Supravegheri periodice prin examinare vizuală, la care.

Se verifică:

- gradul de murdărie al panourilor fotovoltaice;
- tensiunile șirurilor de panouri fotovoltaice pe intrările invertoarelor măsurate în cadrul tablourilor de curent continuu.
- starea aparatelor de conectare (dacă sunt bine închise);
- starea izolatoarelor (dacă nu se produc pe ele efluvii, dacă au urme de contornari, murdărirea izolatoarelor, fisuri etc.);
- zgomete produse în funcționarea echipamentelor și caracterul acestor zgomete;

- starea elementelor de legatura (bare, cabluri), incalziri locale, scurgeri de substante, ciupituri provocate de arcul electric etc.;
- starea legaturilor la pamânt de protectie sau de exploatare;
- incarcarea instalatiilor care nu au personal de tura;

c) Controale efectuate de personalul tehnic si ingineresc.

d) Controale neperiodice.

Controalele neperiodice se efectuează cu ocazia unor evenimente deosebite cum sunt:

a) incidente sistematice sau avarii în instalație;

b) manevre în instalație;

c) fenomene naturale deosebite în zona instalației – grindina, ninsoare, etc.

Aceste controale se executa din initiativa proprie de către personalul din tura în cazul deservirii permanente sau de la domiciliu, iar in cele fără personal permanent, la dispozitia dispecerului sau a organelor de conducere a exploatarii.

1.2. Revizii si verificări (inclusiv PRAM)

Personalul de exploatare va urmari sa se efectueze reviziile echipamentului la periodicitatile din normativele in vigoare.

Buletinele de revizii si verificari PRAM se vor emite in doua exemplare, unul pentru gestionarul instalatiei si altul pentru executant.

2. Întreținerea instalațiilor

Întreținerea instalațiilor electrice se face in scopul asigurarii bunei functionari a instalatiei care trebuie sa realizeze parametrii prevazuti in proiect.

Se vor efectua operatii de intretinere a elementelor componente ale instalatiilor electrice conform normativelor in vigoare.

Operatiile de intretinere se efectueaza periodic si ori de cate ori este nevoie. Intervalele de timp privind operatiile de intretinere sunt indicate de catre firmele producatoare corespunzator gradului de utilizare a aparaturii si in normativele in vigoare.

3. Revizii și reparații

Modul de verificare a instalatiilor in cadrul reviziilor se va detalia in instructiunile de exploatare.

Reviziile se executa obligatoriu anual de catre beneficiarul instalatiei, utilizand personal specializat.

Operatiile de revizie se vor face cu sau fara demontarea unor parti ale instalatiilor

4. Măsuri de protecția muncii

Prezenta documentatie a fost intocmita in conformitate cu specificatiile din Legea Securitatii si Sanatatii in Munca nr. 319 din 2006.

Pe perioada de exploatare și întreținere a instalațiilor electrice, măsurile de protecție a muncii intra în totalitate în responsabilitatea beneficiarului.

În toate etapele cuprinse în operațiile de exploatare ale instalațiilor (inclusiv revizii, reparații, înlocuiri, dezafectări, etc.) vor fi respectate cerințele referitoare la protecția, siguranța și igiena muncii.

Verificarile, probele și încercările echipamentelor componente ale instalațiilor vor fi efectuate respectându-se instrucțiunile specifice de protecția a muncii în vigoare pentru fiecare categorie de utilaje și echipamente.

Beneficiarul are obligația să asigure:

- luarea de măsuri organizatorice și tehnice pentru crearea condițiilor de securitate a muncii;
- realizarea instructajului de protecție a muncii a întregului personal de exploatare la cel mult 30 de zile și consemnarea acestuia în fișele individuale sau alte formulare specifice care urmează să fie semnate individual;
- controlul aplicării și respectării de către întreg personalul a normelor și instrucțiunilor specifice;
- verificarea cunoștințelor asupra normelor și măsurilor de protecția muncii.

