

PROIECTANT DE SPECIALITATE
INSTALAȚII

MTS PROSOLUTION SRL

Proiect tehnic nr. 55/2026

Realizare capacități de producere
a energiei electrice din surse
solare în cadrul SC DIRECT LINE
INOX IMPEX SRL

PAGINĂ DE CAPĂT

Investiția:

**Realizare capacități de producere a
energiei electrice din surse solare în
cadrul SC DIRECT LINE INOX IMPEX
SRL**

Beneficiar: DIRECT LINE INOX IMPEX S.R.L.

Amplasament: MUNICIPIUL TURDA, STR. CÂMPIEI, NR.
126B, JUD. CLUJ, CF 66194

**Proiectant de
specialitate:** MTS PROSOLUTION S.R.L.

Proiect nr. 55/2026

Faza: P.T.

RESPONSABILITĂȚI

**Proiectant Instalații
Electrice:**

Ing. S. CAPILNEAN

.....

Cuprins

	Beneficiar:	Obiect:	Număr:
PT	DIRECT LINE INOX IMPEX S.R.L.	REALIZARE CAPACITĂȚI DE PRODUCERE A ENERGIEI ELECTRICE DIN SURSE SOLARE ÎN CADRUL SC DIRECT LINE INOX IMPEX SRL	55/2026

A. MEMORIU TEHNIC	4
A.1. Informații generale privind obiectivul de investiții	4
A.2. Situația existentă și necesitatea realizării obiectivului/proiectului de investiții	5
A.3. Prezentarea proiectului	17
A.4. Date privind situația energetică	24
A.5. Situația propusă	24
A.6. Descriere funcțională – regim „zero-export” în SEN	25
A.7. Date tehnice CEF	32
A.8. Instalația de paratrăsnet existentă.....	41
A.9. Echipotențializarea și legătura la priza de pământ.....	44
A.10. Deconectarea în caz de urgență.....	48
A.11. Lucrări în postul de transformare.....	50
A.12. Concluzii.....	54
B. BREVIAR DE CALCUL	55
B.1. ALEGEREA SECȚIUNII CABLURILOR.....	55
B.2. Alegerea protecțiilor pentru circuite.....	59
C. CAIET DE SARCINI - TEHNOLOGIA DE MONTAJ	67
C.1. Caiet de sarcini pentru execuția lucrărilor	67
C.2. Caiet de sarcini pentru furnizarea de echipamente și materiale	81
C.3. Plan de măsuri pentru protecția mediului	93
C.4. Plan de măsuri pentru situații de urgență	95
C.5. Plan de securitate și sănătate.....	97
D. DETALII DE EXECUȚIE.....	104
D.1. Precizare privind nediscriminarea ofertanților	104
D.2. Etapele de lucru pentru implementarea centralei fotovoltaice și a sistemului de stocare	104
D.3. Lucrări pregătitoare.....	106
D.4. Montarea sistemului de susținere coplanar	107
D.5. Montarea modulelor fotovoltaice	108
D.6. Realizarea stringurilor și a instalației de curent continuu	109
D.7. Montarea cadrului metalic, a invertoarelor	111
D.8. Montarea tabloului de curent alternativ și a instalației de curent alternativ	112
D.9. Execuția platformei și montarea sistemului de stocare.....	113
D.10. Instalația de echipotențializare, de legare la pământ și legăturile la sistemul de protecție împotriva trăsnetului.....	114
D.11. Echipamentele de măsură și bucla de limitare a exportului	114
D.12. Intervenții în postul de transformare	115

D.13. Marcare, etichetare și semnalizare	116
D.14. Probe, punere în funcțiune și recepție.....	116
E. PROGRAME DE CONTROL	118
E.1. PROGRAM DE FAZE DETERMINANTE	118
E.2. PROGRAM DE CONTROL AL CALITATII LUCRARILOR.....	120
E.3. PROGRAMUL DE PROBE PENTRU PERIOADA DE PUNERE SUB TENSIUNE SI CERTIFICAREA CONFORMITATII TEHNICE	123
F. Anexa A1 – Deviz	135

A. MEMORIU TEHNIC

A.1. Informații generale privind obiectivul de investiții

A.1.1. Denumirea obiectivului de investiții

REALIZARE CAPACITĂȚI DE PRODUCERE A ENERGIEI ELECTRICE DIN SURSE SOLARE ÎN CADRUL SC DIRECT LINE INOX IMPEX SRL

A.1.2. Ordonator principal de credite/investitor

S.C. DIRECT LINE INOX IMPEX S.R.L.

A.1.3. Ordonator de credite (secundar/terțiar)

Nu este cazul

A.1.4. Beneficiarul investiției

Denumirea legală: S.C. DIRECT LINE INOX IMPEX S.R.L.

Adresa: Municipiul Turda, str. Câmpiei, nr. 126B, jud. Cluj, CF 66194

A.1.5. Elaboratorul proiectului tehnic

MTS PROSOLUTION S.R.L.

Str. Borhanciului nr. 26, Cluj-Napoca, cod 400426

Tel.: 0745 268 054

A.1.6. Faza de proiectare

Proiect tehnic și detalii de execuție

A.2. Situația existentă și necesitatea realizării obiectivului/proiectului de investiții

În contextul economic actual, S.C. DIRECT LINE INOX IMPEX S.R.L. urmărește reducerea costurilor cu energia și a expunerii la variațiile pieței prin realizarea unei capacități proprii de producere din sursă solară. Investiția deservește punctul de lucru din municipiul Turda, str. Câmpiei nr. 126B, și este concepută pentru autoconsum, fără injecție de energie activă în rețeaua operatorului de distribuție, în condițiile ATR nr. 28/13.01.2026.

Obiectivul principal al investiției este tranziția către o autonomie energetică parțială prin producerea de energie electrică din surse proprii, regenerabile, având ca scop primordial reducerea substanțială a costurilor operaționale la nivelul societății. Realizarea acestei instalații fotovoltaice va permite eliberarea unor fonduri importante, care în prezent sunt alocate plății facturilor de energie, și redirectionarea acestora către alte cheltuieli strategice, contribuind la consolidarea financiară a companiei. Acest demers se aliniază perfect cu politicile naționale și europene, care încurajează activ diversificarea surselor de energie și reducerea poluării.

Investiția este în deplină concordanță cu legislația și strategiile în vigoare. Legea nr. 121/2014 actualizată 2024, privind eficiența energetică stipulează că îmbunătățirea acesteia este un obiectiv strategic național, esențial pentru siguranța alimentării cu energie și dezvoltarea durabilă. De asemenea, proiectul sprijină atingerea ȋntelilor asumate de România prin Planul Național Integrat în domeniul Energiei și Schimbărilor Climatice (PNIESC) 2021-2030, care prevede o pondere revizuită a energiei din surse regenerabile de 30,7% în consumul final brut de energie până în 2030.

Investiția conduce la creșterea securității energetice a beneficiarului, la reducerea consumului preluat din rețea și la diminuarea emisiilor. Conform indicatorilor contractului de finanțare, capacitatea instalată este de 0,920 MW AC, producția anuală estimată este de 970,95 MWh/an, iar reducerea anuală estimată a emisiilor este de 594,12 tone CO₂ echivalent.

A.2.1. Concluziile studiului de fezabilitate (în cazul în care a fost elaborat în prealabil) privind situația actuală, necesitatea și oportunitatea promovării obiectivului de investiții și scenariile/opțiunile tehnico-economice identificate și propuse spre analiză

Studiul de fezabilitate a fost recepționat de beneficiarul privat în anul 2024. Soluția selectată prevede o centrală fotovoltaică pe acoperișul halei de producție, cu 977,76 kWp instalați în module, 920 kW instalați în invertoare și un sistem de stocare de 193,50 kWh, în regim de autoconsum fără injecție în rețeaua operatorului de distribuție.

A.2.1.1. Scenariile tehnico-economice identificate și propuse spre analiză

Studiul de fezabilitate a identificat și a supus analizei două scenarii tehnico-economice. Ambele pornesc de la aceeași putere instalată în module, de 977,76 kWp, realizată din 2.016 module fotovoltaice de 485 Wp, și de la aceeași putere instalată în invertoare, de 920 kW. Diferența constă exclusiv în modul de fragmentare a conversiei.

Criteriu	Scenariul 1	Scenariul 2
Module fotovoltaice	2.016 buc. $\times$ 485 Wp = 977,76 kWp	2.016 buc. $\times$ 485 Wp = 977,76 kWp
Invertoare	8 unități $\times$ 115 kW = 920 kW	23 unități $\times$ 40 kW = 920 kW
Sistem de stocare	193,5 kWh, respectiv 21 % din 920 kW, cu autonomie de 12,6 minute	193,5 kWh, identic
Producție anuală estimată	970,95 MWh/an	971 MWh/an
Emisii evitate	594,14 t CO ₂ /an	594,15 t CO ₂ /an
Cost de investiție	Mai redus, prin numărul mai mic de unități de conversie	Mai ridicat
Pierderi în conversie	Mai mici	Mai mari, prin numărul mai mare de unități
Fragmentare și redundanță	Mai redusă; un defect afectează o pondere mai mare din câmp	Avantaj: segmentare în mai multe subsisteme independente
Solicitarea structurii	Număr redus de ancorări în grinzile principale	Număr mai mare de ancorări, cu risc sporit pentru structura de rezistență

Tabel A.1.1.b — Compararea scenariilor analizate în studiul de fezabilitate.

Studiul precizează că ambele scenarii sunt viabile din punct de vedere tehnic și că ambele utilizează exclusiv energie solară regenerabilă, cu factor de emisie nul. Diferențele de producție și de emisii evitate sunt nesemnificative, sub 0,01 %.

A.2.1.2. Scenariul optim recomandat și justificarea alegerii

Studiul de fezabilitate recomandă Scenariul 1, pe baza a trei argumente cumulative:

— Costul de investiție este mai redus, întrucât numărul de invertoare este semnificativ mai mic.

— Productivitatea anuală este mai mare, deoarece pierderile în conversie scad odată cu reducerea numărului de unități.

— Solicitarea structurii de rezistență este mai redusă. Planșeul halei având grosime mică, toate componentele instalației trebuie fixate în grinzile principale; un număr mai mic de invertoare înseamnă un număr mai mic de ancorări și, implicit, un risc mai scăzut de compromitere a structurii.

Avantajul Scenariului 2 — segmentarea în mai multe subsisteme, cu comportare mai bună în caz de defect — a fost considerat insuficient pentru a compensa diferența de preț, pierderile suplimentare în conversie și solicitarea structurală sporită.

Soluția reținută prevede o centrală fotovoltaică amplasată pe acoperișul halei de producție, cu 977,76 kWp instalați în module, 920 kW instalați în invertoare și un sistem de stocare de 193,5 kWh, în regim de autoconsum. Modulele urmau să fie aliniate cu latura sudică a clădirii, cu unghi de montaj de 0° față de planul orizontal și azimut de 22° față de Sud, ocupând o suprafață desfășurată de circa 4.100 m² din suprafața acoperișului.

Verificarea producției confirmă încadrarea în cerințele ghidului de finanțare. Cu o iradiere anuală de 1.321,28 kWh/m² conform PVGIS, producția rezultată este de 970.952 kWh/an, respectiv 970,95 MWh/an. Numărul echivalent de ore de funcționare la putere nominală este de 1.055,38 h/an, peste pragul minim de 1.000 h/an recomandat pentru energia solară.

Indicator	Cod	Valoare	Unitate
Capacitate nou instalată de producere	FMS02	0,92	MW
Producția medie anuală	FMS06	970,950	MWh/an
Producția totală pe 20 de ani	FMS07	19.419,000	MWh
Procent folosit pentru consum propriu	FMS08	100,000	%
Factorul de capacitate al centralei	FMS09	12,050	%
Reducerea anuală a emisiilor GES	FMS05	594,120	t CO ₂ /an

Tabel A.1.1.c — Indicatorii preluați din studiul de fezabilitate în Anexa 2 la contractul de finanțare FM_PC_320.

A.1.1.5. Corelarea concluziilor studiului de fezabilitate cu faza de proiect tehnic

Prezentul proiect tehnic preia integral scenariul recomandat și menține neschimbați toți indicatorii din tabelul A.1.1.c. Puterea instalată, producția estimată, factorul de capacitate, reducerea de emisii și producția pe perioada de referință rămân cele asumate prin contractul de finanțare; niciunul nu este recalculat sau suprascris în această fază.

Trei elemente ale soluției au evoluat între cele două faze, fără efect asupra indicatorilor:

— **Regimul de funcționare.** Studiul de fezabilitate prevedea un autoconsum de minimum 70 % din producție, cu injectarea diferenței în Sistemul Energetic Național. Avizul tehnic de racordare nr. 28/13.01.2026, emis ulterior de Nova Power & Gas S.A., stabilește o putere maximă simultană evacuată de 0 kW, ceea ce impune funcționarea ca prosumator fără injecție. Modificarea aliniază proiectul la ținta contractuală de 100 % pentru indicatorul FMS08 și impune o buclă automată de limitare a exportului, descrisă în capitolele următoare.

— **Amplasarea invertoarelor.** Studiul de fezabilitate prevedea montarea acestora pe acoperiș, în cutii de protecție. Proiectul tehnic le amplasează în camera tehnică existentă, pe cadru metalic autoportant. Soluția reduce încărcarea și numărul de străpungeri ale învelitorii, elimină expunerea la intemperii și facilitează mentenanța, dar generează trasee suplimentare de curent continuu și alternativ și impune climatizare / ventilare forțată a spațiului tehnic.

— **Configurația sistemului de stocare.** Unitatea containerizată prevăzută în studiul de fezabilitate este înlocuită cu un dulap pentru montaj exterior, amplasat pe platformă din beton armat, cu amprentă la sol redusă. Capacitatea și puterea rămân în limitele din avizul tehnic de racordare.

Diferențele integrale dintre faza de studiu de fezabilitate și faza de proiect tehnic, împreună cu justificarea fiecăreia și cu efectul asupra indicatorilor, sunt prezentate în tabelul comparativ anexat prezentei documentații (Anexa A2).

A.2.2. Prezentarea contextului: politici, strategii, legislație, acorduri relevante, structuri instituționale și financiare

A.2.2.1. Cadrul legislativ cu privire la eficiența energetică

Prezenta documentație tehnico-economică este elaborată în contextul cadrului strategic și legislativ, atât la nivel european, cât și național, care guvernează tranziția către o economie decarbonizată și sustenabilă. Acest proiect se aliniază direct la imperativele stabilite prin Pactul Ecologic European (Green Deal), care reprezintă strategia de creștere a Uniunii Europene menită să combată schimbările climatice și să asigure un nivel ridicat de protecție a mediului. Obiectivul central al acestei strategii este atingerea neutralității climatice până în anul 2050, un angajament consolidat juridic prin Regulamentul (UE) 2021/1119 ("Legea europeană a climei").

Pentru a sprijini statele membre în atingerea acestor obiective ambițioase, a fost instituit Fondul pentru modernizare, un mecanism de finanțare nerambursabilă menit să susțină investițiile în modernizarea sistemelor energetice și îmbunătățirea eficienței energetice. Proiectul de față, vizând instalarea unei noi capacități de producere a energiei electrice din surse regenerabile pentru autoconsum, este conceput pentru a accesa sprijinul oferit prin acest fond, contribuind direct la eforturile României de tranziție energetică.

La nivel național, direcția strategică este trasată de Planul Național Integrat în domeniul Energiei și Schimbărilor Climatice (PNIESC) 2021-2030, document aprobat prin H.G. nr. 1.076/2021. În urma recomandărilor Comisiei Europene, România și-a asumat un nivel de ambiție revizuit, stabilind o țintă pentru ponderea energiei din surse regenerabile de 30,7% în consumul final brut de energie până în 2030. Atingerea acestui obiectiv necesită dezvoltarea unor capacități adiționale de producție din surse regenerabile de aproximativ 6,9 GW comparativ cu anul 2015, ceea ce subliniază necesitatea și oportunitatea unor investiții precum cea de față. Implementarea acestor capacități este esențială nu doar pentru atingerea țăintelor, ci și pentru creșterea flexibilității și adecvanței Sistemului Energetic Național (SEN).

Cadrul legislativ național care susține acest demers este robust și aliniat la normele europene. Legea nr. 121/2014 actualizată 2024 privind eficiența energetică stabilește că îmbunătățirea eficienței energetice este un obiectiv strategic al politicii energetice, având o contribuție majoră la siguranța alimentării, dezvoltarea durabilă și reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră. Totodată, Legea energiei electrice și a gazelor naturale nr. 123/2012, cu modificările și completările ulterioare, promovează activ energia din surse regenerabile și cogenerarea de înaltă eficiență, definind energia solară ca sursă regenerabilă eligibilă pentru scheme de sprijin.

Prin urmare, realizarea investiției pentru S.C. DIRECT LINE INOX IMPEX S.R.L. răspunde politicilor și reglementărilor privind energia regenerabilă, contribuind la reducerea consumului convențional și a emisiilor. Prezentul proiect tehnic dezvoltă soluția aprobată prin studiul de fezabilitate și o corelează cu ATR nr. 28/13.01.2026 și cu documentațiile tehnice ale obiectivului.

Prezenta documentație s-a elaborat în contextul măsurilor de politică națională în domeniul eficienței energetice și a surselor regenerabile, care se aplică pe întreg lanțul energetic: resurse primare, producere, transport, distribuție, consum de energie electrică.

Studiul de fezabilitate recepționat în anul 2024 și prezentul proiect tehnic sunt structurate în conformitate cu H.G. nr. 907/2016, cu modificările și completările ulterioare.

În directiva 2012/27/UE se face mențiunea că fiecare Stat Membru trebuie să-și îndeplinească un obiectiv național în materie de eficiență energetică.

Calea cea mai puțin costisitoare pentru a reduce emisiile de gaze cu efect de seră (GES) este eficiența energetică.

Este cunoscut faptul că, ținta europeană stabilește un cadru comun de măsuri pentru promovarea eficienței energetice pe teritoriul Uniunii, cu scopul de a se asigura atingerea obiectivelor principale ale Uniunii privind eficiența energetică de 20 % pentru anul 2020 și a obiectivelor sale principale privind eficiența energetică de cel puțin 32,5 % pentru anul 2030 și de a deschide calea pentru viitoare creșteri ale eficienței energetice după aceste date.

Astfel, statele membre trebuie să realizeze economii cumulate de energie la nivelul utilizării finale cel puțin echivalente cu noi economii în fiecare an, de la 1 ianuarie 2021 până la 31 decembrie 2030, de 0,8 % din consumul anual de energie finală, ca medie pe perioada de trei ani imediat anterioară datei de 1 ianuarie 2019.

În conformitate cu Planul Național Integrat în domeniul Energiei și Schimbărilor Climatice 2021-2030 în ceea ce privește cota de energie regenerabilă, Comisia Europeană a recomandat României să crească nivelul de ambiție pentru 2030, până la o pondere a energiei din surse regenerabile de cel puțin 34%. În consecință, nivelul de ambiție cu privire la ponderea energiei din surse regenerabile a fost revizuit față de varianta actualizată a PNIESC, de la o cotă propusă inițial de 27,9%, la o cotă de 30,7%. Noul obiectiv a fost calculat, în principal, pe baza recomandării Comisiei de a alinia prognozele macroeconomice naționale la cele ale „Raportului de îmbătrânire Proiecții economice și bugetare pentru cele 28 de state membre ale UE (2016- 2070)”, corelat cu scoaterea din operare a capacităților pe cărbune.

Astfel, pentru atingerea nivelului de ambiție cu privire la ponderea energiei din surse regenerabile de 30,7% în anul 2030, România va dezvolta capacități adiționale de SRE de aproximativ 6,9 GW comparativ cu anul 2015. Pentru realizarea acestei ținte este necesară asigurarea unei finanțări corespunzătoare din partea UE în sensul asigurării unei adecvanțe corespunzătoare a rețelelor electrice, dar și a flexibilității producerii de E-SRE prin instalarea de capacități de back-up pe gaze naturale, capacități de stocare și utilizarea de tehnici inteligente de management a rețelelor electrice. România a ales să adopte o abordare prudentă cu privire la nivelul de ambiție, ținând cont de particularitățile naționale și necesarul de investiții în SRE, atât pentru înlocuirea capacităților care ating durata maximă de operare cât și pentru cele noi, în vederea atingerii țintelor asumate în PNIESC, având în vedere că Regulamentul (UE) 2018/1999 stipulează faptul că în viitoarele revizuri ale PNIESC ajustarea cotelor se poate face numai în sensul creșterii. În conturarea acestei abordări, mai trebuie menționat și faptul că procesul de implementare a recomandărilor s-a confruntat și cu o lipsă a datelor necesare elaborării unui plan detaliat cu privire la măsurile, acțiunile, resursele financiare avute în vedere de autoritățile române pentru îndeplinirea țintelor de RES în perioada 2021-2030 mai ales în zona SRE încălzire-răcire și transport. O nouă analiză/ajustare a țintei

2030 va putea fi efectuată odată cu revizia PNIESC, moment la care vor putea fi estimate mult mai bine efectele implementării Directivei 2018/410 și ale programelor de susținere a Green Deal.

În conformitate cu legea energiei electrice și a gazelor naturale nr. 123/2012:

Art. 4. - (2) Politica energetică, urmărind direcțiile stabilite prin strategia energetică, este pusă în operă de ministerul de resort, pe baza Programului de guvernare, pentru un interval de timp mediu și cu considerarea evoluțiilor probabile pe termen lung, cu consultarea operatorilor economici din domeniul energiei electrice, a organizațiilor neguvernamentale, a partenerilor sociali și a reprezentanților mediului de afaceri, având în vedere, în principal:

g) promovarea energiei din surse regenerabile, din surse neconvenționale, a cogenerării de înaltă eficiență și a stocării de energie, cu acordarea de prioritate alimentării cu energie electrică pentru așezările izolate;

Art. 6. - Ministerul de resort elaborează strategia energetică națională și politica energetică și implementează prevederile acestora, în condițiile prezentei legi, având următoarele atribuții principale:

c) elaborează programe și planuri de acțiuni și măsuri pentru aplicarea politicii Guvernului în sectorul energiei electrice, inclusiv a programelor de decarbonare, stocare de energie, eficiență energetică și de promovare a surselor regenerabile de energie, în conformitate cu programele naționale și europene privind Planul Național Integrat Energie și Schimbări Climatice 2021-2030, Green Deal și Next Generation, precum și cu alte documente europene relevante;

Art. 9. - (7) La stabilirea condițiilor de acordare a licențelor și autorizațiilor pentru capacități de producere noi se iau în considerare următoarele elemente:

j) Contribuția României la crearea de capacități pentru realizarea obiectivului global european privind energia din surse regenerabile, stabilită prin Planul național integrat în domeniul energiei și schimbărilor climatice 2021-2030 elaborat conform Regulamentului (UE) 2018/1.999 al Parlamentului European și al Consiliului din 11 decembrie 2018 privind guvernarea uniunii energetice și a acțiunilor climatice, de modificare a Regulamentelor (CE) nr. 663/2009 și (CE) nr. 715/2009 ale Parlamentului European și ale Consiliului, a Directivelor 94/22/CE, 98/70/CE, 2009/31/CE, 2009/73/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE și 2013/30/UE ale Parlamentului European și ale Consiliului, a Directivelor 2009/119/CE și (UE) 2015/652 ale Consiliului și de abrogare a Regulamentului (UE) nr. 525/2013 al Parlamentului European și al Consiliului și aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 1.076/2021;

Promovarea energiei electrice produse din surse regenerabile de energie și în cogenerare de înaltă eficiență - Definirea surselor regenerabile de energie

Art. 67. - În condițiile prezentului titlu, se definesc ca surse regenerabile de energie:

b) energia solară;

Reguli de acces la rețea pentru energia electrică produsă din surse regenerabile și în cogenerare de înaltă eficiență

Art. 71. - (1) Criteriile de promovare a energiei electrice produse din surse regenerabile de energie au în vedere următoarele:

- a) atingerea țintei naționale privind ponderea energiei electrice produse din surse regenerabile de energie;
- b) compatibilitatea cu principiile concurențiale de piață;
- c) caracteristicile diferitelor surse regenerabile de energie și tehnologiile de producere a energiei electrice;
- d) promovarea utilizării surselor regenerabile de energie în cel mai eficient mod, astfel încât să se obțină cel mai mic preț la consumatorul final.

Art. 72. - (1) Pentru promovarea producerii energiei electrice din surse regenerabile de energie și în cogenerare de înaltă eficiență se aplică scheme de sprijin, în conformitate cu prevederile legislației europene.

(2) Pentru accesul la schemele de sprijin pentru promovarea energiei electrice produse din surse regenerabile de energie și în cogenerare de înaltă eficiență se aplică regulile de acreditare și calificare stabilite de autoritatea competentă.

În conformitate cu legea 121/2014 privind eficiența energetică:

Art. 2 - (1) Îmbunătățirea eficienței energetice este un obiectiv strategic al politicii energetice naționale, datorită contribuției majore pe care o are la realizarea siguranței alimentării cu energie, dezvoltării durabile și competitivității, la economisirea resurselor energetice primare și la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră.

(2) Politică națională de eficiență energetică este parte integrantă a politicii energetice a statului și urmărește:

- a) eliminarea barierelor în calea promovării eficienței energetice;
- b) promovarea mecanismelor de eficiență energetică și a instrumentelor financiare pentru economia de energie;
- c) educarea și conștientizarea consumatorilor finali asupra importanței și beneficiilor aplicării măsurilor de îmbunătățire a eficienței energetice;
- d) cooperarea dintre consumatorii finali, producătorii, furnizorii, distribuitorii de energie și organismele publice în vederea atingerii obiectivelor stabilite de politica națională de eficiență energetică;
- e) promovarea cercetării fundamentale și aplicative în domeniul utilizării eficiente a energiei.