Realizarea instructajelor specifice de protecția muncii, verificarea cunoștințelor, abaterile de la normele în vigoare, inclusiv sancțiunile aplicate, vor fi consemnate în fișele de instructaj individuale.

Manevrele corespunzătoare exploatarei vor fi efectuate numai de personalul de exploatare.

Persoanele care schimbă zona de lucru (locul de muncă), vor fi instruite corespunzător noilor condiții de lucru.

Măsurile de protecția muncii indicate în prezenta documentație nu sunt limitative, acestea urmând a fi completate de beneficiar cu instrucțiuni specifice, care vor fi afișate la locul de muncă, fiind menționate și în instrucțiunile de exploatare.

Înlocuit
Ing. Liliانا Florentina LUPU



Secțiunea V: Liste de cantități

Principalele componente din:

Instalația electrică cu panouri fotovoltaice amplasate pe sol

Denumire echipament / material	Cantitatea
Panouri fotovoltaice monocristaline de 590Wp Longi Solar LR5-72HTH-590M (sau similar)	5.304 Buc
Invertoare trifazate on-grid de 100kW Huawei SUN2000-100KTL-M2 (sau similar)	31 Buc.
Invertoare trifazate on-grid de 50kW Huawei SUN2000-50KTL-M3 (sau similar)	1 Buc.
Tablou Electric de curent continuu 12÷20 stringuri 16A 1500Vcc (pentru invertoarele de 100kW)	31 Buc.
Tablou Electric de curent continuu 6÷8 stringuri 16A 1500Vcc (pentru invertorul de 50kW)	1 Buc.
Structura de susținere a panourilor fotovoltaice Propunere: - masa susținere 2 x 26 Panouri fotovoltaice (portret) - masa susținere 2 x 13 Panouri fotovoltaice (portret)	91 ans. 22 ans.
Cablu de curent continuu tip solar 6mmp (1.500 Vc.c.) tip H1Z2Z2-K (sau similar)	17 km
Cablu de curent continuu tip solar 10mmp (1.500 Vc.c.) tip H1Z2Z2-K (sau similar)	3 km
Copex Ø = 40 cm pentru pozarea cablului solar	1.250 m
Camine din plastic pentru pozarea cablului solar	28 Buc.
Cablu de date + tub de pozare	870 m
Conductor împământare șufă Cupru 50 mmp	800 m
Cablu de curent alternativ de joasă tensiune (400Vc.a.) Aluminiu 3x95+50mm ²	908 m
Cablu de curent alternativ de joasă tensiune (400Vc.a.) Aluminiu 3x150+95mm ²	2306 m
Cablu de curent alternativ de joasă tensiune (400Vc.a.) Aluminiu 3x240+95mm ²	3217 m
Cablu de curent alternativ de joasă tensiune (400Vc.a.) Aluminiu 3x1x500mm ²	720 m
Tablou electric de curent alternativ centralizator CEF - 18 invertoare de 100kW	1 Buc.
Tablou electric de curent alternativ centralizator CEF - 13 invertoare de 100kW + 1 inverter de 50kW	1 Buc.

Compartimentul utilizatorului PC 7692 existent

Se va echipa cu următoarele echipamente noi:

Denumire echipament / material	Cantitatea
Celulă dispozitiv general de protecție de medie tensiune, cu separator în SF6 combinat cu CLP, întrerupător în vid manual, contacte auxiliare 3NO+3NC, bobină de deschidere, bobină de minimă tensiune, trei transformatoare de curent toroidali cu trei înfășurări secundare 300/5/5/5 A și un transformator de curent homopolar 100/1A, trei transformatoare de tensiune cu trei înfășurări secundare 20/0,1/0,1/0,1 kV pentru funcția 67N, analizor și traductor; un releu multifuncțional cu funcțiile: 27 – 49 – 50 – 51 – 50 N – 51 N – 59 – 59 N – 67 – 67 N – BF – 74 CT – 74 VT – 74 TCS, protocol de comunicație standard Modbus RTU RS 232, rezistență + termostat anticondens, indicator de prezență tensiune.	1 Buc.
Tablou de servicii interne Sursă în comutație 230V ac intrare / 24 V cc Doi acumulatori fara întreținere 12Vcc 26Ah	1 Buc.
Celulă de linie cu separator de sarcină în SF6 combinat cu CLP, motorizat, rezistență + termostat anticondens, indicator prezență tensiune	1 Buc.