(3) Politică națională de eficiență energetică definește obiectivele privind îmbunătățirea eficienței energetice, țintele indicative de economisire a energiei, măsurile de îmbunătățire a eficienței energetice aferente, în toate sectoarele economiei naționale, cu referiri speciale privind:

- a) introducerea tehnologiilor cu eficiență energetică ridicată, a sistemelor moderne de măsură și control, precum și a sistemelor de gestiune a energiei, pentru monitorizarea, evaluarea continuă a eficienței energetice și previzionarea consumurilor energetice;
- b) promovarea utilizării la consumatorii finali a echipamentelor și aparaturii eficiente din punct de vedere energetic, precum și a surselor regenerabile de energie;

- c) reducerea impactului asupra mediului al activităților industriale și de producere, transport, distribuție și consum al tuturor formelor de energie;
- d) aplicarea principiilor moderne de management energetic;
- e) acordarea de stimulente financiare și fiscale, în condițiile legii;
- f) dezvoltarea pieței pentru serviciile energetice.

A.2.2.2. Cadrul legislativ cu privire la calitatea în construcții

Calitatea în construcții este reglementată în România prin legea 10/1995 – Calitatea în construcții (cu modificările și completările ulterioare). La art. 5 în legea menționată se precizează:

(1) Pentru obținerea unor construcții de calitate sunt obligatorii realizarea și menținerea, pe întreaga durată de existență a construcțiilor, a următoarelor cerințe fundamentale aplicabile:

- a) rezistență mecanică și stabilitate;
- b) securitate la incendiu;
- c) igienă, sănătate și mediu înconjurător;
- d) siguranță și accesibilitate în exploatare;
- e) protecție împotriva zgomotului;
- f) economie de energie și izolare termică;
- g) utilizare sustenabilă a resurselor naturale.

(2) Aplicarea cerințelor fundamentale se stabilește pe domenii/subdomenii și categorii de construcții și pe specialități pentru instalațiile aferente construcțiilor, prin regulamente și reglementări tehnice în construcții.

A.2.2.3. Cadrul legislativ aplicabil

Implementarea prezentului proiect de investiții se încadrează într-un ansamblu complex de reglementări europene și naționale care încurajează tranziția energetică, promovând eficiența, utilizarea surselor regenerabile și reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră. Cadrul legal principal care fundamentează acest demers include:

Reglementări la Nivel European

- Regulamentul (UE) 2021/1119 (Legea europeană a climei): Stabilește obiectivul obligatoriu de atingere a neutralității climatice la nivelul Uniunii Europene până în 2050
- Directiva (UE) 2018/2001 privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile: Definește cadrul european pentru creșterea ponderii energiei verzi în consumul final brut, țintă la care acest proiect contribuie direct.

- Directiva 2012/27/UE privind eficiența energetică: Stabilește un cadru comun de măsuri pentru promovarea eficienței energetice, având ca obiectiv pentru 2030 o eficiență crescută cu cel puțin 32,5%.
- Regulamentul (UE) 2018/1999 privind guvernanța uniunii energetice și a acțiunilor climatice: Instituie mecanismul prin care statele membre, inclusiv România, își elaborează Planurile Naționale Integrate în domeniul Energiei și Schimbărilor Climatice (PNIESC).

Reglementări la Nivel Național

- Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții: Asigură cadrul normativ pentru execuția construcțiilor aferente instalației fotovoltaice, garantând respectarea cerințelor fundamentale de rezistență, stabilitate și siguranță.
- Legea nr. 121/2014 privind eficiența energetică: Definește îmbunătățirea eficienței energetice drept un obiectiv strategic al politicii energetice naționale, esențial pentru dezvoltarea durabilă și siguranța în alimentare.
- Legea energiei electrice și a gazelor naturale nr. 123/2012: Reglementează piața de energie, promovând producția din surse regenerabile și stabilește drepturile și obligațiile prosumatorilor, cadru în care se va încadra și beneficiarul.
- H.G. nr. 1076/2021 pentru aprobarea Planului național integrat în domeniul energiei și schimbărilor climatice 2021-2030: Reprezintă documentul strategic prin care România își asumă ținta de 30,7% energie din surse regenerabile până în 2030.
- H.G. nr. 907/2016 privind etapele de elaborare și conținutul-cadru al documentațiilor tehnico-economice constituie baza metodologică pentru dezvoltarea prezentului proiect tehnic în corelare cu studiul de fezabilitate recepționat în anul 2024.
- Ordonanța de urgență a Guvernului nr. 60/2022: Stabilește cadrul instituțional și financiar pentru implementarea și gestionarea fondurilor alocate României prin Fondul pentru modernizare, sursa de finanțare vizată de acest proiect.
- Ordinul ANRE nr. 132/2020 și reglementările ANRE aplicabile stabilesc cerințele tehnice privind racordarea prosumatorilor. Pentru prezentul obiectiv, funcționarea este fără injecție în rețeaua NOVA POWER & GAS S.A., conform ATR nr. 28/13.01.2026.

Surse documentare și bibliografie tehnică

Prezenta documentație este fundamentată pe documentele investiției, pe reglementările tehnice și standardele aplicabile și pe documentația tehnică a echipamentelor utilizate ca referință la dimensionare. La execuție se utilizează edițiile în vigoare ale reglementărilor și

documentația furnizată efectiv cu echipamentele; diferențele față de prezenta revizie se tratează prin dispoziție de șantier sau prin revizuirea documentației, după caz.

Documentele investiției: studiul de fezabilitate elaborat de S.C. GOODWILL STUDIO S.R.L., iulie 2024, recepționat de beneficiar în anul 2024; contractul de finanțare FM_PC_320, cod SMIS 329740, cu anexele sale; certificatul de urbanism nr. 191/17.06.2026 emis de Primăria Municipiului Turda; avizul tehnic de racordare nr. 28/13.01.2026 emis de NOVA POWER & GAS S.A. și fișa de soluție nr. 28/2026 aferentă; extrasul de carte funciară nr. 66194 Turda; certificatul de portanță al învelitorii halei; documentația tehnică a construcției existente.

Legislație și reglementări tehnice: Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții; Legea nr. 50/1991 privind autorizarea executării lucrărilor de construcții; Legea nr. 123/2012 a energiei electrice și a gazelor naturale; Legea nr. 307/2006 privind apărarea împotriva incendiilor; Legea nr. 319/2006 a securității și sănătății în muncă și H.G. nr. 300/2006; H.G. nr. 907/2016 privind conținutul-cadru al documentațiilor tehnico-economice; H.G. nr. 1116/2023; normativul I 7-2011; P 118-1999, aplicabil în temeiul art. 2 lit. c) din Ordinul M.D.L.P.A. nr. 267/2025; O.M.A.I. nr. 180/2022; Ordinul A.N.R.E. nr. 228/2018 și Ordinul A.N.R.E. nr. 132/2020; PE 107 și NTE 007/08/00.

Standarde: SR EN IEC 62548 privind cerințele de proiectare a câmpurilor fotovoltaice; SR EN 62446-1 privind încercările și documentarea sistemelor fotovoltaice; SR HD 60364-7-712 și părțile aplicabile ale seriei SR HD 60364; SR EN 62305 privind protecția împotriva trăsnetului; SR EN 50549-1 privind cerințele de racordare; SR EN IEC 61439-1 și -2 privind ansamblurile de joasă tensiune; SR EN 1990, SR EN 1991-1-3 și SR EN 1991-1-4 împreună cu anexele naționale. Se aplică edițiile în vigoare la data execuției, precum și standardele echivalente, cu demonstrarea echivalenței.

Documentația tehnică a echipamentelor de referință: manualul de utilizare al invertorului de string de 115 kW și fișa tehnică a sistemului de stocare, utilizate ca sursă a valorilor de calcul pentru dimensionarea stringurilor, verificarea tensiunilor și curenților, dimensionarea secțiunilor și coordonarea protecțiilor. Aceste documente constituie **date de intrare ale calculelor de proiectare, nu cerințe de conformitate**. Ofertantul care propune alt echipament reface calculele cu parametrii produsului propus și prezintă rezultatele la ofertare.

Piesele desenate ale prezentului proiect: planșele IE-01 ... IE-31, conform borderoului de piese scrise și desenate.

În proiectare și execuție se urmăresc în mod cumulativ: verificarea edițiilor în vigoare ale reglementărilor și standardelor înaintea începerii execuției; utilizarea documentației efectiv livrate cu echipamentele contractate; emiterea piesei scrise și a tuturor planșelor în aceeași revizie; consemnarea oricărei abateri față de prezenta documentație prin dispoziție de șantier avizată de proiectant.

Dovada conformității se materializează prin borderou actualizat, cu indicarea reviziei fiecărei piese; registrul fișelor tehnice și al declarațiilor de conformitate ale echipamentelor livrate; procesele-verbale de verificare a edițiilor aplicabile; documentația as-built.

A.2.3. Situația Inițială și Contextul Proiectului

Beneficiarul DIRECT LINE INOX IMPEX S.R.L. implementează o centrală electrică fotovoltaică de 977,76 kWp DC / 920 kW AC pe acoperișul halei de producție din municipiul

Turda, str. Câmpiei nr. 126B, județul Cluj, imobil înscris în CF 66194. Centrala funcționează pentru autoconsum, fără injecție în rețeaua operatorului de distribuție.

Obiectivul principal al investiției este optimizarea consumului de energie electrică al beneficiarului, reducerea costurilor de operare și creșterea independenței energetice prin integrarea surselor regenerabile în rețeaua proprie.

Obiectul și limitele proiectului

Prezentul proiect tehnic definește cerințele funcționale, electrice, constructive și de exploatare pentru centrala fotovoltaică, sistemul de stocare și interfața lor cu instalația de utilizare. Limita de proiect pornește de la modulele fotovoltaice și dulapul BESS, include cablurile, invertoarele, TE-AC, automatizarea și măsurarea, și se termină la integrarea în TEG și la punctul de măsurare utilizat de logica zero-export.

În proiectare și execuție se urmăresc în mod cumulativ: Lucrările se execută numai după corelarea tuturor planșelor, a listelor de cabluri și a fișelor tehnice ale echipamentelor livrate; Proiectul nu modifică dreptul de proprietate asupra instalațiilor OD și nu autorizează injecția în rețea; Sunt incluse programele de probe, parametrizarea, instruirea personalului, documentația as-built și protocoalele de recepție; Nu este inclusă funcționarea intenționată în mod insulă și nu se admite alimentarea rețelei OD din CEF sau BESS.

Dovada conformității se materializează prin confirmarea limitelor de proprietate și exploatare; verificarea corespondenței dintre scheme și teren; inventarierea tuturor interfețelor electrice și de comunicație, consemnate în procese-verbale, rapoarte de încercare, fișe de reglaje sau documente de recepție, după caz.

Amplasamentul și situația existentă

Obiectivul este amplasat în municipiul Turda, str. Câmpiei nr. 126B, județul Cluj, pe imobilul identificat prin CF 66194. Modulele se montează pe învelitoarea halei de producție, iar echipamentele de conversie și distribuție se integrează în instalația de utilizare existentă. Alimentarea actuală este asigurată prin PTAB SEV STRUCTURI 1.250 kVA, 20/0,4 kV.

În proiectare și execuție se urmăresc în mod cumulativ: Înaintea montajului se verifică suportul real al învelitorii, poziția paneei, etanșările și traseele tehnologice existente; Traseele electrice nu trebuie să împiedice evacuarea, accesul pompierilor, desfumarea, mentenanța acoperișului sau funcționarea utilajelor; Punctele de trecere prin elementele de construcție se tratează la foc și la apă conform clasei elementului străpuns; Toate dimensiunile din plan se verifică pe teren înaintea lansării la fabricație.

Dovada conformității se materializează prin ridicare în teren și proces-verbal de trasare; verificarea certificării de portanță; confirmarea accesului la camera tehnică și la platforma BESS, consemnate în procese-verbale, rapoarte de încercare, fișe de reglaje sau documente de recepție, după caz.

Condițiile de racordare și regimul fără injecție

ATR stabilește că locul de consum și producere funcționează fără injecție în rețeaua NOVA POWER & GAS S.A. Consecința tehnică este că limitarea puterii active nu reprezintă doar o funcție economică, ci o condiție de racordare. Sistemul de control trebuie să măsoare sensul puterii la PCC, să comande coordonat invertoarele și PCS-ul și să intre în stare sigură la pierderea măsurii sau a comunicației.

În proiectare și execuție se urmăresc în mod cumulativ: Setpoint-ul de export se stabilește cu o marjă pozitivă de import, suficientă pentru întârzierile de măsură și variația sarcinilor; BESS nu se descarcă dacă această comandă ar produce export la PCC; La pierderea contorului, a SmartLogger-ului sau a legăturii de comunicație, puterea de producere se reduce controlat ori se declanșează interfața; Evenimentele de limitare și declanșare se jurnalizează cu marcă temporală.

Dovada conformității se materializează prin test de schimbare rapidă a sarcinii; test pierdere contor / comunicație; demonstrarea absenței exportului în regim stabil și tranzitoriu, consemnate în procese-verbale, rapoarte de încercare, fișe de reglaje sau documente de recepție, după caz.

Ierarhia documentelor și controlul modificărilor

Complexitatea instalației impune o disciplină strictă a documentelor. Schemele electrice, listele de cabluri, fișele de setări, planurile de amplasare, studiul de protecții și procedurile de punere în funcțiune trebuie să utilizeze aceleași denumiri de echipamente și aceleași coduri de circuit. O modificare locală, aparent minoră, poate schimba selectivitatea, căderea de tensiune, comportarea în regim fără injecție sau secvența de anti-insularizare.

Ordinea de prevalență. În caz de neconcordanță între documente, se aplică următoarea ierarhie, în ordine descrescătoare a autorității:

1. Avizul tehnic de racordare și fișa de soluție emise de operatorul de distribuție, împreună cu contractul de finanțare, pentru valorile impuse prin acestea.
2. Autorizația de construire, împreună cu documentația tehnică vizată spre neschimbare.
3. Piesele desenate ale prezentului proiect, pentru configurație, cantități și trasee.
4. Piesele scrise, pentru cerințe funcționale, condiții de execuție și verificări.
5. Listele de cantități și fișele tehnice, pentru cantități estimate și caracteristici minime.
6. Documentația tehnică a echipamentelor, pentru parametrii de instalare și exploatare.

Prevalența piesei desenate asupra piesei scrise se aplică exclusiv datelor de configurație — număr de stringuri, repartizarea pe circuite MPPT, trasee și poziții. Pentru cerințe de performanță, condiții de calitate și proceduri de verificare prevalează piesa scrisă. Cerințele din documentația de atribuire nu pot fi modificate prin nicio piesă a proiectului.

Standarde și reglementări de referință

Proiectarea și execuția se raportează la legislația energetică, cerințele ANRE, regulamentul de racordare, standardele pentru instalații fotovoltaice, ansambluri de joasă tensiune, protecția la șoc electric, legare la pământ, compatibilitate electromagnetică și securitate la incendiu. Ediția aplicabilă este cea în vigoare la data execuției, cu respectarea condițiilor explicate din ATR.

În proiectare și execuție se urmăresc în mod cumulativ: SR HD 60364 și I7 se utilizează pentru dimensionarea circuitelor, protecții și verificări; SR EN IEC 62548 și SR EN 62446-1 fundamentează proiectarea și documentarea părții fotovoltaice; SR EN 61439-1/-2 se aplică TE-AC și ansamblurilor de distribuție; Standardele și instrucțiunile producătorului sunt obligatorii pentru montarea și punerea în funcțiune a invertoarelor și BESS.

Dovada conformității se materializează prin lista edițiilor aplicabile anexată la cartea tehnică; declarații de conformitate și certificate; verificarea cerințelor OD înainte de parametrizare, consemnate în procese-verbale, rapoarte de încercare, fișe de reglaje sau documente de recepție, după caz.

Date climatice, acțiuni și condiții de mediu

Performanța și durabilitatea instalației depind de temperatura aerului, radiație, zăpadă, vânt, coroziune, umiditate și expunerea UV. Dimensionarea electrică trebuie corelată cu temperatura maximă a cablurilor și echipamentelor, iar dimensionarea mecanică cu acțiunile climatice relevante amplasamentului. Pentru BESS se verifică intervalul de temperatură, expunerea directă la soare, drenajul și ventilația liberă.

În proiectare și execuție se urmăresc în mod cumulativ: Structura și fixările se dimensionează pe baza verificării de rezistență și stabilitate a acoperișului; Cablurile exterioare se aleg pentru UV, ozon, apă și temperatură, fără bucle în care se poate acumula apă; Echipamentele nu se montează în zone cu risc de inundare, lovire mecanică sau evacuare de aer cald blocată; Materialele diferite se separă pentru evitarea coroziunii galvanice.

Dovada conformității se materializează prin confirmarea clasei de mediu; verificarea drenajului platformei BESS; raport de strângere și etanșare a penetrărilor, consemnate în procese-verbale, rapoarte de încercare, fișe de reglaje sau documente de recepție, după caz.

Securitatea informației și accesul la setări

Controlul unei centrale fără injecție și al unui BESS depinde de echipamente conectate: contoare, logger, invertore, PCS și platforme de monitorizare. Accesul necontrolat poate modifica limitele de putere sau protecțiile. Proiectul tratează rețeaua de comunicații ca parte a funcției de siguranță și impune conturi individuale, parole administrate, copii de siguranță și segmentare logică.

În proiectare și execuție se urmăresc în mod cumulativ: Nu se păstrează parole implicite după PIF; Accesul de la distanță se activează doar prin canale aprobate și se jurnalizează; Configurațiile se exportă și se arhivează înainte și după orice intervenție; Actualizările firmware se planifică, se verifică pentru compatibilitate și se validează prin teste funcționale.

Dovada conformității se materializează prin lista utilizatorilor și drepturilor; backup configurație semnat și datat; test de revenire după întreruperea comunicației, consemnate în procese-verbale, rapoarte de încercare, fișe de reglaje sau documente de recepție, după caz.

A.3. Prezentarea proiectului

1. Instalații electrice de curent continuu

- Configurarea stringurilor fotovoltaice și repartizarea pe circuitele MPPT, cu respectarea omogenității pe fiecare circuit;
- Circuite de c.c. pentru stringuri: stringurile se conectează individual, direct la intrările dedicate ale celor opt invertore. Soluția nu include tablou central de curent continuu; separarea, protecția la supratensiuni și supravegherea izolației sunt asigurate prin echiparea integrată a invertorelor;
- Cabluri solare rezistente la UV și ozon, cu secțiune corelată cu limitarea pierderilor pe traseu și cu domeniul admis la conectorii de intrare ai inverterului;
- Protecție la supratensiuni tranzitorii prin dispozitivele integrate în invertore, completate,

dacă rezultă din calculul distanței de separație și din lungimea traseelor, cu dispozitive suplimentare montate în cutii dedicate, fără bară comună care să paralelizeze stringurile.

2. Instalații electrice de curent alternativ

- Invertoare trifazate de tip string, cu funcții integrate de protecție, monitorizare și detecție a arcului electric în c.c.;
- Tabloul general de curent alternativ TE-AC, cu protecția circuitelor invertoarelor, a circuitului de stocare și a plecării generale;
- Racordarea sistemului de stocare prin circuit bidirecțional dedicat, cu contorizare separată a energiei absorbite și evacuate;
- Protecția de interfață și schema de comutație, cu cel puțin două aparate între unitățile generatoare și punctul de delimitare;
- Bucla de limitare a exportului: unitate centrală de monitorizare și control, contor de măsură în punctul de delimitare, comandă de reducere a puterii și stare sigură la pierderea măsurii;
- Oprirea de urgență, cu acțiune asupra întreruptorului general din TE-AC;
- Conexiunea la tabloul general existent, cu verificarea curentului admisibil al barelor, a nivelului de scurtcircuit și a selectivității;
- Cabluri de c.a. dimensionate la curentul maxim de ieșire al invertoarelor, la modul real de pozare și la gruparea circuitelor, conform normativului I 7-2011.

A.3.1. Date tehnice de intrare

— **Puterea instalată în module fotovoltaice:** $P_i = 977,76 \text{ kWp}$ în condiții STC. Valoarea este cea aprobată prin avizul tehnic de racordare; depășirea ei impune modificarea avizului. Configurația de referință utilizată la dimensionare cuprinde 2.016 module monocristaline din siliciu, cu putere unitară de 485 Wp și randament de 24,3 %. Numărul de module nu constituie criteriu de conformitate; el rezultă din puterea unitară a modulului ofertat, în limitele suprafeței disponibile pe acoperiș.

— **Cerințe minime pentru module:** putere unitară 450...700 Wp, randament minimum 23 %, tensiune maximă de sistem minimum 1.500 V c.c., coeficient de temperatură al puterii maxime cel mult $-0,35 \text{ }^\circ\text{C}/^\circ\text{C}$, minimum trei diode bypass, cutie de joncțiune minimum IP68. Arhitectura celei nu se impune.

— **Puterea instalată în invertoare:** $P_i = 920 \text{ kW}$ c.a., valoare-plafon din avizul tehnic de racordare, care nu poate fi depășită. Configurația de referință cuprinde 8 invertoare trifazate de tip string, de 115 kW fiecare. Numărul de unități este limitat la maximum 8, prin numărul de plecări prevăzut în tabloul TE-AC și prin spațiul disponibil în camera tehnică.

— **Cerințe minime pentru invertoare:** putere unitară minimum 100 kW; tensiune maximă de intrare în c.c. minimum 1.100 V; număr de intrări de string suficient pentru conectarea directă a tuturor stringurilor din configurația ofertată, fără paralelare externă, cu minimum două intrări pe fiecare circuit MPPT; curent maxim de ieșire cel mult 182 A pe unitate, limită dată de secțiunea coloanelor prevăzute în proiect; randament maxim minimum 98 %; grad de protecție minimum IP65; funcție de detecție a arcului electric în c.c.

— **Funcțiile asigurate de invertoare:** conversia curentului continuu în curent alternativ; protecția la supratensiuni, supracurent, curent rezidual și inversare de polaritate; supravegherea rezistenței de izolație; monitorizarea permanentă a parametrilor de producere; reglajul factorului de putere; limitarea dinamică a puterii active pentru funcționarea fără

injecție; comunicația prin interfață serială cu protocol deschis și integrarea în sistemul de management energetic.

— **Sistemul de stocare a energiei:** putere 100 kW la încărcare și la descărcare, capacitate utilă minimum 184 kWh și maximum 193,50 kWh, respectiv maximum 252 Ah, cu putere reactivă de ± 100 kVAR în ambele regimuri. Valorile maxime sunt impuse prin avizul tehnic de racordare, iar valoarea minimă prin criteriul de stocare asumat la finanțare.

— **Tensiunea nominală de lucru:** $U_n = 400$ V, regim trifazat, joasă tensiune.

— **Frecvența nominală:** $f = 50$ Hz.

— **Factorul de putere:** reglabil în domeniul 0,8 capacitiv...0,8 inductiv, cu setpoint stabilit conform cerințelor operatorului de distribuție și cu menținerea funcției de limitare a exportului la zero.

Lucrările de racordare în rețeaua operatorului de distribuție se tratează conform avizului tehnic de racordare. Prezenta documentație dezvoltă instalația de utilizare aferentă locului de consum și de producere, inclusiv racordarea centralei la instalația interioară de 0,4 kV.

A.3.2. Particularitățile amplasamentului

A.3.2.1. Coordonate

Proiectul este localizat în municipiul Turda, județul Cluj, la coordonate geografice aproximative:

- **Latitudine:** 46,56° N.
- **Longitudine:** 23,78° E.

A.3.2.2. Suprafete disponibile

Modulele fotovoltaice sunt amplasate pe acoperișul halei de producție. Suprafața activă cumulată a modulelor este de aproximativ 4.020 m²; zonele ocupate, culoarele și retragerile sunt cele reprezentate în planșele de amplasare.

A.3.2.3. Particularități ale reliefului

Altitudinea amplasamentului este de aproximativ 339 m, conform datelor utilizate în simularea energetică.

A.3.2.4. Relațiile cu zonele învecinate, acces sau cai de acces posibile

Accesul la obiectiv se realizează din str. Câmpiei nr. 126B, prin căile de acces existente ale incintei industriale.

A.3.2.5. Datele climatice si fenomenele naturale specifice zonei

- **Clima:** Zona se încadrează în climatul temperat-continental, cu nuanțe de excesivitate.
- Temperatura medie anuală în zona municipiului Turda este de aproximativ 9–10°C; pentru dimensionare se vor utiliza valorile climatice prevăzute de reglementările și anexele naționale aplicabile amplasamentului.
- Temperatura maximă de verificare se stabilește prin datele climatice de proiectare aplicabile municipiului Turda.
- Pentru verificarea preliminară a tensiunii maxime a stringurilor s-a considerat temperatura minimă de -25°C; valoarea definitivă se corelează cu tema și datele climatice ale proiectului.

A.3.2.6. Datele seismice si fenomenele naturale specifice zonei

Caracteristici Seismice

Conform P100-1 și hărților de zonare aplicabile, amplasamentul din municipiul Turda, județul Cluj, se află într-o zonă cu hazard seismic moderat. Parametrii se confirmă de proiectantul de rezistență pentru structura și detaliile de fixare ale instalației.