Compartimentul utilizatorului PC 7922 existent

Se va echipa cu următoarele echipamente noi:

Denumire echipament / material	Cantitatea
Celulă dispozitiv general de protecție de medie tensiune, cu separator în SF6 combinat cu CLP, întrerupător în vid manual, contacte auxiliare 3NO+3NC, bobină de deschidere, bobină de minimă tensiune, trei transformatoare de curent toroidali cu trei înfășurări secundare 300/5/5/5 A și un transformator de curent homopolar 100/1A, trei transformatoare de tensiune cu trei înfășurări secundare 20/0,1/0,1/0,1 kV pentru funcția 67N, analizor și traductor; un releu multifuncțional cu funcțiile: 27 – 49 – 50 – 51 – 50 N – 51 N – 59 – 59 N – 67 – 67 N – BF – 74 CT – 74 VT – 74 TCS, protocol de comunicație standard Modbus RTU RS 232, rezistență + termostat anticondens, indicator de prezență tensiune.	1 Buc.
Tablou de servicii interne Sursă în comutație 230V ac intrare / 24 V cc Doi acumulatori fara întreținere 12Vcc 26Ah	1 Buc.

Postul de transformare nr. 1 existent, înglobat în clădire

Se va echipa cu următoarele echipamente noi:

Denumire echipament / material	Cantitatea
Celulă de linie cu separator de sarcină în SF6 combinat cu CLP, motorizat, rezistență + termostat anticondens, indicator prezență tensiune	2 Buc.
Celulă de linie cu întrerupător în vid pentru protecția transformatorului, echipată cu întrerupător în vid manual, contacte auxiliare 1NO+1NC, combinat cu separator și CLP, bobină de deschidere, releu multifuncțional cu funcțiile 50 – 51 – 50 N – 51N completat cu doi transformatori de curent și un transformator homopolar, protocoale de comunicație incluse (standard Modbus RTU R232), rezistență + termostat anticondens, indicator de prezență tensiune	1 Buc.
Automatizare celula trafo cu întrerupător în conformitate cu cerințele Operatorului de Distribuție zonal (Rețele Electrice Muntenia S.A.) pentru cazuri speciale.	1 Buc.
Tablou de servicii interne Sursă în comutație 230V ac intrare / 24 V cc Doi acumulatori fara întreținere 12Vcc 26Ah	1 Buc.

Postul de transformare nr. 2 existent, înglobat în clădire

Se va echipa cu următoarele echipamente noi:

Denumire echipament / material	Cantitatea
Celulă de linie cu separator de sarcină în SF6 combinat cu CLP, motorizat, rezistență + termostat anticondens, indicator prezență tensiune	1 Buc. (+ 1 Buc. existenta)
Celulă de linie cu întrerupător în vid pentru protecția transformatorului, echipată cu întrerupător în vid manual, contacte auxiliare 1NO+1NC, combinat cu separator și CLP, bobină de deschidere, releu multifuncțional cu funcțiile 50 – 51 – 50 N – 51N completat cu doi transformatori de curent și un transformator homopolar, protocoale de comunicație incluse (standard Modbus RTU R232), rezistență + termostat anticondens, indicator de prezență tensiune	1 Buc.
Automatizare celula trafo cu întrerupător în conformitate cu cerințele Operatorului de Distribuție zonal (Rețele Electrice Muntenia S.A.) pentru cazuri speciale.	1 Buc.

Întocmit,
Ing. Liliانا Florentina LUPU