Parametri de proiectare seismică

Principalii parametri de proiectare pentru această locație, conform reglementărilor tehnice, sunt:

- Accelerația de vârf a terenului pentru proiectare, a_g , se consideră 0,10g, cu verificare în documentația de rezistență.
- Perioada de control a spectrului de răspuns, T_c , se consideră 0,70 s pentru amplasamentul analizat.

Zonarea seismică locală

Conform hărților de intensitate seismică la nivel național, zona Turda se încadrează orientativ în aria de intensitate VI; cerințele structurale se stabilesc prin reglementările de proiectare seismică în vigoare.

Implicații ale riscului seismic

1. Sistemul de montaj al modulelor, traseele de cabluri și echipamentele trebuie verificate la acțiunea seismică aferentă $a_g = 0,10g$ și la combinațiile de încărcări aplicabile. Fixările și ancorajele se dimensionează de proiectantul de rezistență.
2. **Alegerea echipamentelor:** Echipamentele sensibile, cum ar fi invertoarele și tablourile electrice, trebuie selectate și instalate conform standardelor anti-seismice. Acestea

necesită sisteme de ancorare robuste care să prevină deplasarea sau avariarea lor în timpul unui cutremur.

3. **Montajul panourilor:** Panourile fotovoltaice, deși ușoare, pot genera forțe considerabile în timpul unui seism. Este crucial ca sistemul de prindere să fie capabil să le mențină ferm pe poziție, fără a se desprinde sau a se deforma.

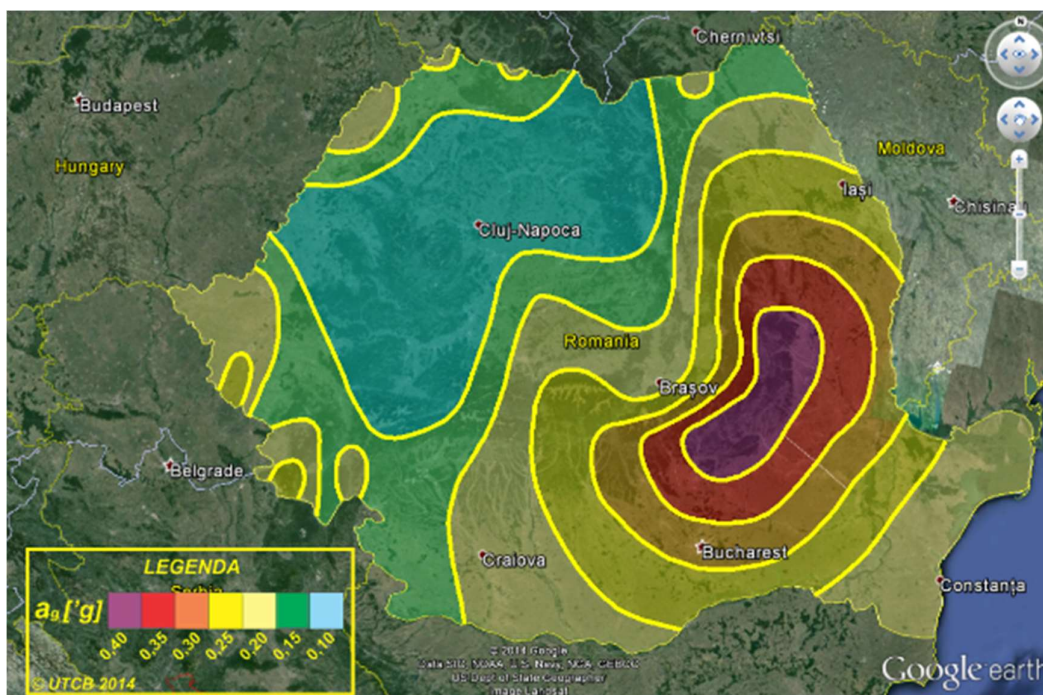


Figura 1 Harta de zonare seismică

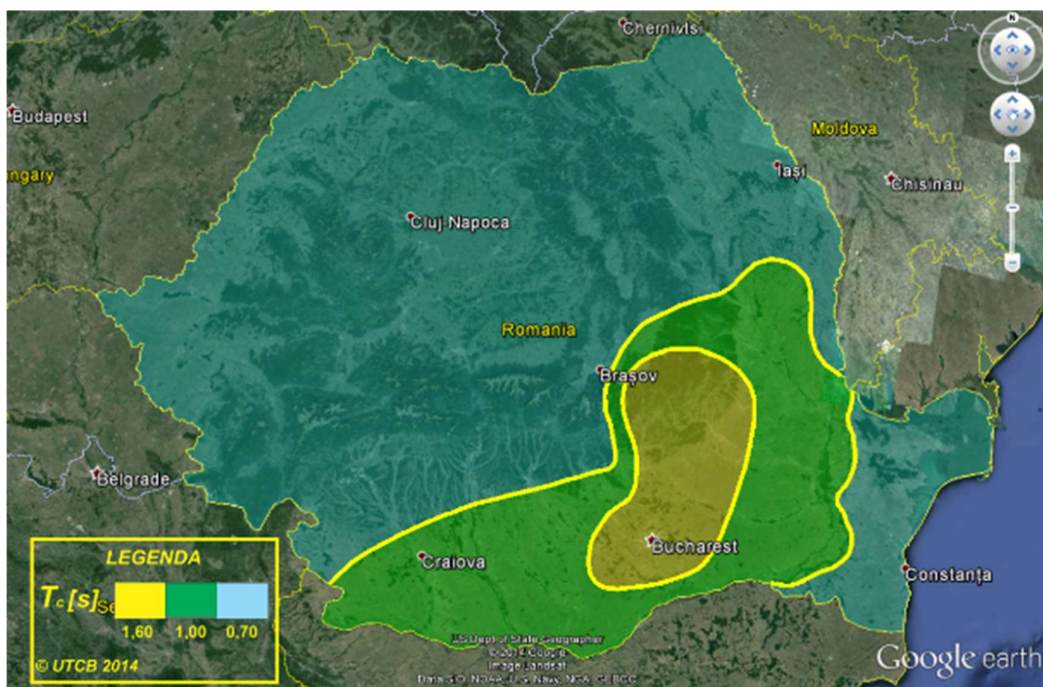


Figura 2 Hartă de zonare seismică (T_c)

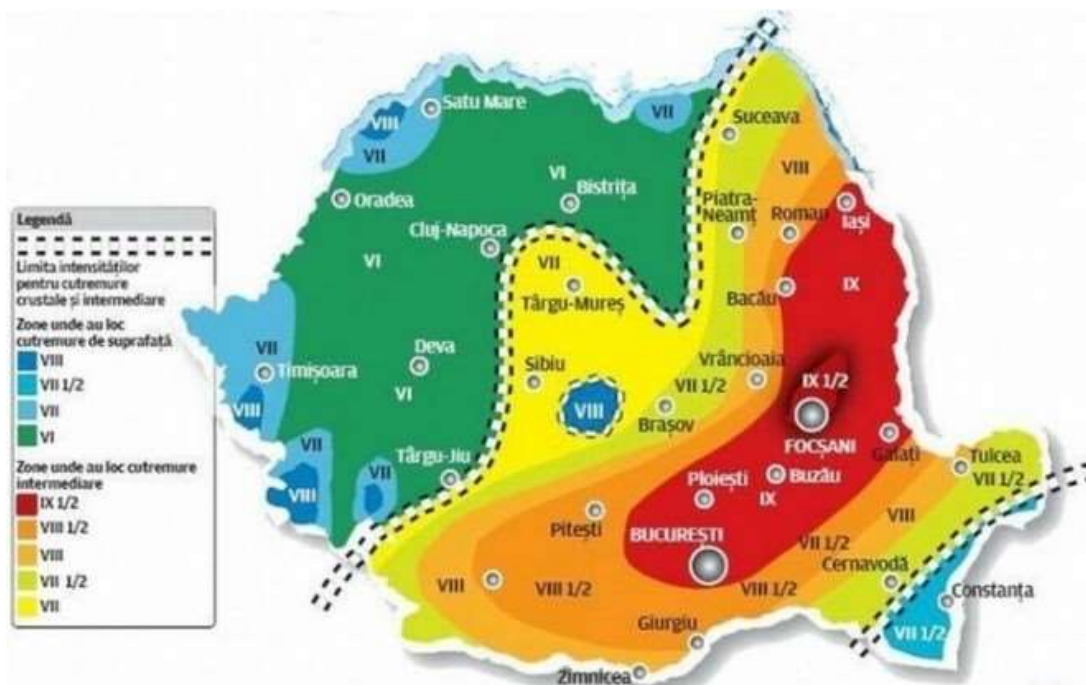


Figura 3 Harta zonelor de risc la cutremure

A.3.2.7. Date nivel de iradiere

Simularea energetică utilizată pentru proiect indică o iradiere globală orizontală de circa $1,28 \text{ MWh/m}^2/\text{an}$ pentru amplasamentul din Turda.

Global irradiation and solar electricity potential

Optimally-inclined photovoltaic modules

ROMANIA / ROMÂNIA

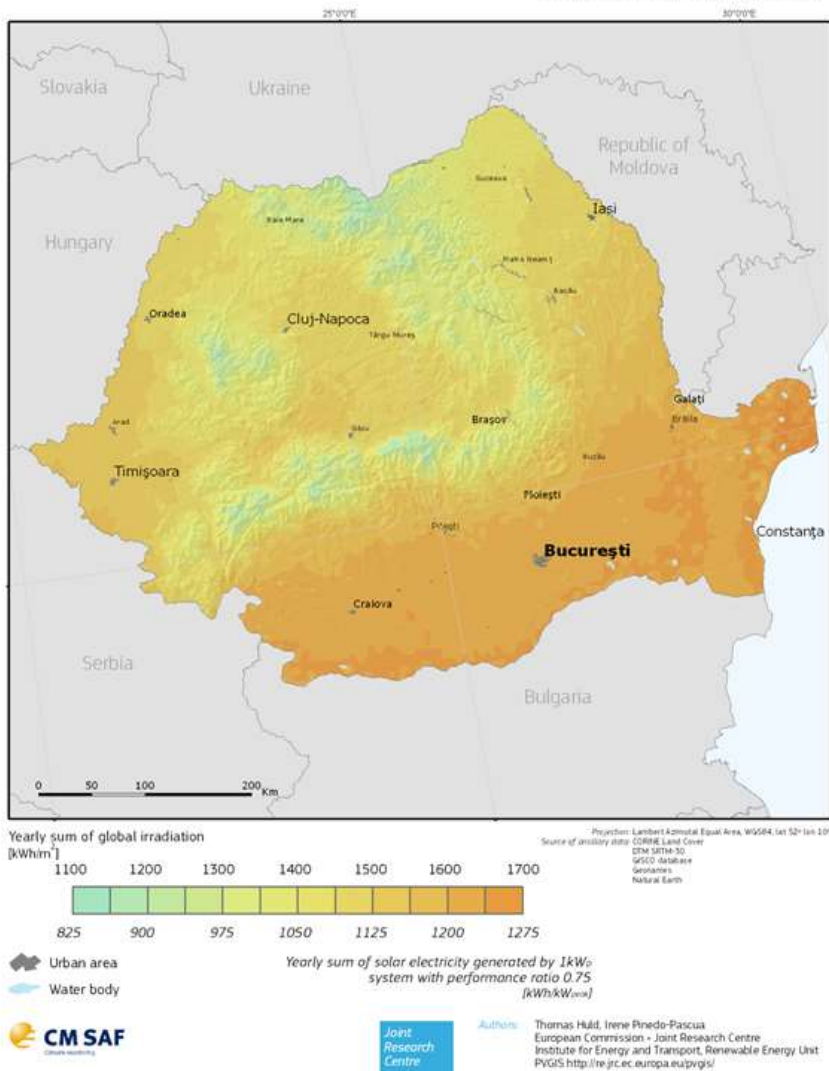


Figura 51 Potențialul solar în România

Implementarea proiectului generează beneficii economice, operaționale și de mediu pentru DIRECT LINE INOX IMPEX S.R.L. Indicatorii asumați includ o producție estimată de 970,95 MWh/an și o reducere estimată a emisiilor de 594,12 t CO₂ echivalent/an.

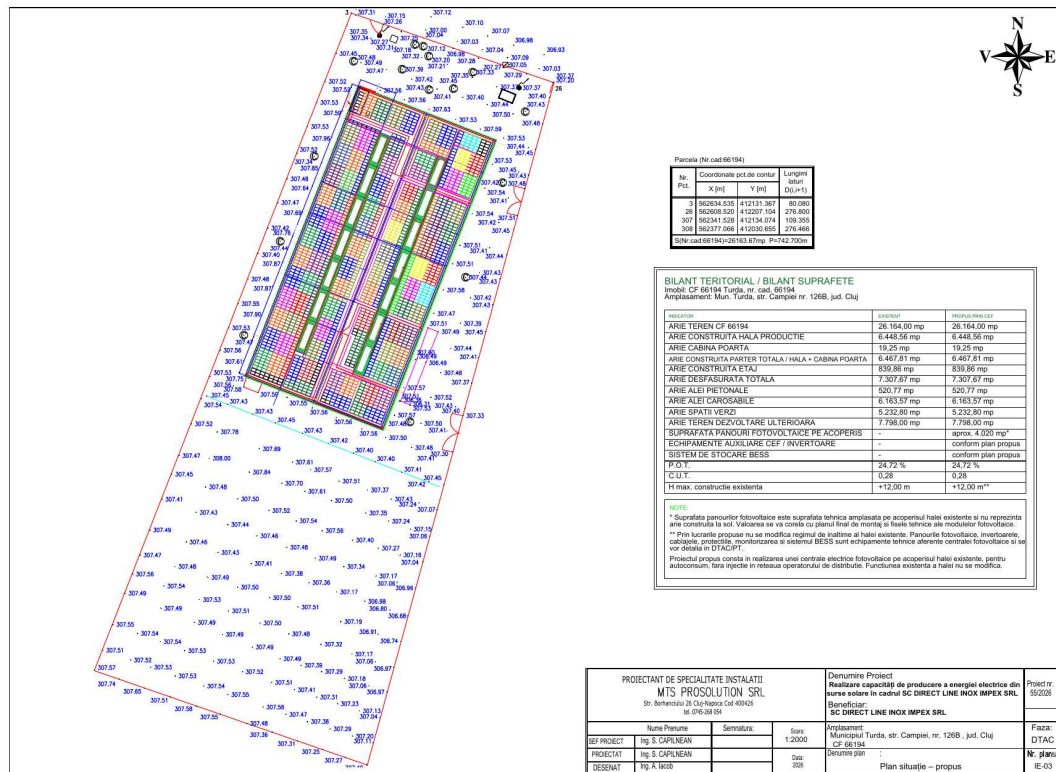


Figura 12 - Plan de amplasament utilizat pentru corelarea poziției echipamentelor și traseelor

A.4. Date privind situatia energetica

A.4.1. Nivel de echipare tehnico-edilitară și posibilități de asigurare a utilităților

Construcția existentă este racordată la rețelele de alimentare cu apă, canalizare și energie electrică. Realizarea centralei fotovoltaice nu impune relocarea utilităților existente și nu necesită racorduri noi la apă, canalizare, gaze naturale sau încălzire. Este necesară exclusiv corelarea cu soluția de racordare stabilită prin avizul tehnic de racordare.

Surse de poluare existente in zona

Amplasamentul este situat în Parcul Industrial Reif, într-o zonă cu funcțiuni de producție și depozitare. Sursele de poluare identificate sunt traficul rutier de pe drumurile de acces și activitățile industriale din vecinătate. Investiția propusă nu introduce surse noi de poluare; în exploatare, centrala fotovoltaică nu generează emisii, ape uzate tehnologice sau deșeuri curente.

A.4.2. Situatia existenta

Locul de consum este alimentat din rețeaua de distribuție a NOVA POWER & GAS S.A. prin postul de transformare în anvelopă de beton de 1.250 kVA, 20/0,4 kV, și prin circuitele de joasă tensiune aferente halei de producție. Punctul de măsură și cel de delimitare se coordonează cu instalația existentă și cu soluția aprobată prin avizul tehnic de racordare nr. 28/13.01.2026.

A.5. Situația propusă

Soluția propusă cuprinde câmpul fotovoltaic de 977,76 kWp, invertoare de tip string cu putere totală de 920 kW, traseele de string conectate direct la intrările invertoarelor, tabloul

general de curent alternativ TE-AC, sistemul de control al puterii pentru funcționarea fără injecție și sistemul de stocare de 100 kW cu capacitate utilă de maximum 193,50 kWh.

Tabloul TE-AC colectează circuitele de 0,4 kV ale invertoarelor prin întreruptoare automate dimensionate la curentul maxim al fiecărei unități, preia circuitul bidirecțional al sistemului de stocare și se racordează la instalația generală de joasă tensiune printr-un aparat general dimensionat conform breviarului de calcul și schemei monofilare. Secțiunile cablurilor de curent alternativ se stabilesc în funcție de traseu, modul de pozare, curentul admisibil, curentul de scurtcircuit și căderea de tensiune.

Măsurarea energiei pentru decontare se realizează conform avizului tehnic de racordare, cu transformatoare de curent de $3 \times 1.600/5$ A, clasa 0,2S, și contor electronic trifazat cu curbă de sarcină și telecitire, aparținând operatorului de distribuție. Energia absorbită și evacuată de sistemul de stocare se contorizează separat.

Instalația este prevăzută cu protecție de interfață, funcție de anti-insularizare și protecții la supratensiune, subtensiune, abateri de frecvență și supracurent, coordonate astfel încât la dispariția rețelei sau la depășirea limitelor admise unitățile generatoare să se deconecteze.

Tabloul TE-AC și invertoarele se montează în spațiul tehnic indicat în planșe, cu acces controlat și climatizare / ventilare dimensionată prin calcul termic. Montajul și distanțele de service respectă instrucțiunile producătorilor echipamentelor oferite.

A.6. Descriere funcțională – regim „zero-export” in SEN

Centrala fotovoltaică este proiectată pentru acoperirea consumurilor proprii ale obiectivului, funcționând sincron cu rețeaua publică de joasă tensiune, fără livrare de energie activă în Sistemul Electroenergetic Național. Puterea maximă simultană aprobată pentru evacuare este de 0 kW.

Punctul de măsură și control. Delimitarea față de rețeaua operatorului se face la nivelul de 20 kV, conform avizului tehnic de racordare. Întrucât obiectivul dispune de post de transformare propriu, măsura și reglajul pentru bucla de limitare a exportului se realizează pe bara de joasă tensiune a tabloului general, cu condiția ca toate sursele și toate sarcinile obiectivului să treacă prin acest punct. Contorul de control se amplasează imediat în aval de întreruptorul general și înaintea oricăror derivări către tablouri secundare, astfel încât puterea măsurată să reflecte puterea netă reală față de rețea.

Bucula de control. Unitatea centrală de monitorizare și control preia în timp real puterea activă măsurată în punctul de control și determină, pe baza sarcinii instantanee și a unei rezerve operaționale, setpointul de putere admis pentru întreaga centrală. Setpointul se distribuie către invertoare prin protocol deschis, folosind funcțiile de limitare a puterii active implementate nativ de acestea. Reglajul este continuu: la tendința de export, puterea de producere se reduce imediat; la creșterea consumului, limitarea se relaxează cu respectarea rampei configurate.

Pentru evitarea oscilațiilor se parametrizează o rezervă de import exprimată procentual sau în kilowați, o bandă moartă îngustă în jurul valorii de zero și o viteză maximă de variație a puterii. Dacă operatorul de distribuție impune control pe fiecare fază, sistemul utilizează puterile măsurate pe L1, L2 și L3 și emite setpointuri astfel încât niciuna dintre faze să nu injecteze energie.

Cerințe de performanță ale buclei: perioada de eșantionare a măsurii cel mult 500 ms; timpul total de răspuns, de la detectarea tendinței de export până la reducerea efectivă a puterii, cel mult 2 secunde; rampa de modificare a setpointului configurabilă în domeniul 5...20 % din puterea nominală pe secundă. Valorile finale se stabilesc la punerea în funcțiune, în funcție de dinamica reală a sarcinii, și se consemnează în raportul de reglaje.

Independența față de protecții. Funcția de limitare a exportului este independentă de protecțiile de interfață. Între unitățile generatoare și punctul de delimitare se prevăd cel puțin două aparate de comutație, fără a se lua în calcul aparatul propriu al unității generatoare. La abaterea tensiunii sau frecvenței, la pierderea rețelei ori la funcționare insularizată, sursele se deconectează indiferent de comanda de putere.

Comportamentul în avarie. La pierderea comunicației cu contorul de control sau cu invertoarele, logica de siguranță reduce puterea solicitată la zero. La eroare de măsură — deconectarea circuitelor secundare ale transformatoarelor de curent, întreruperea alimentării contorului, date neplauzibile — sistemul trece în regim de blocare a producției. La abateri ale parametrilor de rețea, protecția de interfață deconectează sursele, iar reconectarea se face automat numai după expirarea timpilor de revenire și revalidarea condițiilor.

Rețeaua de comunicații se realizează cu trasee separate de circuitele de forță. Unitatea de control se alimentează prin sursă neîntreruptibilă, iar jurnalizarea evenimentelor și a curbelor de putere este activată pentru audit și pentru demonstrarea conformității.

Punerea în funcțiune include verificarea sensului transformatoarelor de curent și a raportului configurat în contor, compararea măsurii din punctul de control cu măsurători independente executate cu instrumente etalonate, probe cu trepte de sarcină pentru observarea răspunsului buclei, simularea pierderii comunicației pentru confirmarea trecerii la producție zero și verificarea protecției de interfață prin declanșarea controlată a criteriilor de tensiune și frecvență. Se întocmește un raport cu valorile finale de parametrizare ale unității de control, ale contorului și ale invertoarelor, împreună cu curbele de putere și jurnalul de evenimente.

Întreținerea în exploatare prevede supravegherea continuă a mărimilor din punctul de control și la nivelul fiecărui inverter, analiza periodică a jurnalelor pentru identificarea eventualelor injecții tranzitorii și recalibrarea rezervei de import și a benzii moarte dacă profilul de consum al obiectivului se modifică. Se verifică periodic conexiunile secundare ale transformatoarelor de curent, integritatea cablurilor de comunicație, funcția de siguranță la avarie și corelarea setărilor de rețea pe toate echipamentele.

Arhitectura de măsură și control

Măsura din punctul de control constituie referința comună pentru limitarea puterii active a întregii centrale. Unitatea centrală de monitorizare și control preia puterea activă, sensul acesteia, tensiunile și curenții, calculează setpointul admis și îl transmite către cele opt invertoare și către convertorul bidirecțional al sistemului de stocare. Semnalele de stare ale aparatelor de comutație și ale protecțiilor completează bucla de control și condiționează validarea comenzilor.

În proiectare și execuție se urmăresc în mod cumulativ:

— Transformatoarele de curent se montează cu polaritatea P1–P2 și S1–S2 respectată și cu raportul de transformare configurat identic în contor și în unitatea de control; sensul import–export se verifică prin măsurare, nu prin inversarea semnului în configurație.

— Timpul total de răspuns al buclei, măsurat de la apariția tendinței de export până la reducerea efectivă a puterii la borne, nu depășește 2 secunde, din care perioada de eșantionare a măsurii cel mult 500 ms. Valorile se verifică prin probe cu trepte de sarcină și se consemnează în raportul de reglaje.

— Măsura utilizată pentru control este distinctă de măsura pentru decontare. Contorul de decontare aparține operatorului de distribuție și nu poate fi folosit ca sursă a buclei de reglaj; contorul de control nu poate fi utilizat în scop de decontare.

— Calitatea comunicației se supraveghează permanent prin verificarea prospețimii datelor. Absența unei actualizări valide pentru mai mult de 5 secunde, primirea de valori în afara domeniului sau date înghețate generează alarmă și declanșează starea sigură definită în proiect.

— Traseele de comunicație se pozează separat de circuitele de forță, cu ecranare legată la pământ într-un singur punct, iar circuitele secundare ale transformatoarelor de curent se prevăd cu borne de test și de scurtcircuitare.

— Configurația finală — raport de transformare, scalări, adrese, parametrii regulatorului — se blochează prin nivel de acces după recepție și se arhivează.

Dovada conformității se materializează prin raport de verificare a raportului de transformare, a polarității și a succesiunii fazelor; comparație cu analizor etalonat; raport al probelor de latență comandă-răspuns și de treaptă de sarcină; înregistrarea comportamentului la pierderea simulată a comunicației; fișă cu parametrii de configurare înainte și după punerea în funcțiune, consemnate în procese-verbale, rapoarte de încercare, fișe de reglaje sau documente de recepție, după caz.

Algoritmul de limitare zero-export

Algoritmul menține puterea activă măsurată în punctul de control la o valoare pozitivă de import. Diferența dintre valoarea măsurată și pragul de referință este transformată într-o limită totală de producție, repartizată între invertoare și sistemul de stocare. Filtrarea semnalului și rampele de variație previn oscilațiile fără a permite depășirea limitelor tranzitorii admise.

Ordinea de acțiune.

La apariția surplusului, algoritmul acționează în următoarea succesiune:

- mai întâi crește puterea de încărcare a sistemului de stocare, în limita puterii de 100 kW și a stării de încărcare disponibile;
- abia după epuizarea acestei capacități se reduce puterea invertoarelor fotovoltaice.

Ordinea inversă se aplică la scăderea surplusului.

Prioritizarea stocării înaintea limitării producției maximizează energia valorificată și este condiția pentru atingerea indicatorului contractual de autoconsum.

În proiectare și execuție se urmăresc în mod cumulativ:

— Pragul de referință nu se fixează la zero, ci la o valoare pozitivă de import, configurabilă, cu valoare inițială de 5 kW. Valoarea finală se stabilește la punerea în funcțiune, în funcție de variabilitatea reală a sarcinii.

— Banda moartă în jurul pragului de referință este de cel mult ± 2 kW, astfel încât regulatorul să nu rămână inactiv la valori apropiate de zero.

— Rampa de reducere a puterii este cel puțin de patru ori mai rapidă decât rampa de creștere. Valorile inițiale sunt de 20 % din puterea nominală pe secundă la reducere și 5 % pe secundă la creștere.

— Energia exportată tranzitoriu, cumulată pe un interval de integrare de 15 minute, este nulă. Depășirile instantanee sunt admise numai pe durata timpului de răspuns al buclei și nu depășesc 2 secunde per eveniment.

— Sistemul de stocare este inclus în aceeași balanță de putere, cu semn pozitiv la descărcare și negativ la încărcare. Comanda de încărcare nu poate conduce la depășirea puterii aprobate pentru absorbție din rețea și **nu se activează pe seama importului atunci când producția fotovoltaică este insuficientă**, cu excepția regimurilor de echilibrare a stării de încărcare stabilite prin proiect.

— Limitările, saturările regulatorului, comenzile respinse și trecerile în stare sigură se jurnalizează cu marcă temporală, împreună cu valoarea măsurată și cu setpointul emis.

— Energia nevalorificată din cauza limitării se contorizează separat și se raportează ca indicator operațional, nu ca defecțiune.

Dovada conformității se materializează prin probe cu trepte de sarcină în ambele sensuri, cu înregistrarea răspunsului buclei; probe de pornire și oprire a unui invertor sub sarcină; probe de comutare a unui consumator major al halei; analiza curbei de putere din punctul de control la rezoluție de cel mult 1 secundă, pe o perioadă de minimum 24 de ore de funcționare reprezentativă; verificarea prioritizării stocării înaintea limitării producției; raport cu parametrii finali ai regulatorului, consemnate în procese-verbale, rapoarte de încercare, fișe de reglaje sau documente de recepție, după caz.

Modurile de defect ale buclei zero-export

Funcționarea în regim fără injecție depinde de un lanț de măsură, comunicație și comandă în care orice verigă poate ceda. Pentru fiecare mod de defect se definesc criteriul de detectare, timpul maxim până la acțiune, acțiunea aplicată și condiția de revenire. Comportamentul rezultat se implementează ca matrice cauză-efect, se verifică integral la punerea în funcțiune și se anexează documentației de recepție.

Mod de defect	Criteriu de detectare	Timp maxim	Acțiune	Condiție de revenire
Pierderea contorului de control	Absența unui răspuns valid la interogare	5 s	Reducerea puterii la valoarea de siguranță	Trei citiri valide consecutive
Valori înghețate	Acceași valoare a puterii active, la rezoluție completă, pe un interval prelungit	30 s	Alarmă și reducere la valoarea de siguranță	Variație plauzibilă a măsurii, confirmată de curenți
Valori în afara domeniului	Putere, tensiune sau curent în afara limitelor fizice ale instalației	5 s	Alarmă și reducere la valoarea de siguranță	Revenirea în domeniu, minimum 60 s

Mod de defect	Criteriu de detectare	Timp maxim	Acțiune	Condiție de revenire
Raport de transformare eronat	Neconcordanță între puterea din punctul de control și suma puterilor învertoarelor, corectată cu consumul	la punerea în funcțiune	Blocarea producției	Reconfigurare și verificare cu instrument etalonat
Sens inversat al măsurii	Import indicat ca export sau invers, la producție nulă	5 s	Blocarea producției	Verificarea polarității și a succesiunii fazelor
Pierderea comunicației cu un inverter	Absența confirmării comenzii	10 s	Unitatea se consideră indisponibilă; limita totală se redistribuie pe restul	Restabilirea comunicației și confirmarea setpointului
Pierderea comunicației cu toate invertoarele	Absența confirmării pe toate circuitele	5 s	Oprirea producerii	Restabilire completă și revalidarea măsurii
Repornirea unității de control	Semnal de inițializare	imediat	Limită conservatoare de 10 % din puterea nominală	Validarea măsurii, minimum 60 s de funcționare stabilă
Comandă neconfirmată de inverter sau de convertorul de stocare	Setpoint emis, fără confirmare sau cu abatere peste 5 %	10 s, două încercări	Unitatea se consideră indisponibilă	Confirmarea a trei comenzi consecutive
Pierderea alimentării unității de control	Absența tensiunii pe circuitul auxiliar	imediat	Deconectarea unităților generatoare prin protecția de interfață	Restabilirea alimentării și repornire controlată

Valoarea de siguranță este puterea de producere aplicată în situațiile de mai sus și se stabilește prin proiect. Ea este zero sau o valoare pozitivă redusă, corelată cu consumul de bază garantat al obiectivului, demonstrat prin analiza profilului de sarcină. Dacă un astfel de consum de bază nu poate fi demonstrat, valoarea de siguranță este zero.

În proiectare și execuție se urmăresc în mod cumulativ:

— O valoare neschimbată în mod neplauzibil se tratează ca defect de măsură, nu ca sarcină constantă. Criteriul se corelează cu variabilitatea reală a consumului halei și se calibrează la punerea în funcțiune.

— La repornire se aplică limita conservatoare până la validarea măsurii; producerea nu crește gradual pe baza unei măsurii nevalidate.

— Un echipament care nu confirmă comanda se scoate din disponibilitate, iar limita totală se recalculează pentru unitățile rămase, fără depășirea puterii aprobate.

— Toate tranzițiile în stare sigură se jurnalizează cu marcă temporală, cauză declanșatoare, valoare măsurată și setpoint emis.

— Defectele repetate — trei apariții ale aceleiași cauze într-un interval de 24 de ore — generează alarmă de mentenanță, distinctă de alarma de proces.

— Revenirea din stare sigură este întotdeauna condiționată și temporizată; nu se admite revenire automată imediată după restabilirea unui singur parametru.

— Funcția de limitare a exportului nu suplinește protecția de interfață. Aceasta acționează independent, indiferent de starea buclei de control.

Dovada conformității se materializează prin parcurgerea integrală a matricei cauză–efect la punerea în funcțiune, cu înregistrarea răspunsului pentru fiecare mod de defect; simularea întreruperii legăturii de comunicație cu contorul; simularea opririi alimentării contorului; simularea deconectării circuitelor secundare ale transformatoarelor de curent; repornirea forțată a unității de control sub sarcină; verificarea comenzii de siguranță și a temporizărilor de revenire, consemnate în procese-verbale, rapoarte de încercare, fișe de reglaje sau documente de recepție, după caz.

Jurnalizarea și indicatorii de performanță

Sistemul de monitorizare înregistrează local mărimile necesare pentru demonstrarea funcționării fără injecție, pentru raportarea indicatorilor contractuali și pentru diagnoza defectelor. Datele trebuie să permită atât investigarea exportului tranzitoriu, la rezoluție fină, cât și evaluarea autoconsumului și a performanței pe perioade lungi.

Nivel	Conținut	Rezoluție	Retenție	Unde
Diagnostic	Punctul de control, mărimi instantanee	1 s	7 zile	local
Operațional	Producție, consum, stocare, limitare, stări	1 min	minimum 12 luni	local
Evenimente	Protecții, stări sigure, modificări de configurație	la eveniment	minimum 24 luni	local
Probatoriu	Energii lunare și anuale pe fiecare categorie, cu bilanț închis	lunar	minimum 6 ani	arhivă a beneficiarului

Sincronizarea timpului. Toate echipamentele care înregistrează date se sincronizează dintr-o sursă unică de timp, prin protocol NTP, cu o abatere maximă de 1 secundă între echipamente. Unitatea de control păstrează ora la întreruperea alimentării. Marcajele temporale se înregistrează în timp universal coordonat sau cu indicarea explicită a fusului orar și a trecerii la ora de vară, astfel încât ordinea evenimentelor să rămână neambiguă.

Arhivarea pentru perioada de durabilitate. Beneficiarul constituie și menține o arhivă a datelor energetice pe întreaga perioadă de durabilitate a proiectului, prelungită cu un an. Arhiva cuprinde, pentru fiecare lună calendaristică, energia produsă, energia livrată către consumul propriu, energia importată din rețea, energia încărcată și descărcată din stocare, energia nevalorificată prin limitare și indexurile contorului de decontare, împreună cu bilanțul energetic închis.

Datele se exportă automat din sistemul de monitorizare cel puțin lunar, în formate deschise, și se păstrează independent de echipament. Exportul lunar constituie documentul probator pentru indicatorii FMS06, FMS07 și FMS08 din contractul de finanțare; funcționarea sau înlocuirea ulterioară a echipamentelor de monitorizare nu afectează validitatea arhivei.

Rapoartele anuale consolidate se întocmesc pe baza acestei arhive și se corelează cu indexurile contorului de decontare al operatorului de distribuție.

Măsurarea și algoritmul de limitare

Regimul fără injecție este definit la punctul comun de cuplare, nu la bornele invertoarelor și nu la bara intermediară a TE-AC. Contorul utilizat de bucla de control trebuie să măsoare toate sursele și toate sarcinile care influențează schimbul cu rețeaua. Transformatoarele de curent se montează cu polaritatea corectă, pe fazele corecte și cu raportul configurat identic în contor și în controler. La PIF se verifică printr-un consum cunoscut că importul apare cu semnul convenit și că o comandă de producție redusă nu este interpretată invers. O polaritate greșită poate determina algoritmul să crească producția tocmai când apare export, motiv pentru care verificarea sensului este un punct de oprire obligatoriu.

Controlerul central calculează puterea netă la PCC și distribuie setpointuri către invertoare și PCS. Ținta nu va fi exact zero în toate momentele, deoarece măsura, transmisia și răspunsul convertoarelor au întârzieri, iar consumul industrial poate varia în trepte. Se setează o rezervă pozitivă de import, un deadband și rampe de variație suficient de conservative pentru a evita oscilațiile. Valorile finale se stabilesc prin probe cu sarcini reale și se consemnează în fișa de reglaje. Orice valoare prezentată în memoriu ca exemplu operațional nu înlocuiește rezultatul punerii în funcțiune.

BESS participă la aceeași constrângere. În perioadele cu surplus fotovoltaic poate încărca și reduce energia care ar trebui limitată, dar încărcarea nu este obligatorie dacă SOC, temperatura, puterea disponibilă sau strategia de exploatare nu o permit. La descărcare, EMS verifică permanent consumul local; puterea PCS se limitează astfel încât suma dintre CEF și BESS să nu depășească sarcina internă minus rezerva de import. Dacă sarcina scade brusc, prioritatea este anularea descărcării BESS și reducerea producției, nu menținerea unei ținte energetice planificate.

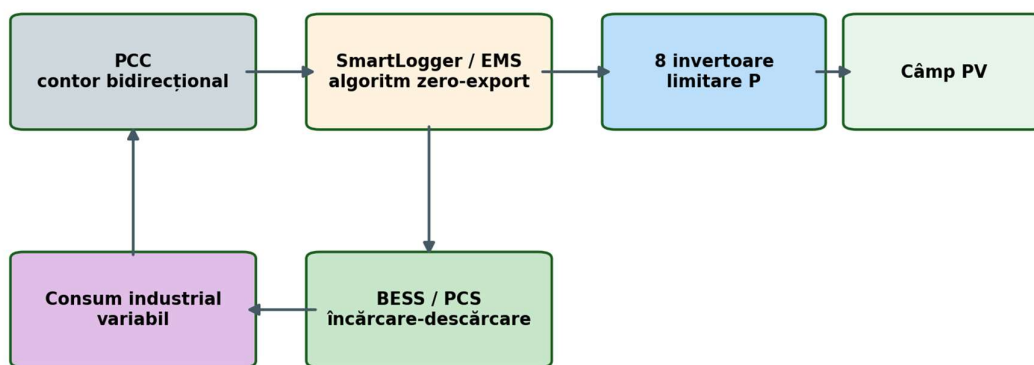
În cazul pierderii comunicației cu contorul, al alimentării defectuoase a măsurii, al valorilor neverosimile sau al pierderii legăturii dintre controler și convertoare, sistemul trece într-o stare sigură. Starea sigură este definită explicit: comandă de putere zero, blocarea descărcării BESS și, dacă nu se poate demonstra executarea comenzilor, deschiderea aparatului de interfață. Menținerea ultimei comenzi nu este acceptabilă pentru o instalație fără drept de export, deoarece ultima comandă poate deveni necorespunzătoare imediat după schimbarea consumului.

Probe și indicatori de exploatare

Proba de zero-export trebuie să includă mai multe regimuri: producție mică și consum mare, producție apropiată de consum, surplus fotovoltaic cu BESS indisponibil, încărcare BESS, descărcare BESS și reducere bruscă a sarcinii. Se înregistrează cu aceeași bază de timp puterea la PCC, puterea fiecărui inverter, puterea PCS, SOC și setpointul controlerului. Pentru evenimente rapide este necesară o rezoluție mai bună decât intervalul obișnuit de 15 minute al curbei de sarcină. Raportul va indica valoarea maximă și durata oricărei injecții tranzitorii, cauza ei și reglajul adoptat.

În exploatare se urmăresc energia produsă de CEF, energia limitată, energia încărcată și descărcată de BESS, consumul auxiliar, energia importată și eventualele evenimente de export. Aceste mărimi nu se confundă. O producție anuală mai mică decât simularea poate fi justificată de limitarea fără export, nu neapărat de o defecțiune. De aceea, raportarea performanței separă resursa solară și pierderile tehnice de energia disponibilă, dar deliberat neprodusă pentru respectarea ATR.

Buclo de măsură și control pentru funcționare fără injecție



La pierderea măsurii sau comunicației, sistemul trece în starea sigură stabilită la PIF.

Figura 6 - Buclo funcțională de măsură și limitare zero-export

A.7. Date tehnice CEF

A.7.1. Descrierea centralei electrice fotovoltaice

Centrala electrică fotovoltaică amplasată în municipiul Turda, județul Cluj, este dimensionată la 977,76 kWp în curent continuu și 920 kW în curent alternativ. Funcționează în regim de autoconsum, fără injecție de energie activă în rețeaua operatorului de distribuție.

— **Câmpul fotovoltaic:** putere instalată 977,76 kWp în condiții STC, valoare aprobată prin avizul tehnic de racordare. Configurația de referință cuprinde 2.016 module monocristaline din siliciu, cu putere unitară de 485 Wp și randament de 24,3 %, montate în dispunere portret pe sistem de fixare coplanar, dimensionat și verificat pentru învelitoarea existentă a halei. Numărul de module rezultă din puterea unitară a modulului oferit.

— **Invertorele:** putere totală instalată 920 kW în curent alternativ, valoare-plafon din avizul tehnic de racordare. Configurația de referință cuprinde 8 invertore trifazate de tip string, de 115 kW fiecare, la 400 V și 50 Hz, cu tensiune maximă de intrare în curent continuu de 1.100 V, protecții și separatoare integrate și funcție de detecție a arcului electric. Numărul de unități este limitat la maximum 8.

— **Sistemul de stocare:** putere 100 kW la încărcare și la descărcare, capacitate utilă minimum 184 kWh și maximum 193,50 kWh, respectiv maximum 252 Ah, cu putere reactivă de ± 100 kVar în ambele regimuri. Valorile maxime sunt impuse prin avizul tehnic de racordare. Sistemul este racordat prin circuit bidirecțional dedicat și contorizat separat.

— **Circuitele de curent continuu:** cele 98 de stringuri se conectează individual, direct la intrările dedicate ale invertorelor. Soluția nu include tablou central de curent continuu;

separarea, protecția la supratensiuni și supravegherea izolației sunt asigurate prin echiparea integrată a invertoarelor. Nu se realizează bare colectoare care să paralelizeze electric stringurile.

— **Cablurile de curent continuu:** cabluri solare din cupru, cu izolație reticulată, pentru 1,5 kV, rezistente la UV și ozon, pozate separat pe polarități și identificate pe întreaga lungime. Secțiunea se stabilește prin verificarea la curent, cădere de tensiune și condițiile reale de pozare, în limitele domeniului admis la conectorii de intrare ai invertoarelor oferite.

— **Tabloul general de curent alternativ, 0,4 kV:** câte o plecare pentru fiecare inverter, cu prevederea a maximum 8 circuite, un circuit bidirecțional pentru sistemul de stocare, circuitele auxiliare de măsură și comandă, bare de nul și de protecție, protecție la supratensiuni și aparat general dimensionat la curentul simultan și la curentul de scurtcircuit prospectiv. Barele principale sunt dimensionate pentru suprapunerea producției fotovoltaice cu descărcarea simultană a sistemului de stocare.

— **Cablurile de curent alternativ:** cabluri unipolare din aluminiu, fără halogeni, cu conductor de protecție separat, cu secțiuni stabilite în breviarul de calcul și în schemele monofilare pentru un curent maxim de ieșire de 182 A pe inverter, ținând seama de grupare, temperatura mediului, modul de pozare, curentul de scurtcircuit și căderea de tensiune.

— **Monitorizarea și controlul:** unitate centrală de monitorizare și control, cu măsură bidirecțională în punctul de control, comunicație serială și Ethernet pe protocol deschis, care realizează limitarea puterii active pentru menținerea exportului la zero, cu logică de siguranță la avarie și jurnalizarea evenimentelor și a valorilor de funcționare.

Repartizarea est-vest și puterile asociate

Câmpul fotovoltaic (în soluția de referință) este împărțit între 1.022 module cu orientare relativ estică și 994 module cu orientare relativ vestică, azimut 22 de grade. Puterile corespunzătoare sunt aproximativ 495,67 kWp și 482,09 kWp. La înclinare redusă, această distribuție lărgeste curba zilnică de producție și reduce vârful simultan, ceea ce este favorabil autoconsumului și raportului DC/AC.

În proiectare și execuție se urmăresc în mod cumulativ: În modelarea energetică se introduc două orientări distincte, nu o orientare medie; Pierderile de mismatch între orientări se evită prin alocare separată pe MPPT; Evaluarea umbririlor se realizează pentru fiecare versant și obstacol relevant.

Dovada conformității se materializează prin confirmarea numărului de module pe fiecare orientare; verificarea azimutului prin ridicare topografică/plan; simulare energetică pentru configurația completă, consemnate în procese-verbale, rapoarte de încercare, fișe de reglaje sau documente de recepție, după caz.

Distribuția pe invertoare și echilibrarea puterilor

Conform planșei IE-06, în soluția de referință care constituie baza de la care se va alege soluția oferită de către firmele care participa la licitație, repartizarea modulelor este: 249, 245, 237, 260, 252, 248, 252 și 273 module pe invertoarele 1...8. Diferențele provin din geometria acoperișului și din lungimile de string. Puterea DC rezultată pe inverter trebuie corelată cu orientarea, plașa MPPT și limitarea maximă de intrare.

În proiectare și execuție se urmăresc în mod cumulativ:

- Niciun string nu conține module aparținând unor versanți diferiți. Stringurile se constituie integral pe același versant, cu aceeași orientare, aceeași înclinare și condiții de umbrire comparabile.

- Pe același circuit MPPT se conectează numai stringuri de pe același versant, cu același număr de module.

- În modelarea energetică se introduc două orientări distincte, cu azimuturile efective determinate din geometria acoperișului, nu o orientare medie. Simularea acoperă întregul câmp de 977,76 kWp și include scena de umbrire.

- Evaluarea umbririlor se realizează separat pentru fiecare versant, cu luarea în considerare a luminatoarelor, a aticului, a echipamentelor existente pe acoperiș și a umbririlor reciproce între rânduri.

- Repartizarea modulelor pe invertoare menține raportul individual c.c./c.a. în limitele admise de producătorul echipamentului oferit, verificate prin calcul.

Dovada conformității se materializează prin confirmarea numărului de module și a puterii instalate pe fiecare versant, corelate cu planul de amplasare; verificarea azimutului și a pantei prin ridicare topografică sau prin releveul acoperișului; verificarea, pe planșele de repartizare a stringurilor, a absenței stringurilor care traversează coama; simulare energetică pentru configurația completă, cu ambele orientări și cu scena de umbrire; comparație între producția măsurată pe cele două subcâmpuri, la iradiere normalizată, în primul an de exploatare, consemnate în procese-verbale, rapoarte de încercare, fișe de reglaje sau documente de recepție, după caz.

Inspecția și documentarea câmpului PV

Recepția câmpului fotovoltaic se bazează pe trasabilitate și măsurători, nu numai pe aspect. Pentru fiecare string se înregistrează numărul de module, orientarea, invertorul, MPPT-ul, polaritatea, Voc, curentul și rezistența de izolație. Datele devin referință pentru mentenanța ulterioară.

În proiectare și execuție se urmăresc în mod cumulativ: Abaterile de curent între stringuri comparabile se investighează; Fotografiile termice se fac în condiții suficiente de iradiere; Etichetele din teren trebuie să corespundă exportului din platforma de monitorizare; Orice modul înlocuit se înscrie în registrul de active.

Dovada conformității se materializează prin dosar complet pe string; raport termografic; inventar module și serii, consemnate în procese-verbale, rapoarte de încercare, fișe de reglaje sau documente de recepție, după caz.

Concepția tehnică de ansamblu

Centrala electrică fotovoltaică este concepută ca instalație de producere distribuită, montată pe acoperișul halei și racordată în instalația de utilizare de joasă tensiune a beneficiarului. Lanțul energetic începe la cele 2.016 module de câte 485 Wp, continuă prin 98 de stringuri independente, conectate direct la intrările celor opt invertoare de tip string, și se încheie pe partea de curent alternativ prin circuitele individuale ale invertoarelor, tabloul TE-

AC, tabloul general existent și punctul de delimitare față de rețeaua operatorului. Puterea instalată în module este de 977,76 kWp, iar puterea nominală totală a invertoarelor este de 920 kW, rezultând un raport global între puterea în curent continuu și cea în curent alternativ de aproximativ 1,063. Acest raport este moderat și adecvat unei dispuneri aproape echilibrate est-vest, la care maximele de putere ale celor două ape ale acoperișului nu apar simultan.

Arhitectura nu include un tablou central de curent continuu. Fiecare pereche de conductoare pozitiv-negativ pleacă din string și ajunge la intrarea care îi este rezervată în inverter, fără etapă intermediară de combinare, fără bare colectoare comune și fără siguranțe amplasate într-un tablou separat. Soluția reduce numărul de conexiuni, elimină un punct suplimentar de încălzire și de arc electric și simplifică urmărirea fiecărui șir. În schimb, proiectarea trebuie să demonstreze că protecțiile integrate ale inverterului, curentul invers maxim posibil, tensiunea sistemului, traseele și coordonarea protecției la supratensiuni sunt suficiente. Eliminarea tabloului nu înseamnă eliminarea protecției, ci mutarea funcțiilor de separare, supraveghere și protecție în echipamentele de conversie și în modul de realizare a circuitelor.

Racordarea directă prin intermediul conectorilor cu fuzibili, impune corelarea secțiunii cablului de string cu domeniul admis la conectorii de intrare ai invertoarelor oferite. Secțiunea finală se stabilește prin verificarea la curent, la cădere de tensiune și la condițiile reale de pozare, în limitele impuse de documentația echipamentului, fără interpunerea unor cutii de tranziție care ar reintroduce, sub altă denumire, etapa eliminată.

Repartizarea modulelor urmează geometria reală a acoperișului: 1.022 module, respectiv 495,67 kWp, au orientare estică, iar 994 module, respectiv 482,09 kWp, au orientare vestică. Diferența dintre cele două subcâmpuri este redusă, de aproximativ 1,39 % din numărul total de module, ceea ce conduce la o curbă zilnică mai largă decât în cazul unui câmp unic orientat spre sud. Producția începe mai devreme pe versantul estic, se transferă gradual către cel vestic și rămâne disponibilă mai târziu după-amiaza. Pentru un consumator industrial cu sarcini pe durata schimburilor de lucru, această formă a curbei îmbunătățește autoconsumul și reduce atât vârfurile instantanee, cât și solicitarea sistemului de stocare.

Cele opt invertore sunt tratate ca unități de conversie paralele, fiecare cu circuit propriu de curent alternativ, aparat de protecție și identificare distinctă. Puterile alocate în curent continuu nu sunt identice, deoarece decurg din poziția modulelor și din lungimile stringurilor: INV1 are 249 module, INV2 — 245, INV3 — 237, INV4 — 260, INV5 — 252, INV6 — 248, INV7 — 252 și INV8 — 273 module, în total 2.016. Puterea în curent continuu pe inverter variază între 114,94 și 132,41 kWp, iar raportul individual rămâne între 1,00 și 1,15. Diferențele sunt acceptabile din punct de vedere energetic, dar trebuie reflectate în configurarea circuitelor MPPT, în etichetare și în analiza comparativă a producției; diferențele de energie între invertore nu se interpretează ca defecte fără normalizare prealabilă la puterea și orientarea instalate.

Pe partea de curent alternativ, fiecare inverter debitează la 400 V și este racordat printr-o coloană dimensionată la curentul maxim declarat, la modul real de pozare și la gruparea cu celelalte circuite. Tabloul TE-AC asigură colectarea circuitelor, protecția, comanda și separarea, iar integrarea în tabloul general existent se face cu respectarea curentului admisibil al barelor, a nivelului de scurtcircuit și a selectivității. Sistemul de stocare este racordat ca sursă și receptor bidirecțional distinct, de 100 kW, astfel încât dimensionarea elementelor comune nu se limitează la cei 920 kW ai invertoarelor. Regimul cel mai defavorabil corespunde funcționării

simultane a centralei la putere nominală și a sistemului de stocare în descărcare, situație în care curentul pe barele tabloului depășește 1.600 A; barele se dimensionează în consecință, la minimum 2.000 A.

Centrala este destinată autoconsumului și nu are dreptul de a injecta energie activă în rețeaua operatorului de distribuție. Condiția este implementată prin măsură bidirecțională în punctul de control, control centralizat al puterii active și o rezervă pozitivă de import. Regimul fără injecție nu modifică însă natura instalației: invertoarele rămân conectate în paralel cu rețeaua și trebuie să respecte cerințele de tensiune, frecvență, calitate a energiei și anti-insularizare. Orice pierdere a referinței de rețea, orice abatere peste limitele acceptate și orice defect al protecției conduc la reducerea puterii sau la separarea surselor, independent de obiectivul economic de maximizare a autoconsumului.

Trasabilitatea instalației

Pentru exploatare, fiecare modul, string, intrare PV, MPPT, inverter, circuit AC și aparat de protecție trebuie să poată fi identificat fără ambiguitate în teren și în documentația as-built. Codul unui string se păstrează de la eticheta de pe acoperiș până la mufa inverterului și în fișa de măsurători. La punerea în funcțiune se consemnează polaritatea, Voc, curentul măsurat, rezistența de izolație și intrarea efectiv utilizată. Înlocuirea unui modul sau mutarea unui string între intrări se înregistrează în planșa de repartizare și în registrul de mentenanță. Această disciplină permite localizarea rapidă a unei alarme de izolație, compararea curenților între stringuri omogene și evitarea conectării accidentale a două orientări sau lungimi diferite pe același MPPT.

Documentația de recepție va conține cel puțin schema monofilară actualizată, planul traseelor, tabelul stringurilor, repartiția pe invertoare și MPPT, lista cablurilor cu lungimile reale, rapoartele de încercare, setările invertoarelor, fotografii ale conexiunilor înainte de închiderea canalelor și declarațiile de conformitate. Datele din platforma de monitorizare nu înlocuiesc aceste documente. Monitorizarea arată comportarea instalației în exploatare, în timp ce documentația as-built demonstrează cum este construită și ce configurație trebuie restabilită după o intervenție.

Repartiția câmpului fotovoltaic pe orientări

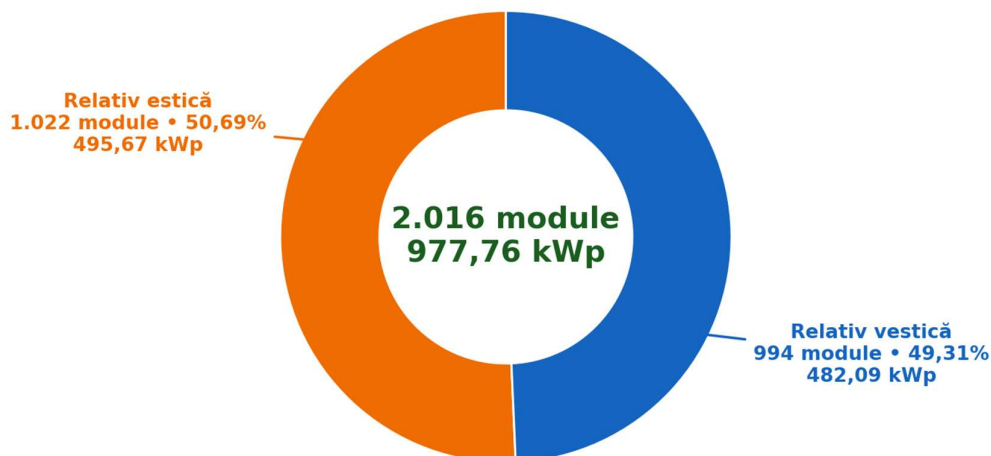


Figura 1 - Repartizarea modulelor fotovoltaice pe orientări în soluția de referință

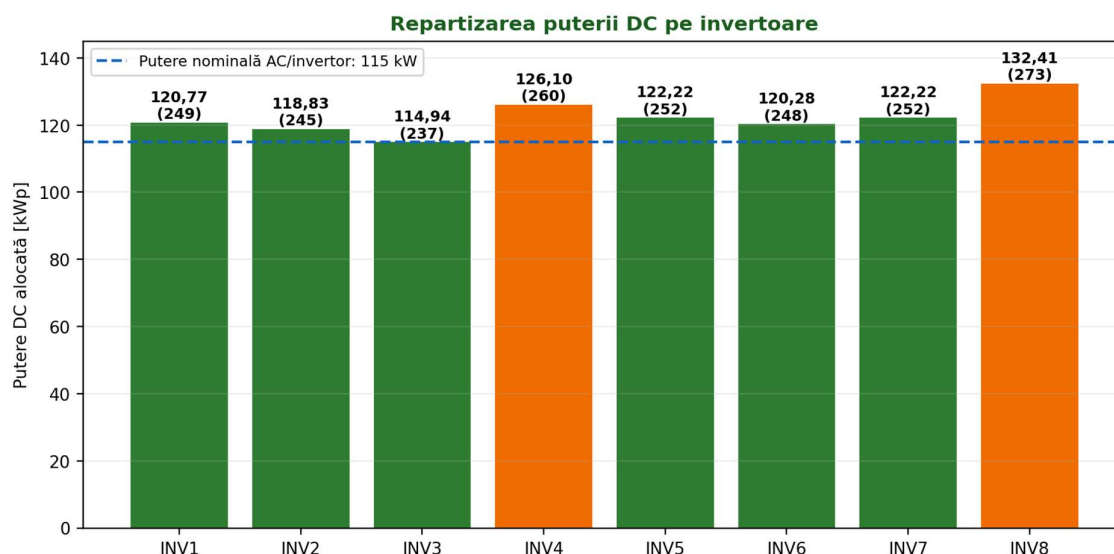


Figura 3 - Puterea DC și numărul de module alocate fiecărui invertor în configurația de referință

A.7.2. Configurația stringurilor fotovoltaice

Criterii de dimensionare

Lungimea stringurilor se stabilește astfel încât să fie îndeplinite simultan următoarele condiții, pentru modulul și invertorul efectiv oferite:

- **Tensiune maximă.** Tensiunea în gol a stringului, la temperatura minimă de proiectare a amplasamentului de -25°C , majorată cu toleranța pozitivă de fabricație, nu depășește tensiunea maximă absolută admisă la intrarea în curent continuu a invertorului:

$$N_{max} \times V_{oc} \times [1 + \alpha_{Voc} / 100 \times (T_{min} - 25)] \times (1 + tol) \leq U_{pv,max}$$

- **Domeniul de urmărire.** Tensiunea la punctul de putere maximă a fiecărui string se menține, la ambele temperaturi extreme de proiectare, în domeniul de urmărire al circuitului MPPT, cuprins între $U_{mppt,min}$ și $U_{mppt,max}$.
- **Transferul puterii disponibile.** Se verifică prin calcul că, la temperatura maximă de proiectare a celulei, puterea disponibilă în curent continuu poate fi transferată integral de invertor la tensiunea rezultată, ținând cont de curentul maxim admis pe intrare, pe circuit MPPT și pe echipament. Verificarea se face pentru configurația efectivă de stringuri și nu prin comparație cu domeniul de tensiune pentru putere nominală din fișa de catalog, care presupune un curent disponibil superior celui rezultat din prezenta configurație.
- **Curenți.** Curentul de scurtcircuit al unui string nu depășește curentul maxim admis pe intrare. Suma curenților stringurilor conectate pe același circuit MPPT nu depășește curentul maxim admis în funcționare pe MPPT, iar suma curenților de scurtcircuit nu depășește valoarea maximă declarată pentru MPPT. Suma curenților pe întregul invertor nu depășește curentul maxim admis în curent continuu.

Valorile Upv,max, Umppt,min, Umppt,max și limitele de curent se preiau din documentația invertorului ofertat. Parametrii Voc, Vmp, Isc, Imp și coeficienții de temperatură se preiau din fișa tehnică a modului ofertat.

Configurația de referință

Dimensionarea prezentului proiect s-a realizat pe o configurație de referință cu 98 de stringuri, câte 12 sau 13 pentru fiecare invertor, cu 16...21 module pe string, conform repartizării din planșele de detaliu. Aceste valori nu constituie cerințe de conformitate; ele rezultă din geometria acoperișului și din puterea unitară a modului de referință.

Verificarea configurației de referință

Calculul se prezintă pentru modulul de referință, cu Vmp = 34,92 V, Imp = 13,90 A, Voc = 41,36 V, Isc = 14,41 A, coeficient de temperatură al tensiunii în gol de $-0,22 \text{ }^\circ\text{C}$ și al puterii de $-0,26 \text{ }^\circ\text{C}$, și pentru un invertor cu tensiune maximă absolută de 1.100 V, domeniu de urmărire 200...1.000 V, curent maxim de 20 A pe intrare, 30 A în funcționare pe MPPT și 40 A în scurtcircuit pe MPPT.

Verificare	Valoare	Limită	Rezultat
	calculată		
Voc string maxim, 21 module, la STC	868,6 V	—	—
Voc string maxim, 21 module, la $-25 \text{ }^\circ\text{C}$	964,1 V	1.100 V	conform
Vmp string maxim, 21 module, la STC	733,3 V	1.000 V	conform
Vmp string minim, 16 module, la STC	558,7 V	200 V	conform
Vmp string minim, 16 module, la $70 \text{ }^\circ\text{C}$	503,4 V	200 V	conform
Isc pe intrare, un string	14,41 A	20 A	conform
Curent pe MPPT, două stringuri în funcționare	27,80 A	30 A	conform
Curent de scurtcircuit pe MPPT, două stringuri	28,82 A	40 A	conform

Tabel A.1.1.a — Verificările electrice pentru configurația de referință.

Verificarea transferului de putere la temperatură ridicată: la $70 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatura celulei, puterea unitară a modului scade la 428 W, iar puterea disponibilă pe invertor variază între 101,4 și 116,8 kWp, în funcție de numărul de module alocate. La tensiunile rezultate, cuprinse între 503 și 660 V, și la curenții corespunzători, invertorul poate prelua integral puterea disponibilă. Nu rezultă limitare din tensiunea de intrare.

Toate verificările sunt îndeplinite pentru întregul interval de 16...21 module pe string.

Obligații ale ofertantului

Ofertantul reface integral calculul de mai sus cu parametrii modulului și invertorului efectiv propuse și prezintă rezultatele ca parte a propunerii tehnice. Calculul cuprinde tensiunile la temperaturile extreme de proiectare, curenții pe intrare, pe circuit MPPT și pe echipament, repartizarea stringurilor pe invertoare și verificarea raportului dintre puterea în curent continuu și cea în curent alternativ, în limitele admise de producătorul invertorului. Oferta care nu conține acest calcul se consideră incompletă.

Reguli de omogenitate

- Pe același circuit MPPT se conectează numai stringuri cu același număr de module, același tip de modul, aceeași orientare și condiții de umbră comparabile.
- Niciun string nu conține module aparținând unor versanți diferiți.
- Toate circuitele MPPT ale aceluiași invertor se mențin simultan în domeniul de urmărire al acestuia, la temperaturile extreme de proiectare.
- Diferențele de lungime între stringurile aceluiași invertor se limitează la valoarea pentru care pierderile de neomogenitate rămân sub 1 % din producția anuală a invertorului respectiv, verificată prin simulare energetică.

Protecția stringurilor

Fiecare string se protejează prin fuzibil de tip gPV, pentru 1.500 V c.c., integrat în conectorul fotovoltaic. Curentul nominal se încadrează între $1,5$ și $2,4 \times I_{sc}$ al modulului oferat, fără depășirea curentului maxim al fuzibilului de serie declarat de producătorul modulului. Pentru configurația de referință rezultă un fuzibil de 25 A.

Conectorii sunt certificați, cu grad de protecție minimum IP68, dimensionați pentru cablul solar de $1 \times 10 \text{ mm}^2$ utilizat în proiect și compatibili cu conectorii invertoarelor oferate. Ambele capete ale fiecărei conexiuni se realizează cu conectori de același tip și din același sistem de conectare, sertizați cu scula dedicată. Nu se admite împerecherea conectorilor din sisteme diferite. Diametrul exterior al cablului se verifică față de domeniul de prindere al conectorului oferat.

Nu se realizează bare colectoare care să paralelizeze stringurile în exteriorul invertorului. Paralelarea se face exclusiv în interiorul echipamentului, pe intrări dedicate, cu maximum două stringuri pe circuit MPPT.

Verificarea la punerea în funcțiune

Pentru fiecare string se măsoară tensiunea în gol, curentul de scurtcircuit și rezistența de izolație, conform SR EN 62446-1. Tensiunea măsurată se compară cu numărul de module declarat, pentru depistarea erorilor de alocare. Se verifică polaritatea înainte de fiecare conectare, iar intrările neutilizate se închid cu capacele originale. Conectarea nu se face sub sarcină.

A.7.3. Parametri cheie ai invertoarelor (relevați în proiect)

Valorile de mai jos provin din documentația echipamentului folosit la calculele de proiectare și constituie date de intrare, nu cerințe de conformitate. Cerințele impuse sunt cele din fișele tehnice F5.

- Circuite MPPT: 10; intrări în curent continuu: 20. În configurația proiectului se utilizează 12 sau 13 intrări pentru stringurile racordate la fiecare inverter, cu maximum două stringuri pe același circuit MPPT.
- Domeniul de urmărire a punctului de putere maximă: 200...1.000 V.
- Tensiune maximă absolută la intrarea în curent continuu: 1.100 V. Tensiune nominală: 600 V.
- Curent maxim: 20 A pe intrare, 30 A în funcționare pe circuit MPPT, 40 A curent de scurtcircuit pe circuit MPPT.
- Curent nominal de ieșire 166 A; curent maxim de ieșire 182 A la 400 V.
- Randament maxim 98,6 %; randament european 98,4 %.
- Factor de putere reglabil 0,8 capacitiv...0,8 inductiv; funcții de suport la rețea și protecții integrate, configurate conform codului de rețea aprobat.

Fișa de catalog indică suplimentar un domeniu de tensiune de 540...800 V pentru livrarea puterii nominale la rețea de 400 V. Acest domeniu presupune un curent disponibil în curent continuu apropiat de valoarea maximă a echipamentului. În configurația prezentului proiect, curentul rezultat din 12 sau 13 stringuri este substanțial inferior, iar pragul respectiv nu constituie criteriu de dimensionare; verificarea se face conform criteriilor din capitolul privind configurația stringurilor.

A.7.4. Parametri generali ai sistemului

Parametru	Valoare
Putere instalată în module	977,76 kW _p
Putere instalată în invertore	920 kW c.a.
Putere sistem de stocare	100 kW încărcare și descărcare
Capacitate sistem de stocare	min. 184 kWh,
Putere reactivă stocare	±100 kVAr în ambele regimuri
Putere maximă evacuată în rețea	0 kW
Tensiune de racordare	400 V, 50 Hz, trifazat
Tensiune maximă admisă în c.c.	1.100 V
Factor de putere	reglabil 0,8 cap...0,8 ind.; setpoint conform operatorului
Cabluri de c.c. pe șir	cablu solar 1 × 10 mm ² Cu, 1,5 kV c.c.
Conectori și protecție string	conectori IP68 pentru 10 mm ² , fuzibil gPV 25 A
Cabluri de c.a. ale invertoarelor	conductoare unipolare din aluminiu, fără halogeni, cu PE separat; secțiuni conform breviarului și schemelor monofilare
Bare tablou TE-AC	minimum 2.000 A

A.7.5. Observații de proiectare

— Căderea de tensiune se verifică separat pe circuitele de curent continuu și de curent alternativ, pe baza lungimilor și a modurilor reale de pozare.

— Protecția la supratensiuni pe partea de curent continuu este asigurată prin dispozitivele tip 2 integrate în invertoare. Necesitatea unor dispozitive suplimentare la capătul dinspre câmp se stabilește prin calculul distanței de separație față de instalația de protecție împotriva trăsnetului, conform SR EN 62305, și în funcție de lungimea traseelor. Dacă rezultă necesare, acestea se montează în cutii dedicate, fără realizarea unei bare comune care să unească stringuri alocate unor intrări sau circuite MPPT independente.

— Pe același circuit MPPT se conectează numai stringuri cu același tip și număr de module, aceeași orientare și condiții de umbrire comparabile. Niciun string nu conține module aparținând unor versanți diferiți.

— Repartizarea modulelor pe invertoare conduce la puteri în curent continuu neuniforme, cuprinse între 114,94 și 132,41 kWp, cu raport individual între 1,00 și 1,15. Valorile se verifică față de limita admisă de producătorul invertorului oferat.

A.8. Instalația de paratrăsnet existentă

A.8.1. Sursa datelor

Descrierea din prezentul subcapitol este întocmită pe baza planșei „Plan instalație de paratrăsnet”, parte a proiectului instalațiilor electrice ale halei existente, elaborat de un alt proiectant decât cel al prezentei documentații. Datele preluate din această planșă au caracter de informație existentă și se confirmă prin relevu și prin măsurători înaintea execuției lucrărilor centralei fotovoltaice.

Instalația de paratrăsnet nu face obiectul prezentului proiect. Ea este descrisă exclusiv în măsura în care condiționează amplasarea modulelor fotovoltaice, echipotențializarea structurii de susținere și dimensionarea descărcătoarelor de supratensiune. Orice modificare a instalației existente se face numai cu acordul scris al proiectantului acesteia.

A.8.2. Descrierea sistemului existent

Sistemul de protecție împotriva trăsnetului al halei este de tip PDA cu dispozitiv de captare cu amorsare, cu următoarele caracteristici preluate din planșa existentă:

Element	Caracteristici din planșa existentă
Sistem de captare	2 dispozitive de captare cu amorsare, amplasate pe axul median al halei, aproximativ în dreptul axelor 3-4 și 8-9
Montaj dispozitive	pe tijă, cu înălțimea vârfului $h = 5,5$ m față de planul acoperișului
Nivel de protecție	nivel IV
Rază de protecție declarată	$R_p = 43$ m, în planul acoperișului
Conductoare de captare și de coborâre	conductor de aluminiu rotund $\varnothing 10$ mm, respectiv cca 78,5 mm ² secțiune

Element	Caracteristici din planșa existentă
Mod de pozare	pe suportți electroizolanți, pe conturul perimetral al acoperișului și pe două trasee transversale în axul median
Sușineri	suport de conductor încărcat cu beton, cca 1 kg bucata
Coborâri	8 coborâri dispuse perimetral, în dreptul axelor de structură; valoarea se confirmă prin releveu
Legare la pământ	la priza de pământ naturală a clădirii, prin elementele de structură, cu piesă de separație în cutie de vizitare la baza fiecărei coborâri

Secțiunea conductorului de aluminiu de $\varnothing 10$ mm depășește valoarea minimă prevăzută de SR EN 62305-3 pentru conductoarele de captare și de coborâre din aluminiu, deci nu constituie o restricție pentru lucrările centralei fotovoltaice.

A.8.3. Volumul protejat și consecințele amplasării modulelor

Raza de protecție a unui dispozitiv de captare cu amorsare se determină în funcție de avansul la amorsare, de nivelul de protecție ales și de înălțimea vârfului dispozitivului față de planul care se protejează. Valoarea de 43 m din planșa existentă este raportată la planul acoperișului, pentru $h = 5,5$ m.

Prin montarea modulelor fotovoltaice coplanar cu învelitoarea, planul care trebuie protejat se ridică cu grosimea sistemului de montaj și a modulului, iar înălțimea utilă a dispozitivului de captare scade corespunzător. Reducerea este mică, dar nu este nulă, și se ia în considerare la verificare, întrucât raza de protecție variază cu înălțimea vârfului.

Se verifică obligatoriu, înaintea execuției:

încadrarea integrală a suprafeței ocupate de cele 2.016 module în volumul protejat, cu atenție specială la colțurile acoperișului, care sunt punctele cele mai depărtate de cele două dispozitive de captare;

recalcularea razei de protecție pentru înălțimea utilă rezultată după montarea modulelor;

menținerea nivelului de protecție declarat, respectiv nivelul IV, sau justificarea unui nivel superior dacă evaluarea riscului o impune.

Dacă verificarea nu confirmă încadrarea integrală a câmpurilor fotovoltaice în volumul protejat, se completează sistemul de captare. Soluția, poziția și modul de legare se stabilesc de proiectantul instalației de paratrăsnet, prin actualizarea proiectului existent, nu prin dispoziție de șantier a executantului.

A.8.4. Interfața cu centrala fotovoltaică

Distanța de separare. Între elementele metalice ale centralei fotovoltaice — profile de susținere, rame de module, jgheaburi, conductoare — și elementele sistemului de captare și de coborâre se verifică distanța de separare, calculată conform SR EN 62305-3, în funcție de nivelul de protecție, de numărul de coborâri și de lungimea traseului până la punctul de echipotențializare. Verificarea se prezintă în planșa dedicată din prezentul proiect.

Legătura echipotențială. Acolo unde distanța de separare nu poate fi respectată, se realizează legătură echipotențială controlată, cu accesorii dimensionate pentru curent parțial de trăsnet, conform SR EN 62305-3. Legătura este intenționată și verificabilă; nu se admite apropierea necontrolată, care produce descărcare prin amorsare.

Consecința asupra descărcătoarelor. Structura de susținere a modulelor fiind legată galvanic la sistemul de protecție împotriva trăsnetului, o parte din curentul de trăsnet poate pătrunde în instalația centralei. Din acest motiv, descărcătoarele prevăzute pe partea de curent continuu și pe partea de curent alternativ sunt de tip 1+2, cu undă de încercare 10/350 μ s. Descărcătorul de tip 2 integrat în invertor nu este suficient în această configurație.

Priza de pământ. Priza de pământ este comună pentru instalația de paratrăsnet, pentru instalația de legare la pământ de protecție și pentru centrala fotovoltaică. Valoarea impusă a rezistenței de dispersie este sub 1 Ω . Dacă măsurătorile efectuate înaintea execuției confirmă această valoare, nu sunt necesari electrozi suplimentari; în caz contrar, priza se completează.

A.8.5. Verificări obligatorii înaintea și în timpul execuției

Verificarea	Criteriu de acceptare
Releveul instalației existente: poziția dispozitivelor de captare, traseele conductoarelor, numărul și poziția coborârilor	proces-verbal semnat de proiectant, beneficiar și executant; concordanță cu planșa existentă sau consemnarea diferențelor
Starea de conservare a conductoarelor, a suportilor și a pieselor de separație	fără întreruperi, fără coroziune avansată, suportii în poziție; se remediază înainte de montarea modulelor
Continuitatea electrică a coborârilor, de la captare la piesa de separație	măsurare pe fiecare coborâre; valoare maximă 1 Ω
Rezistența de dispersie a prizei de pământ	sub 1 Ω , valoare impusă de utilizarea comună cu instalația de paratrăsnet
Verificarea razei de protecție la planul modulelor	încadrarea integrală a câmpurilor fotovoltaice în volumul protejat, cu verificarea colțurilor acoperișului
Verificarea distanței de separare	respectarea valorii calculate sau realizarea legăturii echipotențiale, în fiecare punct de apropiere
Legarea la instalația de echipotențializare a profilelor, ramelor și jgheaburilor	continuitate verificată prin măsurare; cleme certificate pentru curent parțial de trăsnet

A.8.6. Interdicții în execuție

Nu se demontează, nu se deplasează și nu se secționează niciun element al instalației existente de paratrăsnet.

Nu se amplasează module, profile de susținere sau jgheaburi peste conductoarele de captare și de coborâre și nici în interiorul distanței de separare calculate.

Nu se folosesc elementele sistemului de paratrăsnet ca suport pentru cabluri, profile sau alte componente ale centralei.

Nu se utilizează conductoarele de coborâre drept conductoare de echipotențializare pentru instalația fotovoltaică.

Nu se acoperă piesele de separație și nu se blochează accesul la cutiile de vizitare.

A.8.7. Documente rezultate

procesul-verbal de relevu al instalației existente de paratrăsnet;

nota de verificare a razei de protecție la planul modulelor;

nota de verificare a distanței de separare, cu indicarea punctelor de legătură echipotențială;

buletinele de măsurare a rezistenței de dispersie și a continuității coborârilor;

proiectul actualizat al instalației de paratrăsnet, dacă este necesară completarea sistemului de captare;

planșa as-built cu legăturile efectiv realizate între structura centralei și instalația existentă.

A.9. Echipotențializarea și legătura la priza de pământ

A.9.1. Principiul soluției

Protecția împotriva atingerii indirecte se realizează prin legarea la pământ a tuturor elementelor metalice care în mod normal nu fac parte din circuitul curenților de lucru, dar care, în urma unui defect de izolație, pot ajunge accidental sub tensiune. Instalația de utilizare funcționează în schemă TN-C până la tabloul electric general și în schemă TN-S în aval de acesta; centrala fotovoltaică și sistemul de stocare se racordează integral în zona TN-S.

Priza de pământ este unică și comună pentru instalația de legare la pământ de protecție, pentru instalația de paratrăsnet existentă și pentru centrala fotovoltaică. Rețeaua de echipotențializare a centralei se racordează la această priză, astfel încât în regim de defect și în regim de trăsnet toate masele metalice să atingă simultan același potențial.

Echipotențializarea are, în acest proiect, o dublă funcție: protecția persoanelor la atingere indirectă și limitarea diferențelor de potențial în timpul unei descărcări atmosferice. Structura de susținere a modulelor este legată galvanic la sistemul de protecție împotriva trăsnetului, deci o parte din curentul de trăsnet poate circula prin elementele centralei. Dimensionarea se face pentru curent parțial de trăsnet, nu doar pentru curentul de defect.

A.9.2. Priza de pământ

Se utilizează priza de pământ existentă a clădirii, realizată prin elementele de structură și prin electrozii aferenți instalației de paratrăsnet.

Valoarea impusă a rezistenței de dispersie este sub 1 Ω , valoare determinată de utilizarea comună cu instalația de paratrăsnet.

Rezistența de dispersie se măsoară înaintea începerii lucrărilor centralei fotovoltaice. Dacă valoarea măsurată se încadrează sub 1 Ω , nu sunt necesari electrozi suplimentari; în caz contrar, priza se completează până la atingerea valorii impuse.

Piesele de separație existente, montate la baza coborârilor instalației de paratrăsnet, rămân accesibile și nu se acoperă. Ele permit măsurarea individuală a fiecărei coborâri.

A.9.3. Rețeaua de echipotențializare

Rețeaua se compune din bare de egalizare a potențialelor, conductoare de echipotențializare și accesoriile de legare aferente.

Pe acoperiș se montează bare de egalizare a potențialelor, în execuție pentru exterior, în pozițiile din planșe, la care se racordează legăturile provenite de la câmpurile fotovoltaice.

Barele de pe acoperiș se leagă între ele și la bara principală de egalizare a potențialelor din camera tehnică, prin conductoare pozate pe traseele de coborâre ale instalației electrice.

Legăturile către barele de egalizare se execută radial. Continuitatea rețelei nu depinde de prezența unui echipament: demontarea unui modul, a unui invertor sau a unui panou de tablou nu trebuie să întrerupă legătura la pământ a celorlalte elemente.

Secțiunile minime impuse sunt:

Element	Secțiune minimă	Temei
Conductor de legare a ramelor modulelor și a profilelor de susținere la bara de egalizare	16 mm ² Cu	SR EN 62305-3 – conductor care poate transporta curent parțial de trăsnet
Conductor între barele de egalizare a potențialelor	16 mm ² Cu	SR EN 62305-3
Legătura jgheburilor metalice la rețeaua de echipotențializare	16 mm ² Cu	SR EN 62305-3
Legătura cadrului metalic suport al invertoarelor	16 mm ² Cu	SR EN 62305-3
Conductor de protecție al coloanelor de la invertoare la tabloul de curent alternativ	75 mm ² ; se adoptă prima secțiune standardizată superioară, respectiv 95 mm ²	jumătate din secțiunea conductorului de fază de 150 mm ² , conform I7-2011
Conductor de protecție al circuitului sistemului de stocare	jumătate din secțiunea conductorului de fază, minimum 50 mm ²	I7-2011
Legătura dulapului sistemului de stocare, a convertorului și a împrejmuirii de protecție	16 mm ² Cu	SR EN 62305-3

Conductoarele de echipotențializare sunt din cupru cositorit, izolate, marcate galben-verde. Secțiunile din planșe și din listele de cantități sunt valori minime; ele nu se reduc.

A.9.4. Elemente care se leagă la rețeaua de echipotențializare

Se leagă obligatoriu:

- ramele celor 2.016 module fotovoltaice, direct sau prin continuitatea asigurată de sistemul de montaj, verificată prin măsurare;
- profilele de susținere și elementele de fixare pe învelitoare;

- jgheburile metalice de pe acoperiș și din camera tehnică, la ambele capete și la fiecare tronson întrerupt;
- cadrul metalic autoportant al invertoarelor și carcasele celor opt invertoare, prin bornele dedicate;
- carcasa tabloului de curent alternativ al centralei și elementele metalice ale acestuia;
- dulapul sistemului de stocare, convertorul bidirecțional și împrejmuirea de protecție;
- tuburile și carcasele metalice de protecție ale traseelor de cabluri;
- elementele metalice ale instalației de climatizare / ventilare a camerei tehnice.

A.9.5. Legătura cu instalația de paratrăsnet existentă

Legăturile la sistemul de protecție împotriva trăsnetului se realizează cu accesorii certificate și dimensionate pentru curent parțial de trăsnet, conform SR EN 62305-3.

Se verifică distanța de separare între elementele metalice ale centralei și elementele sistemului de captare și de coborâre. Acolo unde distanța calculată nu poate fi respectată, se realizează legătură echipotențială controlată, în punctele stabilite prin proiect.

Nu se admite apropierea necontrolată: fie se respectă distanța de separare, fie se face legătură intenționată și verificabilă. Situația intermediară produce descărcare prin amorsare.

Conductoarele de coborâre ale instalației de paratrăsnet nu se utilizează drept conductoare de protecție sau de echipotențializare pentru instalația fotovoltaică.

Consecința asupra descărcătoarelor. Legătura galvanică între structura centralei și sistemul de protecție împotriva trăsnetului impune descărcătoare de tip 1+2, cu undă de încercare 10/350 μ s, atât pe partea de curent continuu, cât și pe partea de curent alternativ. Descărcătorul de tip 2 integrat în inverter nu este suficient în această configurație. Conductoarele de legătură ale descărcătoarelor se execută cât mai scurte și fără bucle, pentru limitarea căderii de tensiune inductive.

A.9.6. Cerințe de execuție

Clemele de legare a ramelor și a profilelor sunt din oțel inoxidabil, cu pătrundere prin stratul de anodizare al aluminiului, certificate pentru curent parțial de trăsnet. Nu se admite realizarea contactului prin simplă strângere pe suprafața anodizată.

Se evită contactul direct între metale cu potențiale electrochimice incompatibile. Acolo unde acesta nu poate fi evitat, se interpun elemente de separare sau se folosesc accesorii bimetalice.

Toate legăturile expuse la exterior se protejează împotriva coroziunii, conform prescripțiilor producătorului accesorului.

Strângerea se execută la cuplul prescris, cu scula corespunzătoare; conexiunile se verifică prin măsurare, nu vizual.

Conductorul de protecție se conectează înaintea conductoarelor active și se deconectează ultimul, la orice intervenție.

Traseele conductoarelor de echipotențializare se execută cât mai scurte și cât mai directe, evitând buclele care ar mări suprafața expusă câmpului magnetic al descărcării.

Punctele de legare se etichetează și se consemnează în documentația as-built.

A.9.7. Verificări și măsurători

Verificarea	Criteriu de acceptare
Rezistența de dispersie a prizei de pământ, măsurată înaintea începerii lucrărilor	sub 1 Ω ; în caz contrar priza se completează
Rezistența de dispersie, măsurată după finalizarea lucrărilor	sub 1 Ω , cu buletin P.R.A.M.
Continuitatea legăturilor de echipotențializare, măsurată cu curent de minimum 200 mA	maximum 1 Ω pe fiecare ramură, conform SR EN 62446-1
Continuitatea coborârilor instalației de paratrăsnet, de la captare la piesa de separație	maximum 1 Ω pe fiecare coborâre
Continuitatea legăturii ramelor modulelor, prin sondaj pe minimum 5 % dintre module, distribuite pe toate câmpurile	maximum 1 Ω față de bara de egalizare cea mai apropiată
Continuitatea conductoarelor de protecție pe fiecare circuit de forță	maximum 1 Ω ; secțiunea conform tabelului de secțiuni minime
Verificarea distanței de separare față de instalația de paratrăsnet	respectarea valorii calculate sau existența legăturii echipotențiale în fiecare punct de apropiere
Verificarea cuplurilor de strângere ale conexiunilor de echipotențializare	valorile prescrise de producătorul accesoriului, consemnate în fișă

Măsurătorile se execută de societăți autorizate, cu aparate având certificat de etalonare valabil, care se anexează buletinului. Instalația de echipotențializare și de legare la pământ se recepționează ca lucrare ascunsă, înainte de mascarea traseelor.

A.9.8. Interdicții

Nu se realizează prize de pământ independente pentru părți ale instalației; toate legăturile se integrează în sistemul unic.

Nu se utilizează conductorul neutru drept conductor de protecție în aval de tabloul electric general.

Nu se întrerupe conductorul de protecție prin aparate de comutație, siguranțe sau cleme fără punte.

Nu se folosesc elementele instalației de paratrăsnet ca suport mecanic pentru componente ale centralei.

Nu se acoperă și nu se blochează accesul la piesele de separație și la barele de egalizare a potențialelor.

A.9.9. Documente rezultate

- buletinele P.R.A.M. pentru rezistența de dispersie, continuitate și rezistență de izolație;
- fișa de măsurare a continuității legăturilor de echipotențializare, pe ramuri;
- procesul-verbal de lucrări ascunse pentru instalația de echipotențializare și de legare la pământ;
- nota de verificare a distanței de separare față de instalația de paratrăsnet;
- certificatele accesoriilor de legare, cu declararea capabilității la curent parțial de trăsnit;
- planșa as-built cu poziția barelor de egalizare și cu traseele efectiv realizate.

A.10. Deconectarea în caz de urgență

Principiul soluției. Centrala electrică fotovoltaică și sistemul de stocare a energiei electrice se separă de instalația de utilizare prin întreruptorul general de interfață, motorizat, din tabloul de curent alternativ al centralei. Întreruptorul este echipat cu două organe de declanșare distincte, acționate pe două căi independente:

bobina de declanșare la minimă tensiune, alimentată printr-o buclă de urgență supravegheată permanent, pe care se înseriează butonul exterior de oprire de urgență și contactul de alarmă al instalației de detectare, semnalizare și alarmare la incendiu;

bobina de declanșare de lucru, comandată de releul de protecție de interfață cu funcție de anti-insularizare și de injecție inversă.

Cele două căi nu se condiționează reciproc. Defectarea, nealimentarea sau declanșarea eronată a releului de interfață nu anulează comanda manuală, iar indisponibilitatea buclei de urgență nu anulează protecțiile de interfață.

Comanda manuală. S-a prevăzut un buton de oprire de urgență amplasat la exteriorul clădirii, în vecinătatea căii de acces a echipelor de intervenție, în execuție tip ciupercă cu reținere și deblocare cu cheie, în carcasă cu grad de protecție minimum IP65, marcat permanent cu indicarea funcției. Contactul butonului este normal închis și face parte din bucla de alimentare a bobinei de minimă tensiune. Acționarea butonului întrerupe bucla și produce declanșarea imediată a întreruptorului, fără intermedierea vreunui echipament electronic.

Comanda automată. Aceeași buclă este întreruptă și de contactul liber de potențial, normal închis, al echipamentului de control și semnalizare al instalației de detectare, la confirmarea alarmei transmise de detectorul de fum și de temperatură amplasat pe tavanul camerei tehnice, deasupra zonei ocupate de invertoare. Starea se semnalizează local, la echipamentul de control și semnalizare, și la distanță, prin sistemul de monitorizare al centralei.

Comanda prin releul de interfață. Independent de bucla de urgență, releul de protecție de interfață comandă bobina de declanșare de lucru la acționarea protecțiilor maximală și minimală de tensiune, maximală și minimală de frecvență, de injecție inversă și de anti-insularizare, cu reglajele impuse prin norma tehnică de racordare și prin avizul tehnic de racordare nr. 28/13.01.2026.

A.10.1. Cerințe de execuție

Bucula de urgență se execută cu cablu rezistent la foc, cu menținerea funcționării, tip NHXH E90 2 × 1,5 mm², pe traseu propriu, separat de circuitele de forță și de circuitele releului de interfață.

Alimentarea buclei de urgență și alimentarea releului de interfață se realizează din surse distincte, ambele cu sursă neîntreruptibilă, astfel încât o singură avarie de alimentare să nu suprimă ambele căi.

Comportarea la avarie este intrinsec sigură: întreruperea cablului buclei, deconectarea unui contact sau dispariția tensiunii pe bobina de minimă tensiune produc declanșarea, nu blocarea acestora.

Restabilirea se face exclusiv manual și local, după deblocarea butonului, resetarea echipamentului de control și semnalizare și resetarea releului de interfață. Nu se admite reanclanșarea automată.

Bucula se corelează cu circuitul butoanelor de oprire de urgență existente ale tabloului electric general, astfel încât acționarea oricăruia dintre ele să separe și racordul centralei.

Sistemul de stocare se oprește prin aceeași comandă; suplimentar, se prevede dispozitivul propriu de deconectare de urgență, accesibil echipelor de intervenție, amplasat în exteriorul incintei de siguranță.

Butonul, traseul buclei și punctele de separare se consemnează în planul de intervenție și se marchează pe planșa măsurilor de securitate la incendiu.

A.10.2. Efectul declanșării

Cele opt invertoare rămân fără tensiune de rețea la borne și trec în stare de repaus prin propria funcție de anti-insularizare; convertorul bidirecțional al sistemului de stocare se oprește.

Partea de curent continuu a centralei rămâne sub tensiune atât timp cât modulele sunt iluminate, indiferent de starea aparatului din aval. Din acest motiv, marcarea traseelor de curent continuu și indicarea punctelor de separare rămân obligatorii și constituie singurul mijloc prin care o echipă de intervenție poate identifica circuitele rămase sub tensiune.

A.10.3. Verificări și probe la punerea în funcțiune

Proba	Criteriu de acceptare
Continuitatea și rezistența de izolație a buclei de urgență	continuitate $\leq 1 \Omega$; rezistență de izolație minimum 1 M Ω
Acționarea butonului exterior de oprire de urgență	declanșarea întreruptorului general de interfață; se verifică pe cale directă, cu releul de interfață scos din funcțiune
Comanda din instalația de detectare, prin declanșarea controlată a detectorului din camera tehnică	aceeași declanșare, cu semnalizare locală și la distanță
Întreruperea deliberată a cablului buclei de urgență	declanșare, nu blocarea comenzii

Proba	Criteriu de acceptare
Dispariția alimentării buclei de urgență	declanșare
Comanda prin releul de interfață, prin injecție secundară	declanșarea întreruptorului în timpul reglat, cu bucla de urgență intactă
Repunerea în funcțiune	numai manual și local; se verifică imposibilitatea reanclanșării automate
Verificarea separării efective	absența tensiunii la bornele de curent alternativ ale celor opt invertoare și ale convertorului bidirecțional

Probele se execută în prezența reprezentantului operatorului de distribuție, împreună cu proba de anti-insularizare, și se consemnează în proces-verbal.

A.10.4. Consecințe pentru ofertare

Întreruptorul general de interfață trebuie să accepte montarea simultană a ambelor organe de declanșare: bobina de minimă tensiune și bobina de declanșare de lucru.

Tabloul de curent alternativ al centralei necesită două alimentări auxiliare neîntreruptibile distincte, nu una singură.

Ambele condiții se verifică la ofertare, prin fișa tehnică a aparatului propus, nu la montaj.

A.11. Lucrări în postul de transformare

A.11.1. Obiectul lucrărilor

Lucrările din postul de transformare constau în completarea grupului de măsură al energiei electrice, prin montarea reductorilor de curent pe coloana generală de joasă tensiune, realizarea cablajului secundar către contorul operatorului de distribuție și executarea inscripționărilor impuse prin avizul tehnic de racordare pentru regimul de prosumator.

Racordarea centralei electrice fotovoltaice se realizează în instalația de utilizare existentă, la tabloul electric general, și nu presupune lucrări de extindere sau de modificare a postului de transformare.

Prezentele lucrări constituie un obiect condiționat. Nu se comandă materiale, nu se contractează execuție și nu se intervine în postul de transformare înaintea primirii răspunsului scris al operatorului de distribuție la cele două întrebări formulate mai jos. Dacă răspunsul stabilește că montajul reductorilor de curent revine operatorului, pe cheltuiala proprie, sau că aceștia sunt destinați etapei de dezvoltare finală, obiectul se elimină din documentație.

A.11.2. Datele din avizul tehnic de racordare și din fișa de soluție

Element	Prevedere
Postul de transformare	post de transformare în anvelopă de beton, 1.250 kVA, 20/0,4 kV, existent

Element	Prevedere
Punctul de delimitare	la 20 kV, la papucii de legătură ai liniei electrice subterane de 20 kV din post
Apartenența instalațiilor	amonte de punctul de delimitare — operatorul de distribuție; aval — utilizatorul
Tipul măsurării	măsură indirectă, pe partea de joasă tensiune
Contorul	contor electronic trifazat 5 A / 400 V, clasa 0,2S pentru energia activă și clasa 1 pentru energia reactivă, cu înregistrarea curbei de sarcină și telecitire; aparține operatorului de distribuție
Reductorii de curent	$3 \times 1.600/5$ A, clasa de exactitate 0,2S, montați pe coloana generală de 0,4 kV a transformatorului
Tariful aplicabil	tarif de distribuție de medie tensiune
Inscripționări impuse	firida de măsură, plecarea din postul de transformare și cutiile de secționare se inscripționează cu mențiunea privind regimul de prosumator și prezența tensiunii inverse, cu indicarea adresei locului de consum și de producere
Avizarea lucrării	proiectul tehnic de execuție al instalației de utilizare se supune avizării comisiei operatorului de distribuție

A.11.3. Delimitarea răspunderilor

Punctul de delimitare fiind stabilit la 20 kV, coloana generală de 0,4 kV se află în instalația utilizatorului. Contorul aparține însă operatorului de distribuție, iar grupul de măsură se sigilează exclusiv de acesta.

Ce nu face obiectul acestor lucrări

Element	Situația
Contorul de decontare	aparține operatorului de distribuție; nu se achiziționează de beneficiar
Transformatoarele de curent pentru bucla de limitare a exportului	fac parte din lucrările din tabloul electric general, ca măsură proprie a utilizatorului, distinctă de grupul de măsură al operatorului
Înterruptorul de racord al centralei	face parte din lucrările din tabloul electric general
Proiectul tehnic al instalației de utilizare și dosarul instalației de utilizare	sunt cheltuieli de proiectare, nu articole de deviz de execuție
Tarifele de verificare a dosarului și de punere în funcțiune	componentă a tarifului de racordare, achitată operatorului de distribuție

Element	Situația
Amplificarea postului de transformare pentru puterea finală	etapă ulterioară din fișa de soluție, obligație viitoare a utilizatorului, în afara scopului prezentului proiect

A.11.4. Descrierea lucrărilor

- Verificarea prealabilă, pe teren, a existenței spațiului fizic pe coloana generală de 0,4 kV pentru montarea a trei reductori de curent suplimentari.
- Montarea reductorilor de curent pe coloana generală, cu respectarea sensului indicat pe carcasă și a orientării bornei primare spre sursă.
- Realizarea cablajului secundar ecranat, de la reductorii de curent la contorul operatorului de distribuție, cu secțiunea și traseul conforme cerințelor acestuia pentru circuite de măsură de clasa 0,2S. Ecranul se leagă la pământ într-un singur capăt.
- Montarea șirului de cleme de testare și de scurtcircuitare pentru circuitele secundare de măsură, care permite verificarea grupului de măsură fără întreruperea circuitului secundar.
- Adaptarea și completarea circuitelor de măsură existente, în funcție de configurația găsită pe teren.
- Executarea inscripționărilor impuse prin avizul tehnic de racordare, pe plecarea din postul de transformare și pe cutiile de secționare.
- Asistența la sigilarea grupului de măsură, operațiune executată exclusiv de operatorul de distribuție.

Dacă verificarea pe teren arată că nu există spațiu pe coloana generală pentru montarea reductorilor, soluția devine realizarea unui tablou intermediar, iar costul lucrării crește de câteva ori. Verificarea se face înainte de ofertare, nu la execuție, și rezultatul se consemnează în proces-verbal.

A.11.5. Condiții de execuție

Executantul deține atestat A.N.R.E. valabil pentru executarea lucrărilor de medie tensiune, iar șeful de lucrare are minimum gradul IIIB de autorizare.

Lucrarea se cuprinde obligatoriu în proiectul tehnic de execuție al instalației de utilizare, supus avizării comisiei operatorului de distribuție, conform Ordinului A.N.R.E. nr. 19/2022.

Intervenția pe coloana generală de 0,4 kV nu se poate executa sub tensiune. Oprirea postului de transformare se coordonează în scris cu operatorul de distribuție și cu beneficiarul.

Oprirea postului se comasează cu intervenția din tabloul electric general, întrucât acesta este alimentat din post prin cabluri pozate subteran, iar oprirea postului îl scoate de sub tensiune. Rezultă o singură fereastră de oprire a producției beneficiarului.

Fereastra de oprire se programează în scris, cu minimum 10 zile lucrătoare în avans, cu acordul beneficiarului privind data și durata.

Manevrele se execută conform NTE 009/2010, exclusiv de personal autorizat și numai la dispoziția operatorului de distribuție.

A.11.5.1. Măsuri de securitate specifice

- Pentru realizarea zonei de lucru se aplică integral măsurile tehnice de securitate;
- întreruperea tensiunii și separarea vizibilă a părții de instalație scoase de sub tensiune;
- verificarea lipsei tensiunii;
- legarea la pământ și în scurtcircuit a părții de instalație pe care se lucrează;
- delimitarea materială a zonei de lucru și semnalizarea, cu evidențierea clară a instalațiilor la care se lucrează față de cele rămase sub tensiune;
- scurtcircuitarea circuitelor secundare ale reductorilor de curent înaintea oricărei intervenții asupra acestora.

A.11.6. Verificări și probe

Verificarea	Criteriu de acceptare
Verificarea spațiului disponibil pe coloana generală, înainte de ofertare	proces-verbal de constatare; în caz negativ se solicită soluție tehnică proiectantului
Montarea reductorilor de curent	sens și orientare conforme, clasa de exactitate 0,2S, raport de transformare conform avizului tehnic de racordare
Continuitatea și izolația cablajului secundar	continuitate $\leq 1 \Omega$; rezistență de izolație minimum 1 M Ω ; ecran legat la pământ într-un singur capăt
Funcționarea șirului de cleme de testare și de scurtcircuitare	verificarea grupului de măsură fără întreruperea circuitului secundar
Buletinul de verificare metrologică a reductorilor de curent	se confirmă cu operatorul de distribuție dacă se solicită la recepție sau dacă certificatul de fabricație este suficient
Verificarea inscripționărilor	text, poziție și lizibilitate conforme avizului tehnic de racordare
Probe și asistență la punerea sub tensiune	în prezența reprezentanților operatorului de distribuție, conform Ordinului A.N.R.E. nr. 19/2022
Sigilarea grupului de măsură	executată de operatorul de distribuție; executantul asigură numai asistența

A.11.7. Inscripționări

Se execută inscripționări permanente, lizibile pe durata exploatării, cu mențiunea privind regimul de prosumator și prezența tensiunii inverse, însoțite de adresa locului de consum și de producere, în următoarele locuri:

- pe firida de măsură;
- pe plecarea din postul de transformare;
- pe cutiile de secționare.

Aceste inscripționări sunt distincte de cele executate în tabloul de curent alternativ al centralei și nu le înlocuiesc.

A.11.8. Documente rezultate

- răspunsul scris al operatorului de distribuție privind execuția și suportarea costului grupului de măsură;
- proiectul tehnic al instalației de utilizare, avizat de comisia operatorului de distribuție;
- procesul-verbal de constatare privind spațiul disponibil pe coloana generală;
- programarea scrisă a opririi postului de transformare, cu acordul beneficiarului;
- procesul-verbal de recepție calitativă a montajului reductorilor de curent;
- buletinele de verificare a cablajului secundar;
- procesul-verbal de probe și de punere sub tensiune, încheiat în prezența operatorului de distribuție;
- procesul-verbal de sigilare a grupului de măsură;
- dosarul instalației de utilizare, pentru punerea în funcțiune.

A.12. Concluzii

Prezentul proiect tehnic dezvoltă soluția aprobată prin studiul de fezabilitate și o corelează cu avizul tehnic de racordare nr. 28/13.01.2026, cu contractul de finanțare FM_PC_320 și cu documentația tehnică a construcției existente. Toți indicatorii tehnico-economici asumați prin contract sunt menținuți: capacitatea instalată de 0,92 MW, producția medie anuală de 970,95 MWh, factorul de capacitate de 12,05 %, reducerea anuală a emisiilor de 594,12 tone echivalent CO₂ și producția cumulată de 19.419 MWh pe perioada de referință de 20 de ani.

Soluția răspunde condiției de funcționare fără injecție impusă prin avizul tehnic de racordare, prin măsură bidirecțională în punctul de control, reglaj centralizat al puterii active, rezervă pozitivă de import și comportare definită la avarie. Protecția de interfață și schema de comutație acționează independent de bucla de control.

Verificările electrice de dimensionare — tensiuni la temperaturile extreme de proiectare, curenți pe intrare, pe circuit MPPT și pe echipament, secțiuni și căderi de tensiune — sunt îndeplinite pentru configurația de referință. Verificarea structurală a cumulului de încărcări pe acoperiș rămâne condiționată de rezultatele încercărilor in situ.

Documentația este redactată astfel încât cerințele tehnice să fie exprimate prin caracteristici de performanță, cu valori minime, maxime sau intervale, fără indicarea de mărci, modele sau origini, în scopul asigurării accesului nediscriminatoriu al ofertanților.

B. BREVIAR DE CALCUL

B.1. ALEGEREA SECȚIUNII CABLURILOR

B.1. Alegerea secțiunii cablurilor

B.1.1. Obiect și criterii de verificare

Prezentul subcapitol stabilește metodologia de dimensionare a circuitelor electrice ale centralei fotovoltaice și prezintă verificarea pentru configurația de referință utilizată la proiectare. Secțiunile rezultate au caracter de referință; ofertantul reface calculul pentru echipamentele efectiv propuse și pentru traseele măsurate la execuție.

Fiecare circuit se verifică cumulativ la următoarele criterii, secțiunea adoptată fiind cea mai mare dintre valorile rezultate:

— **Curent admisibil.** Curentul de calcul al circuitului nu depășește curentul maxim admisibil al conductorului, corectat pentru temperatura mediului, modul de pozare, gruparea circuitelor și, după caz, rezistivitatea termică a solului.

— **Cădere de tensiune.** Căderea de tensiune se încadrează în valorile-țintă adoptate, calculată la temperatura de regim a conductorului și la lungimea reală a traseului.

— **Solicitare termică la scurtcircuit.** Secțiunea suportă energia specifică lăsată să treacă de dispozitivul de protecție, pe durata de eliminare a defectului.

— **Secțiune minimă constructivă.** Se respectă secțiunile minime impuse de normativ pentru tipul de circuit și de conductor.

— **Compatibilitate cu echipamentul.** Secțiunea și diametrul exterior se încadrează în domeniul admis la bornele și la conectorii echipamentelor racordate.

B.1.2. Condiții de proiectare adoptate

Parametru	Valoare adoptată	Observații
Temperatura maximă a mediului, circuite exterioare pe acoperiș	60 °C	pozare pe jgheab, expunere solară
Temperatura maximă a mediului, camera tehnică	40 °C	cu ventilare mecanică
Temperatura de regim a conductorului la calculul căderii de tensiune	70 °C	conservativ, la sarcină maximă
Cădere de tensiune admisă, circuite de c.c. de string	max. 2 %	din tensiunea la putere maximă a stringului
Cădere de tensiune admisă, coloane de c.a. ale invertoarelor	max. 1 %	din tensiunea nominală
Cădere de tensiune admisă, circuit tablou general	max. 0,5 %	din tensiunea nominală
Factor de siguranță la curentul de c.c.	$1,25 \times I_{sc}$	conform SR EN IEC 62548

Parametru	Valoare adoptată	Observații
Durata de eliminare a defectului, circuite de c.a.	0,2 s	se confirmă prin studiul de protecții

Tabel B.1.a — Condițiile de proiectare adoptate. Valorile se confirmă la execuție, pe baza traseelor și a echipamentelor efectiv utilizate.

B.1.3. Relații de calcul

Curentul admisibil corectat:

$$I_z = I_{z0} \times k_t \times k_g \geq I_b$$

I_{z0} — curent admisibil de bază; k_t — factor de temperatură; k_g — factor de grupare; I_b — curent de calcul

Căderea de tensiune, circuite de curent continuu:

$$\Delta U = 2 \times L \times I_{mp} \times \rho_{\theta} / S$$

Căderea de tensiune, circuite trifazate de curent alternativ:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times L \times I_b \times (\rho_{\theta} / S \times \cos \varphi + x \times \sin \varphi)$$

Solicitarea termică la scurtcircuit:

$$S \geq I_{sc} \times \sqrt{t} / k$$

$k = 143$ pentru cupru cu izolație reticulată; $k = 94$ pentru aluminiu cu izolație reticulată

Rezistivitatea la temperatura de regim se determină cu relația $\rho_{\theta} = \rho_{20} \times [1 + \alpha \times (\theta - 20)]$, rezultând $0,0214 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ pentru cupru și $0,0344 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ pentru aluminiu, la 70°C .

B.1.4. Circuitele de curent continuu — stringuri

Fiecare string se racordează individual la o intrare a invertorului, cu o pereche de conductoare unipolare. Se utilizează cablu solar rezistent la UV și ozon, pentru 1,5 kV c.c., cu izolație și manta reticulate, cu conductor din cupru.

Pentru configurația de referință, cu $I_{sc} = 14,41 \text{ A}$, curentul de calcul este $I_b = 1,25 \times 14,41 = 18,0 \text{ A}$. Lungimea maximă a unui traseu, rezultată din planul de trasee, este de circa 187 m.

Secțiune	ΔU la 180 m	ΔU %, 21 module	ΔU %, 16 module	Limită	Rezultat
$1 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$	17,85 V	2,43 %	3,19 %	≤ 2 %	neconform
$1 \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$	10,71 V	1,46 %	1,92 %	≤ 2 %	conform
$1 \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$	6,69 V	0,91 %	1,20 %	≤ 2 %	conform

Tabel B.1.b — Verificarea circuitelor de string pentru configurația de referință.

Ambele secțiuni satisfac criteriile. Se adoptă secțiunea de $1 \times 10 \text{ mm}^2$, pentru limitarea pierderilor pe traseele lungi și pentru rezerva de dimensionare în cazul unui modul cu curent superior. Conectorii se aleg cu domeniu de prindere compatibil cu diametrul exterior al cablului adoptat, iar protecția fiecărui string se realizează prin fuzibil de tip gPV integrat în conector.

Protecția la supracurent nu este impusă de standard la cel mult două stringuri conectate în paralel, curentul invers maxim fiind inferior fuzibilului de serie declarat pentru modul. Fuzibilul este prevăzut ca măsură suplimentară, pentru izolarea individuală a stringului la intervenție și pentru protecția la defect în amonte pe traseele lungi.

B.1.5. Coloanele de curent alternativ ale invertoarelor

Fiecare inverter se racordează la tabloul general de curent alternativ printr-o coloană proprie, realizată cu conductoare unipolare din aluminiu, fără halogeni, cu conductor de protecție separat. Curentul de calcul este curentul maxim de ieșire declarat al inverterului, nu curentul nominal.

Pentru configurația de referință, cu $I_b = 182 \text{ A}$ pe unitate și traseu de circa 15 m în camera tehnică:

Verificare	Valoare calculată	Limită	Rezultat
Curent admisibil de bază, $1 \times 150 \text{ mm}^2 \text{ Al}$, pozare distanțată	290 A	—	—
Corecție de temperatură, 40 °C	$\times 0,87$	—	—
Corecție de grupare, 8 circuite pe suport	$\times 0,80$	—	—
Curent admisibil corectat	202 A	$\geq 182 \text{ A}$	conform
Cădere de tensiune la 15 m	0,27 %	$\leq 1 \%$	conform
Solicitare termică, 25 kA / 0,2 s	119 mm^2	$\leq 150 \text{ mm}^2$	conform
Secțiune conductor de protecție	95 mm^2	$\geq 75 \text{ mm}^2$	conform

Tabel B.1.c — Verificarea coloanelor de curent alternativ pentru configurația de referință.

Marja la curentul admisibil este redusă. Modul de pozare distanțată și gruparea efectivă se confirmă la execuție; dacă pozarea se realizează cu circuitele alăturate, factorul de grupare scade și secțiunea se recalculează. Conductorul de protecție respectă condiția de minimum jumătate din secțiunea conductorului de fază.

B.1.6. Circuitul dintre tabloul de curent alternativ și tabloul general

Circuitul preia puterea însumată a invertoarelor și a sistemului de stocare. Se realizează cu cabluri multipolare din aluminiu, pozate în paralel, în număr suficient pentru curentul de calcul.

Pentru configurația de referință, curentul de calcul rezultă din funcționarea simultană a centralei la putere nominală și a sistemului de stocare în descărcare: $I_b = (920 + 100) \times 1.000 / (\sqrt{3} \times 400) = 1.472 \text{ A}$. Cu șase cabluri în paralel rezultă 245 A pe cablu.

Verificare	Valoare calculată	Limită	Rezultat
Curent pe cablu, 6 trasee în paralel	245 A	—	—
Curent admisibil corectat, $3 \times 240 \text{ mm}^2 \text{ Al}$	268 A	$\geq 245 \text{ A}$	conform
Cădere de tensiune la 30 m	0,46 %	$\leq 0,5 \%$	conform
Solicitare termică, 50 kA / 0,1 s	168 mm ²	$\leq 240 \text{ mm}^2$	conform

Tabel B.1.d — Verificarea circuitului către tabloul general.

Repartizarea curentului între cablurile pozate în paralel se asigură prin lungimi egale, secțiuni identice și mod de pozare identic. Barele tabloului general de curent alternativ se dimensionează la minimum 2.000 A, cu rezerva necesară pentru regim permanent.

B.1.7. Circuitul sistemului de stocare

Circuitul este bidirecțional și se dimensionează la curentul corespunzător puterii de 100 kW, respectiv $I_b = 144 \text{ A}$, majorat cu regimul de putere reactivă. Traseul include o porțiune exterioară, între platforma sistemului de stocare și camera tehnică.

Pentru configurația de referință, cu conductoare unipolare din aluminiu de $1 \times 95 \text{ mm}^2$ și traseu de circa 40 m, căderea de tensiune rezultă de 0,90 %, sub limita de 1 %. Curentul admisibil corectat pentru pozare exterioară acoperă curentul de calcul cu marjă. Lungimea reală a traseului se confirmă prin releveu înaintea comenzii; la lungimi superioare, secțiunea se recalculează.

Circuitele auxiliare de alimentare și de măsură ale sistemului de stocare se dimensionează separat, la sarcina proprie, cu secțiuni minime constructive conform normativului.

B.1.8. Conductoare de protecție și de echipotențializare

— Conductorul de protecție al fiecărei coloane are secțiunea de minimum jumătate din cea a conductorului de fază.

— Conductoarele de echipotențializare ale ramelor modulelor și ale structurii de montaj au secțiunea minimă prevăzută de normativ pentru legături echipotențiale suplimentare, majorată acolo unde elementul face parte din instalația de protecție împotriva trăsnetului.

— Legăturile la priza de pământ se realizează cu material și secțiune corelate cu rezistența la coroziune și cu solicitarea la curentul de trăsnet, conform SR EN 62305.

— Continuitatea electrică a structurii metalice se verifică prin măsurare, iar valorile se consemnează în buletinele de verificare.

B.1.9. Circuite auxiliare și de comunicație

Circuitele de măsură, comandă și comunicație se dimensionează la secțiunile minime constructive și la lungimea traseului, cu verificarea căderii de tensiune pentru circuitele alimentate. Cablurile de comunicație sunt ecranate, cu ecranul legat la pământ într-un singur punct, și se pozează separat de circuitele de forță. Circuitele cu rol în securitatea la incendiu se

realizează cu cabluri rezistente la foc, cu clasa de rezistență corelată cu scenariul de securitate la incendiu.

B.1.10. Sinteza pentru configurația de referință

Circuit	Curent de calcul	Secțiune adoptată	Criteriu determinant
String c.c.	18,0 A	1 × 10 mm ² Cu	cădere de tensiune
Coloană invertor	182 A	1 × 150 mm ² Al + PE 95 mm ²	curent admisibil
Tablou c.a. — tablou general	1.472 A (245 A/cablu)	6 × (3 × 240 + 120) mm ² Al	curent admisibil
Sistem de stocare	144 A	1 × 95 mm ² Al	cădere de tensiune
Auxiliare și măsură	conform sarcinii	secțiuni minime constructive	secțiune minimă

Tabel B.1.e — Sinteza secțiunilor pentru configurația de referință. Valorile nu constituie cerințe de conformitate.

B.1.11. Obligații ale ofertantului

Secțiunile din tabelul B.1.e rezultă din configurația de referință și din traseele estimate. Ofertantul care propune alte echipamente sau constată alte lungimi de traseu reface integral calculul, cu următoarele obligații:

- Recalcularea curenților de calcul pentru curentul de scurtcircuit al modulului și pentru curentul maxim de ieșire al invertorului efectiv ofertate.
- Verificarea celor cinci criterii din capitolul B.1.1 pentru fiecare circuit, cu factorii de corecție corespunzători modului real de pozare și grupării efective.
- Confirmarea compatibilității secțiunii și a diametrului exterior al cablului cu bornele și conectorii echipamentelor ofertate.
- Recalcularea solicitării termice la scurtcircuit cu valorile rezultate din studiul de protecții și cu timpii de eliminare a defectului efectiv reglați.
- Prezentarea calculului ca parte a propunerii tehnice și asumarea cantităților rezultate, fără revendicări ulterioare de cantități suplimentare.

Măsurarea traseelor înaintea comenzii cablurilor este obligatorie. Documentația as-built reflectă traseul, lungimea și secțiunea reală ale fiecărui circuit.

B.2. Alegerea protecțiilor pentru circuite

B.2.1. Obiectul calculului

Prezentul punct stabilește criteriile de alegere și de verificare a dispozitivelor de protecție pentru circuitele centralei electrice fotovoltaice și ale sistemului de stocare a energiei

electrice: circuitele de curent continuu ale stringurilor, coloanele de curent alternativ ale invertoarelor, legătura dintre tabloul de curent alternativ al centralei și tabloul electric general, circuitul sistemului de stocare, protecția de interfață și protecția la injecție inversă.

Criteriile sunt exprimate simbolic și sunt independente de echipamentul efectiv oferit. Valorile numerice prezentate ca verificare corespund configurației de referință a proiectului și au rol de demonstrație a fezabilității soluției.

B.2.2. Criterii și relații de calcul

B.2.2.1. Protecția la suprasarcină

Pentru fiecare circuit se verifică simultan:

$I_b \leq I_n \leq I_z$, unde I_b este curentul de utilizare, I_n curentul nominal sau curentul de reglaj al dispozitivului de protecție, iar I_z curentul maxim admisibil al conductorului, corectat cu factorii de temperatură și de grupare corespunzători modului efectiv de pozare;

$I_2 \leq 1,45 \times I_z$, unde I_2 este curentul care asigură funcționarea efectivă a dispozitivului de protecție; pentru întreruptoare automate se consideră $I_2 = 1,3 \times I_n$, iar pentru elemente fuzibile valoarea din caracteristica producătorului.

B.2.2.2. Protecția la scurtcircuit

- capacitatea de rupere: $I_{cu} \geq I_k \text{ max}$, curentul de scurtcircuit prezumat în punctul de instalare;
- solicitarea termică a conductorului: $(I^2 t)_{\text{dispozitiv}} \leq k^2 \times S^2$, unde S este secțiunea conductorului, iar k coeficientul corespunzător materialului conductorului și izolației;
- funcționarea la scurtcircuit minim, la capătul îndepărtat al circuitului, în timpul prescris.

B.2.2.3. Protecția împotriva atingerii indirecte

În schema TN-S, condiția de deconectare automată este $Z_s \times I_a \leq U_0$, unde Z_s este impedanța buclei de defect, I_a curentul care asigură declanșarea în timpul maxim admis, iar U_0 tensiunea nominală față de pământ. Timpii maximi de deconectare sunt cei prevăzuți de I7-2011 pentru circuitele de distribuție și pentru circuitele terminale.

B.2.2.4. Selectivitate

- selectivitate totală față de întreruptorul general al tabloului de curent alternativ al centralei, pentru defecte pe plecările spre invertoare și spre sistemul de stocare;
- selectivitate față de aparatajul existent din tabloul electric general, verificată prin comparația caracteristicilor de declanșare;
- coordonarea cu siguranțele de rezervă ale descărcătoarelor de supratensiune.

B.2.3. Configurația de referință

Valorile din tabelul următor descriu configurația de referință a proiectului. Ele nu constituie cerință de conformitate și nu desemnează un echipament anume. Ofertantul reface integral verificările pentru modulul, invertorul și cablurile efectiv propuse; oferta care nu conține aceste calcule se consideră incompletă.

Mărime	Valoare de referință
Putere unitară a modulului	485 Wp

Mărime	Valoare de referință
Număr de module	2.016 buc.
Număr de stringuri	98
Module pe string	16...21
Stringuri pe urmăritor de putere maximă	maximum 2
Tensiune de mers în gol a stringului la -25 °C	964,1 V (string de 21 module)
Tensiune de mers în gol pe modul, la STC	41,36 V
Curent de scurtcircuit al modulului la STC	cca 14,4 A, de confirmat din fișa tehnică
Curent invers maxim admis de modul	de preluat din fișa tehnică a modulului oferat
Curent de utilizare pe coloana de invertor	182 A
Curent pe legătura tablou centrală – tablou general	1.472 A
Curent de scurtcircuit prezumat la barele tabloului general	27,8 kA existent, plus aportul invertoarelor

B.2.4. Circuitele de curent continuu

B.2.4.1. Necesitatea protecției la supracurent

Conform SR EN IEC 62548, protecția la supracurent a stringului nu este necesară dacă este îndeplinită condiția:

$$(N_s - 1) \times 1,25 \times I_{sc} \leq I_{mod \max OCPR},$$

unde N_s este numărul de stringuri conectate în paralel pe același circuit, I_{sc} curentul de scurtcircuit al modulului la STC, iar $I_{mod \max OCPR}$ curentul invers maxim admis de modul, declarat de producător.

În configurația de referință, pe același urmăritor de putere maximă se conectează cel mult două stringuri, deci $N_s = 2$ și rezultă un curent invers de cca 18,5 A, valoare care se compară cu curentul invers admis de modulul oferat. Pentru modulele curente, cu curent invers admis de 20...25 A, condiția este îndeplinită și protecția la supracurent nu este impusă de normativ.

B.2.4.2. Dimensionarea elementelor fuzibile

Elementul fuzibil se alege astfel încât să fie îndeplinite simultan:

$1,5 \times I_{sc} \leq I_n \leq 2,4 \times I_{sc}$, condiție care asigură neîntreruperea în regim normal și funcționarea la defect;

$I_n \leq I_{mod \max} OCPR$, pentru ca fuzibilul să protejeze efectiv modulul;

$U_n \geq V_{oc \max}$, tensiunea nominală a fuzibilului să acopere tensiunea de mers în gol a stringului la temperatura minimă de calcul;

tip gPV, destinat curentului continuu în instalații fotovoltaice, conform SR EN 60269-6.

Verificarea	Relația	Valoare	Verdict
Limita inferioară	$1,5 \times 14,8 \text{ A}$	$22,2 \text{ A} \leq 25 \text{ A}$	conform
Limita superioară	$2,4 \times 14,8 \text{ A}$	$25 \text{ A} \leq 35,5 \text{ A}$	conform
Protecția modulului	$I_n \leq I_{mod \max} OCPR$	$25 \text{ A} \leq \text{valoarea din fișa tehnică}$	de confirmat
Tensiunea nominală	$U_n \geq V_{oc \max}$	$1.500 \text{ V} \geq 964,1 \text{ V}$	conform

Rezultă element fuzibil de tip gPV, 25 A, 1.500 V c.c., montat pe ambele polarități ale fiecăruia dintre cele 98 de stringuri, în total 196 de seturi, în portfuzibil etanș cu grad de protecție minimum IP65.

B.2.4.3. Separarea și protecțiile integrate

Separarea circuitelor de curent continuu se realizează prin separatorul integrat în inverter, dimensionat pentru întreruperea în sarcină. Nu se prevăd separatoare suplimentare pe traseu.

Protecția împotriva defectului de arc electric în curent continuu este asigurată de funcția integrată în inverter.

Monitorizarea permanentă a rezistenței de izolație pe partea de curent continuu blochează funcționarea sub pragul admis.

Nu se prevede protecție diferențială separată pe partea de curent continuu; funcția este acoperită de unitatea de monitorizare a curentului rezidual sensibilă la componenta continuă, integrată în inverter.

B.2.5. Circuitele de curent alternativ

B.2.5.1. Coloanele de la invertoare la tabloul centralei

Verificarea	Relația și valorile	Verdict
Suprasarcină	$I_b = 182 \text{ A} \leq I_n = 200 \text{ A} \leq I_z = 202 \text{ A}$	conform,
Funcționarea efectivă	$I_2 = 1,3 \times 200 = 260 \text{ A} \leq 1,45 \times 202 = 293 \text{ A}$	conform
Capacitate de rupere	$I_{cu} \geq 36 \text{ kA}$	conform
Solicitare termică	$(I^2t) \text{ limitat de dispozitiv} \leq k^2 \times S^2$	de verificat cu caracteristica aparatului oferat

Verificarea	Relația și valorile	Verdict
Cădere de tensiune	0,27 % pe 15 m	conform

Marja dintre curentul de reglaj de 200 A și curentul maxim admisibil corectat de 202 A este de cca 1 %. Orice modificare a modului de pozare — creșterea numărului de cabluri în același jgheab, reducerea distanței dintre ele sau creșterea temperaturii ambiante în camera tehnică — reduce Iz și invalidează verificarea. Modul de pozare efectiv se confirmă înaintea comenzii cablurilor, iar factorii de corecție se recalculează pentru situația reală.

B.2.5.2. Legătura dintre tabloul centralei și tabloul electric general

Curent de utilizare	$I_b = 1.472 \text{ A}$, din 920 kW centrală plus 100 kW stocare	—
Suprasarcină	$I_b = 1.472 \text{ A} \leq I_n \leq I_z = 1.608 \text{ A}$	conform
Bara tabloului centralei	minimum 2.000 A	impus prin proiect
Capacitate de rupere	$I_{cu} \geq 36 \text{ kA}$	conform
Cădere de tensiune	0,46 %	conform

B.2.5.3. Circuitul sistemului de stocare

Curentul de utilizare al circuitului sistemului de stocare depinde de regimul de funcționare admis:

la factor de putere unitar, pentru 100 kW rezultă un curent de cca 144 A;

la funcționarea simultană a puterii active de 100 kW și a puterii reactive de $\pm 100 \text{ kVAr}$, puterea aparentă devine cca 141 kVA și rezultă un curent de cca 204 A.

Planșele actuale prevăd un întreruptor de 160 A. Această valoare acoperă primul regim, dar nu și pe al doilea. Regimul de funcționare simultană a puterii active și reactive nu este tranșat în avizul tehnic de racordare și face obiectul unei clarificări scrise în curs cu operatorul de distribuție. Până la primirea răspunsului, dimensionarea circuitului rămâne deschisă. Dacă regimul simultan este admis, întreruptorul, cablul și plecarea din tablou se redimensionează pentru 204 A.

B.2.6. Protecția de interfață și protecția la injecție inversă

Întreruptorul general de interfață, motorizat, este comandat de releul de protecție de interfață, cu funcții de protecție maximală și minimală de tensiune, maximală și minimală de frecvență, protecție la injecție inversă și anti-insularizare.

Reglajele de tensiune, de frecvență și timpii asociați se preiau din norma tehnică de racordare aplicabilă modulelor generatoare și din avizul tehnic de racordare, și se consemnează în fișa de parametrizare.

Protecția la injecție inversă se alimentează dintr-un miez secundar de protecție al transformatoarelor de curent, distinct de miezul de măsură destinat buclei de limitare a exportului, astfel încât o defecțiune a unui circuit secundar să nu suprimă ambele bariere.

Verificarea se face prin injecție secundară, la punerea în funcțiune, în prezența reprezentantului operatorului de distribuție.

B.2.7. Protecția diferențială

Proiectul instalației existente prevede în tabloul electric general un dispozitiv diferențial de tip B, cu pragul de 300 mA, temporizat, pe poziția rezervată racordului centralei.

La o putere instalată de 977,76 kWp, curentul de fugă capacitiv cumulat al celor 2.016 module și al traseelor de curent continuu poate atinge, în regim de umiditate ridicată, valori comparabile cu pragul de 300 mA, cu risc de declanșări intempestive. Pragul și necesitatea dispozitivului se clarifică cu proiectantul instalației existente. Alternativele sunt majorarea pragului la 1.000 mA temporizat sau renunțarea la dispozitiv, justificată prin unitățile de monitorizare a curentului rezidual integrate în cele opt invertoare.

B.2.8. Coordonarea cu descărcătoarele de supratensiune

Descărcătoarele sunt de tip 1+2, cu undă de încercare 10/350 μ s, atât pe partea de curent continuu, cât și pe partea de curent alternativ, ca urmare a legăturii galvanice dintre structura de susținere și sistemul de protecție împotriva trăsnetului.

Siguranța de rezervă a fiecărui descărcător se alege conform indicațiilor producătorului, corelat cu dispozitivul de protecție din amonte; dacă acesta din urmă are curentul nominal sub valoarea maximă indicată, siguranța de rezervă separată nu mai este necesară.

Nivelul de protecție al descărcătorului se corelează cu tensiunea nominală de ținere la impuls a echipamentului protejat, cu marjă.

Conductoarele de legătură ale descărcătoarelor se execută cât mai scurte și fără bucle.

B.2.9. Verificarea la scurtcircuit

Curentul de scurtcircuit prezumat la barele tabloului electric general este de 27,8 kA, conform proiectului instalației existente. Aportul celor opt invertoare la curentul de scurtcircuit este limitat prin construcție la cca 1,1...1,2 ori curentul nominal, pe durata de câteva perioade, și se estimează la cca 2,2 kA. Rezultă un curent total de cca 30 kA, sub capacitatea de rupere de 36 kA a aparatajului prevăzut. Consolidarea aparatajului existent nu este necesară.

Această verificare se bazează pe valoarea de 27,8 kA preluată din proiectul instalației existente și pe estimarea aportului invertoarelor. Un studiu propriu de scurtcircuit nu a fost elaborat. Valorile de 25 kA și 50 kA și timpii de 0,2 s și 0,1 s utilizați în alte piese ale documentației au caracter de ipoteză. Înaintea comenzii aparatajului se elaborează studiul de scurtcircuit și de coordonare a protecțiilor, cu datele reale ale transformatorului de 1.250 kVA și ale rețelei din amonte, obținute de la operatorul de distribuție.

B.2.10. Sinteza verificărilor

String de curent continuu	element fuzibil gPV 25 A, 1.500 V c.c., pe ambele polarități	conform; se confirmă curentul invers admis din fișa tehnică a modului
Coloană invertor	întreruptor automat 3P, reglaj 200 A, Icu $\geq$ 36 kA	conform, cu marjă de cca 1 % față de Iz
Racord tablou centrală – tablou general	întreruptor general de interfață 4P motorizat, Icu $\geq$ 36 kA	conform
Circuit sistem de stocare	întreruptor automat 3P, valoare nedeterminată	deschis; depinde de regimul P-Q admis de operatorul de distribuție
Protecție de interfață	releu cu funcții U, f, injecție inversă, anti-insularizare	reglaje de stabilit conform normei tehnice de racordare
Protecție diferențială în tabloul general	dispozitiv de tip B, prag de clarificat	deschis; risc de declanșări intempestive la pragul de 300 mA
Descărcătoare	tip 1+2, undă 10/350 μ s	conform; siguranța de rezervă se corelează cu aparatul din amonte

B.2.11. Obligațiile ofertantului

Reface integral calculele din prezentul punct pentru modulul, invertorul, convertorul bidirecțional și cablurile efectiv propuse, cu datele din fișele tehnice ale acestora.

Recalculează factorii de corecție de temperatură și de grupare pentru modul de pozare efectiv, la fiecare circuit.

Elaborează studiul de scurtcircuit și de coordonare a protecțiilor, cu datele reale ale rețelei din amonte, înaintea comenzii aparatajului.

Prezintă caracteristicile de declanșare ale dispozitivelor propuse și demonstrează selectivitatea față de aparatajul existent din tabloul electric general.

Verifică solicitarea termică a conductoarelor cu caracteristica de limitare a aparatelor efectiv oferite.

Oferta care nu conține aceste calcule, semnate de un inginer cu drept de semnătură, se consideră incompletă.

Apărare în profunzime - măsură, control, protecție și separare

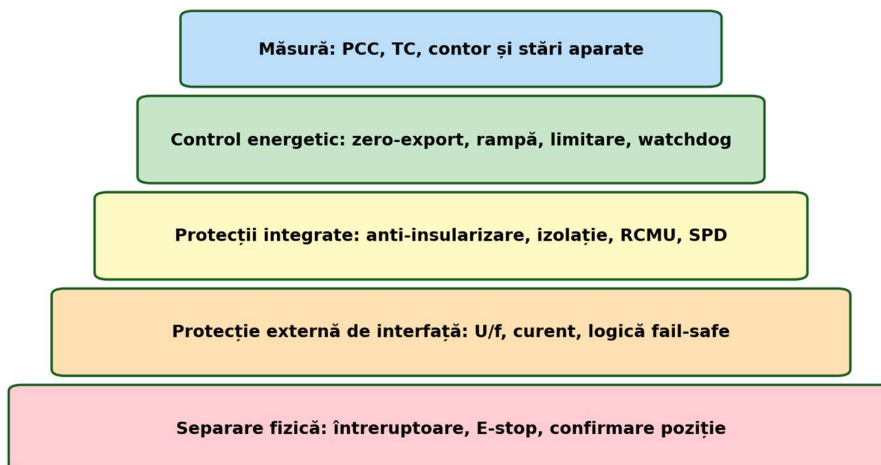


Figura 10 - Protecția în profunzime a interfeței cu rețeaua

C. CAIET DE SARCINI - TEHNOLOGIA DE MONTAJ

Prezentul caiet de sarcini face parte integrantă din proiectul tehnic de execuție nr. 55/2026 și stabilește nivelul de calitate, condițiile tehnice de execuție, verificările, probele și condițiile de recepție pentru realizarea centralei electrice fotovoltaice și a sistemului de stocare a energiei electrice aferente obiectivului de investiții.

Caietul de sarcini nu este limitativ. Executantul are obligația de a respecta, pe lângă prevederile prezentului document, întreaga legislație tehnică în vigoare la data execuției, prescripțiile producătorilor echipamentelor efectiv oferite și dispozițiile scrise ale proiectantului emise pe parcursul execuției.

Toate cerințele formulate în prezentul caiet de sarcini sunt exprimate prin caracteristici tehnice minime sau maxime, fără indicarea vreunei denumiri de producător, marcă, brevet, tip sau origine. Acolo unde, în mod excepțional, o descriere nu poate fi făcută suficient de precis și inteligibil altfel, mențiunea se citește însoțită de sintagma „sau echivalent tehnic aprobat”. Echivalența se demonstrează de ofertant prin fișe tehnice și certificate emise de organisme acreditate și se aprobă în scris de proiectant.

C.1. Caiet de sarcini pentru execuția lucrărilor

C.1.1. Nominalizarea planșelor și a părților componente ale proiectului tehnic de execuție care guvernează lucrarea

Execuția se realizează exclusiv pe baza pieselor scrise și desenate ale proiectului tehnic nr. 55/2026, în ultima revizie predată beneficiarului și vizată de verificatorul de proiect atestat. Documentele care guvernează lucrarea sunt:

a) Piese scrise

Memoriu tehnic de specialitate – instalații electrice

Breviar de calcul: dimensionarea circuitelor de curent continuu și de curent alternativ, verificarea căderilor de tensiune, verificarea la scurtcircuit, dimensionarea protecțiilor

Nota de calcul structural pentru sistemul de montaj și pentru cadrul suport al invertoarelor (Anexa A1)

Program de urmărire a execuției pe faze determinante

Listele de cantități de lucrări pe obiecte (F1–F5)

Prezentul caiet de sarcini

b) Piese desenate

Plan de încadrare în zonă

Plan de situație

Plan de învelitoare cu dispunerea câmpurilor fotovoltaice, a zonelor libere și a traseelor

Plan parter cu amplasarea camerei tehnice și a echipamentelor de conversie

Scheme monofilare pentru fiecare inverter

Schema monofilară a tabloului de curent alternativ al centralei

Schema de principiu a instalației, inclusiv bucla de limitare a exportului

Schema instalației de legare la pământ și de echipotențializare

Plan de amplasare a sistemului de stocare și detalii de platformă

Detalii de execuție

C.1.2. Descrierea obiectivului de investiții**C.1.1.1. Denumirea și amplasamentul**

Denumirea obiectivului: Realizarea de capacități de producere a energiei electrice din surse solare în cadrul S.C. DIRECT LINE INOX IMPEX S.R.L.

Amplasament: Mun. Turda, str. Câmpiei nr. 126B, jud. Cluj, CF nr. 66194, nr. cadastral 66194, intravilan.

Beneficiar: S.C. DIRECT LINE INOX IMPEX S.R.L., CUI R07727821.

Proiectant: S.C. MTS PROSOLUTION S.R.L., Cluj-Napoca, proiect nr. 55/2026.

Faza de proiectare: P.Th. + D.E.

Lucrările se execută integral pe imobilul aflat în proprietatea beneficiarului. Centrala fotovoltaică se amplasează pe învelitoarea halei industriale existente, iar echipamentele de conversie, tabloul de curent alternativ și echipamentele de monitorizare se amplasează în camera tehnică existentă. Sistemul de stocare a energiei electrice se amplasează în exterior, pe platformă din beton armat.

C.1.1.2. Tipul instalației

Centrala electrică fotovoltaică se realizează în regim de prosumator, racordată la rețeaua operatorului de distribuție, cu putere maximă evacuată în rețea egală cu zero. Întreaga energie produsă se consumă în instalația de utilizare a beneficiarului. Injecția de putere activă în rețeaua operatorului este interzisă și se împiedică printr-un sistem de limitare dinamică, dublat de o protecție independentă de injecție inversă.

C.1.1.3. Date tehnice caracteristice

Parametru	Valoare
Putere instalată în curent continuu	977,76 kWp
Putere instalată în curent alternativ	920 kW
Număr de module fotovoltaice	2.016 buc.
Putere unitară minimă a modulului	485 Wp
Număr de invertoare	8 buc., putere minimă 115 kW fiecare
Număr de stringuri	98
Module pe string	16...21, conform tabelului de organizare a stringurilor
Stringuri pe inverter	12, respectiv 13 la două dintre invertore

Parametru	Valoare
Mod de montaj al modulelor	coplanar cu învelitoarea, orientare portret, pantă cca 5...6°
Suprafață ocupată de module	cca 4.017 m ² pe o învelitoare de cca 6.431...6.449 m ²
Sistem de stocare	100 kW / min. 184 kWh utili, max. 193,50 kWh, ±100 kVAr
Putere maximă evacuată în rețea	0 kW
Racordare	în instalația de utilizare existentă, la tabloul electric general
Tensiune de utilizare	0,4 kV, 50 Hz, sistem TN-S în aval de tabloul general
Aviz tehnic de racordare	nr. 28/13.01.2026, emis de operatorul de distribuție
Termen de punere în funcțiune	31.12.2026

C.1.2. Descrierea execuției lucrărilor

C.1.2.1. Descrierea generală a lucrărilor

Prezentul caiet de sarcini stabilește criteriile pentru execuția, verificarea, inspecția și condițiile de recepție a lucrărilor, precum și alte condiții cu caracter tehnic, în funcție de actele normative și reglementările în vigoare, specifice realizării centralelor electrice fotovoltaice și a sistemelor de stocare a energiei electrice.

Caietul de sarcini a fost elaborat spre a servi drept documentație tehnică și de referință în vederea stabilirii condițiilor specifice de execuție și de realizare a lucrării. Documentația tehnică a proiectului este întocmită pentru specialitatea instalații electrice.

Lucrarea este structurată pe trei obiecte:

1. Obiectul 1 – Centrala electrică fotovoltaică pe acoperiș, 977,76 kWp c.c. / 920 kW c.a.
2. Obiectul 2 – Sistemul de stocare a energiei electrice, 100 kW / max. 193,50 kWh.
3. Obiectul 3 – Intervenții în instalația de utilizare pentru realizarea grupului de măsură, condiționate de răspunsul scris al operatorului de distribuție.

Principalele activități care se desfășoară pentru realizarea lucrării sunt:

- verificarea în prealabil, prin încercări de smulgere in situ, a capacității de ancorare a învelitoarei existente și confirmarea notei de calcul structural;
- trasarea câmpurilor fotovoltaice și a punctelor de fixare pe învelitoare, cu respectarea zonelor libere din jurul luminatoarelor, coamelor, gurilor de evacuare a fumului și a căilor de acces;
- realizarea sistemului de protecție anticădere și a accesului permanent pe acoperiș;
- montarea sistemului de susținere coplanar și a elementelor de fixare mecanică pe învelitoare, cu etanșarea fiecărei străpungeri;

- montarea a modulelor fotovoltaice în orientare portret, cu puterea unitară minimă de 485 Wp;
- realizarea stringurilor și conectarea acestora direct la intrările de curent continuu ale invertoarelor, fără tablouri intermediare de curent continuu;
- pozarea și conectarea cablurilor solare de $1 \times 10 \text{ mm}^2$, pe jgheaburi metalice și pe elemente de fixare rezistente la radiație ultravioletă;
- montarea cadrului metalic autoportant pe două niveluri și a celor 8 invertoare în camera tehnică, împreună cu instalația de ventilare forțată aferentă;
- montarea și echiparea tabloului de curent alternativ al centralei, inclusiv a întreruptorului general de interfață și a descărcătoarelor;
- realizarea legăturii dintre tabloul de curent alternativ al centralei și tabloul electric general al utilizatorului;
- montarea platformei din beton armat, a împrejmuirii de protecție, a dulapului de stocare și a convertorului bidirecțional;
- realizarea instalației de echipotențializare, a legăturilor la sistemul de protecție împotriva trăsnetului existent și completarea prizei de pământ;
- montarea transformatoarelor de curent, a senzorului de putere și a echipamentelor de monitorizare, precum și parametrizarea buclei de limitare a exportului;
- probe, încercări, punerea în funcțiune și racordarea la Sistemul Energetic Național.

Ordinea de mai sus este obligatorie în ceea ce privește condiționările: nu se comandă sistemul de montaj înaintea confirmării prin încercări de smulgere în situ, nu se montează module înaintea recepționării structurii de susținere și nu se pune sub tensiune niciun circuit de curent continuu înaintea verificării polarității și a rezistenței de izolație.

C.1.2.2. Formația de lucru

Formația minimă de lucru va fi formată din șeful de lucrare, cu minimum gradul IIB de autorizare A.N.R.E. Șeful de lucrare va stabili împreună cu șeful ierarhic numărul și nivelul calificării profesionale pentru membrii formației, în funcție de volumul de lucrări, posibilitățile de execuție și tehnicitatea lucrării. Șeful de lucrare trebuie să asigure conducerea efectivă a lucrării încredințate, fiind unicul responsabil de luarea tuturor măsurilor tehnice, organizatorice și de protecția muncii din zona de lucru. Pe perioada executării lucrării, personalul autorizat trebuie să aibă asupra sa documentul de autorizare.

Executantul trebuie să dețină atestat A.N.R.E. valabil pentru proiectarea și executarea instalațiilor electrice de joasă tensiune. Pentru lucrările din postul de transformare, care fac obiectul Obiectului 3, executantul trebuie să dețină atestat A.N.R.E. pentru lucrări de medie tensiune, iar șeful de lucrare minimum gradul IIIB.

Personalul care execută lucrări pe acoperiș trebuie să fie instruit și apt medical pentru lucrul la înălțime. Manevrarea instalațiilor de ridicat se face exclusiv de personal autorizat I.S.C.I.R., macaragiu și legător de sarcină.

Șeful de lucrare are obligația ca înainte de ieșirea la lucru să procedeze astfel:

- să semneze în Registrul I.T.I. – P.M. că a luat la cunoștință normele de protecția muncii pe care trebuie să le respecte în intervențiile programate;
- să nu plece la lucru dacă starea de sănătate, mentală sau fizică, a lui sau a unui membru al formației de lucru este precară;

- să nu plece la lucru dacă el sau un membru al formației de lucru nu este echipat complet cu echipament de protecția muncii conform normelor în vigoare;
- să verifice validitatea autorizațiilor I.S.C.I.R. și a verificărilor tehnice periodice ale mijloacelor de ridicare utilizate în ziua respectivă.

Membrii formației de lucru au obligația ca înainte de plecarea la lucru să semneze în Registrul I.T.I. – P.M. că au luat la cunoștință normele de protecția muncii pe care trebuie să le respecte în intervențiile programate.

Acordarea primului ajutor în caz de electrocutare se va face în conformitate cu instrucțiunea tehnică internă I.T.I.-P.M. Orice accident va fi raportat șefului direct în cel mai scurt timp. Fiecare mijloc de transport trebuie să aibă trusă sanitară completă în conformitate cu regulamentul privind circulația pe drumurile publice.

C.1.2.3. Condiții specifice impuse de amplasarea pe o construcție în funcțiune

Hala pe care se execută lucrarea rămâne în exploatare pe toată durata execuției. Executantul are obligația de a organiza lucrările astfel încât:

- să nu depoziteze materiale pe învelitoare în cantități care să depășească încărcarea admisă din nota de calcul structural;
- să delimiteze și să semnalizeze la nivelul solului zonele expuse riscului de cădere de obiecte de la înălțime;
- să nu obtureze luminatoarele, gurile de evacuare a fumului și gazelor fierbinți și căile de acces ale echipelor de intervenție;
- să coreleze opririle de tensiune cu programul de producție al beneficiarului; intervențiile în tabloul electric general și în postul de transformare se comasează într-o singură fereastră de oprire, programată în scris cu minimum 10 zile lucrătoare în avans;
- să refacă la starea inițială orice element de construcție afectat, inclusiv etanșarea învelitoarei.

C.1.3. Măsurători, probe, teste, verificări și altele asemenea, necesare a se efectua pe parcursul execuției obiectivului de investiții

Punerea în funcțiune a instalațiilor se face numai după verificările corespunzătoare, răspunzător de respectarea normelor de securitate și sănătate a muncii fiind personalul de execuție și exploatare însărcinat în acest scop.

Se vor respecta prevederile următoarelor normative:

- PE 116/1994 – Normativ de încercări și măsurători la echipamente și instalații electrice;
- PE 003/2000 – Normativ de verificări, încercări și probe privind montajul, punerea în funcțiune și darea în exploatare a instalațiilor energetice;
- SR EN 62446-1 – Sisteme fotovoltaice. Cerințe pentru încercare, documentație și mentenanță;
- SR EN 62446-3 – Încercarea prin termografie în infraroșu a modulelor și a instalațiilor fotovoltaice;
- SR EN IEC 62548 – Sisteme fotovoltaice. Cerințe de proiectare;
- SR HD 60364-6 – Instalații electrice de joasă tensiune. Verificare;
- Legea 10/1995 – Legea calității în construcții.

Verificările și încercările dinaintea predării în exploatare a instalațiilor noi trebuie astfel concepute, organizate și desfășurate încât să se prevină accidentele prin electrocutare sau de orice altă natură și exploziile.

Încercările, verificările, testele și măsurătorile pot fi efectuate integral de reprezentanți autorizați ai antreprenorului, în colaborare cu reprezentanții autorizați ai beneficiarului. Pe timpul execuției lucrărilor, verificările de calitate se efectuează de reprezentanții permanenți pe șantier ai executantului și beneficiarului, respectiv conducătorul tehnic al lucrărilor și dirigintele de șantier, cu participarea delegatului C.T.C. al executantului, precum și a altor delegați nominalizați de beneficiar.

Toate materialele pot fi introduse în lucrare numai dacă sunt conforme prevederilor proiectului, dacă au fost livrate cu certificat de calitate și dacă în cursul depozitării sau manipulării nu au suferit deteriorări. Verificarea se face scriptic, vizual și, după caz, prin măsurători de sondaj cu ocazia preluării din magazie sau depozit.

Dacă în cazul unei încercări se constată o funcționare defectuoasă sau apar distrugerii ori uzuri la un ansamblu sau la o parte a acestuia, încercarea se consideră nesatisfăcătoare, iar antreprenorul este obligat să depisteze cauza care a produs defectul și să o elimine, iar apoi să repete încercarea.

a) Verificări și încercări premergătoare execuției

Verificarea	Conținut	Criteriu de acceptare
Încercări de smulgere in situ	minimum 5 puncte de fixare de probă, distribuite pe zonele reprezentative ale învelitoarei, în prezența proiectantului	forța de smulgere caracteristică $\geq 3 \times$ forța de calcul rezultată din nota de calcul structural
Releveul învelitoarei	verificarea azimuturilor efective ale celor două versante, a pantei și a poziției reale a luminatoarelor	abatere maximă de 2° față de valorile din proiect; peste această valoare se solicită dispoziție de șantier
Verificarea stării învelitoarei	grosimea tablei superioare, starea îmbinărilor, existența coroziunii	proces-verbal de constatare semnat de executant, beneficiar și proiectant
Verificarea spațiului în tabloul general	existența poziției rezervate și a spațiului pentru transformatoarele de curent	proces-verbal; în caz contrar se solicită soluție tehnică de la proiectant

b) Verificări pe parcursul execuției – faze determinante

Următoarele faze se recepționează obligatoriu înainte de acoperire sau de continuarea lucrărilor, prin proces-verbal de fază determinantă semnat de executant, dirigintele de șantier, proiectant și, unde este cazul, de reprezentantul Inspectoratului de Stat în Construcții:

4. Recepția trasării și a punctelor de fixare pe învelitoare.
5. Recepția sistemului de susținere montat, înainte de montarea modulelor, cu verificarea cuplurilor de strângere și a etanșării străpungerilor.

6. Recepția instalației de echipotențializare și de legare la pământ, înainte de mascarea traseelor.
7. Recepția traseelor de cabluri de curent continuu, înainte de închiderea capacelor de jgheab.
8. Recepția platformei din beton armat pentru sistemul de stocare, înainte de poziționarea dulapului.
9. Recepția lucrărilor din tabloul electric general și din postul de transformare, înainte de repunerea sub tensiune.

c) Verificări și încercări pe partea de curent continuu

Încercarea	Metoda	Criteriu de acceptare
Continuitatea conductoarelor de protecție și de echipotențializare	măsurare cu curent de minimum 200 mA, conform SR EN 62446-1	rezistență de continuitate $\leq 1 \Omega$ pe fiecare ramură
Verificarea polarității	măsurare la fiecare pereche de conductoare de string, înainte de conectarea la inverter	polaritate corectă la 100 % dintre stringuri; nicio inversare admisă
Tensiunea de mers în gol a stringului	măsurare Voc pe fiecare dintre cele 98 de stringuri, cu corecție de temperatură	abatere maximă $\pm 5 \%$ față de valoarea calculată pentru numărul de module al stringului
Curentul de scurtcircuit al stringului	măsurare I _{sc} sau I _{sc} pe fiecare string, la iradiere $\geq 600 \text{ W/m}^2$	abatere maximă $\pm 10 \%$ față de valoarea de referință; abatere maximă $\pm 5 \%$ între stringuri de aceeași lungime
Rezistența de izolație a circuitelor de curent continuu	măsurare la 1.000 V c.c., între conductoarele active legate împreună și pământ	minimum 1 M Ω pentru fiecare string; se măsoară pe timp uscat
Verificarea fuzibililor de string	control vizual al calibrului și al tipului	gPV 25 A, 1.500 V c.c., pe ambele polarități ale fiecărui string
Verificarea conectorilor	control vizual, verificarea sculei de sertizare și a forței de smulgere pe minimum 2 % dintre conexiuni	conectori de același tip și producător pe întregul traseu; forța de smulgere conform prescripției producătorului
Termografie în infraroșu	inspecție a modulelor și a conexiunilor sub sarcină, la iradiere $\geq 600 \text{ W/m}^2$	fără puncte calde cu $\Delta T > 10 \text{ K}$ față de zonele adiacente

d) Verificări și încercări pe partea de curent alternativ

Încercarea	Metoda	Criteriu de acceptare
Rezistența de izolație a circuitelor de curent alternativ	măsurare la 500 V c.c. între faze și între faze și pământ	minimum 1 MΩ
Verificarea prizei de pământ	măsurători P.R.A.M. conform PE 116/1994	rezistență de dispersie sub 1 Ω, pentru priza comună cu sistemul de protecție împotriva trăsnetului
Continuitatea conductorului de protecție	măsurare pe fiecare circuit de forță	≤ 1 Ω; secțiunea conductorului de protecție conform proiectului
Verificarea protecțiilor	control al reglajelor întreruptoarelor automate și ale releului de interfață, conform breviarului de calcul	reglaje identice cu cele din proiect, consemnate în fișa de parametrizare
Verificarea succesiunii fazelor	măsurare la bornele fiecărui inverter și la tabloul de curent alternativ	succesiune directă, identică pe toate plecările
Verificarea strângerii conexiunilor de forță	control cu cheie dinamometrică pe 100 % dintre conexiunile barelor și ale cablurilor de secțiune mare	cupluri conform prescripțiilor producătorului aparatului; consemnare în fișă
Termografie în infraroșu la tablouri	inspecție sub sarcină după minimum 2 ore de funcționare	fără puncte calde cu $\Delta T > 10\text{ K}$

e) Probe funcționale specifice regimului de prosumator fără injecție

Următoarele probe sunt esențiale pentru conformitatea cu avizul tehnic de racordare și se execută obligatoriu în prezența reprezentantului operatorului de distribuție și a proiectantului:

Proba	Conținut și criteriu de acceptare
Verificarea completitudinii măsurării	se demonstrează, prin relevu de circuite și prin măsurători, că toate sursele și toate sarcinile instalației de utilizare se află în aval de punctul de măsurare al buclei de limitare. Orice circuit ocolit invalidează bucla.
Proba de limitare la export zero	se reduce treptat sarcina instalației de utilizare până sub puterea produsă și se înregistrează, cu analizor de calitate a energiei conectat în punctul de măsurare, puterea activă schimbată cu rețeaua. Criteriu: puterea activă exportată rămâne nulă, cu menținerea unui import de 20...30 kW ca bandă moartă, iar timpul de răspuns al buclei se încadrează în valoarea confirmată în scris de operatorul de distribuție.
Proba de pierdere a comunicației	se întrerupe comunicația dintre controlerul de centrală și invertore. Criteriu: trecerea automată a tuturor invertoarelor la 0 % putere activă, în timpul prescris.
Proba de protecție de injecție inversă	se simulează, prin injecție secundară în releul de interfață, depășirea pragului de putere inversă. Criteriu: declanșarea întreruptorului general de interfață în timpul reglat.

Proba	Conținut și criteriu de acceptare
Proba de anti-insularizare	conform certificatului de conformitate al invertorului și Ordinului A.N.R.E. nr. 228/2018. Criteriu: deconectarea în timpii prescriși pentru toate cele 8 invertoare.
Proba de decuplare de urgență	acționarea butoanelor de oprire de urgență destinate echipelor de intervenție. Criteriu: separarea tabloului general și a racordului centralei, respectiv oprirea sistemului de stocare.
Verificarea parametrizării protecțiilor de interfață	valorile de tensiune, frecvență și timp reglate se compară cu cele impuse prin Ordinul A.N.R.E. nr. 228/2018 și prin avizul tehnic de racordare. Criteriu: identitate, consemnată în fișa de parametrizare semnată.

f) Probe specifice sistemului de stocare

- verificarea izolației și a polarității circuitelor de curent continuu ale sistemului de stocare, conform prescripțiilor producătorului;
- verificarea funcționării sistemului de management al bateriilor și a comunicației cu controlerul de centrală;
- un ciclu complet de încărcare și descărcare la putere nominală, cu înregistrarea energiei efectiv restituite; criteriu: capacitatea utilă măsurată ≥ 184 kWh;
- verificarea capabilității de schimb de putere reactivă în domeniul ± 100 kVAr și a comportamentului în regim de funcționare simultană a puterii active și reactive;
- verificarea funcționării sistemului de detecție și stingere a incendiului integrat și a sistemului de detecție a gazelor;
- verificarea funcționării dispozitivului de deconectare de urgență accesibil echipelor de intervenție;
- verificarea contorizării separate a instalației de stocare, conform cerinței din avizul tehnic de racordare.

g) Probe complexe și perioada de funcționare de probă

După finalizarea verificărilor pe subansambluri se execută probe complexe cu durata de minimum 72 de ore, în regim de funcționare a întregii instalații, cu înregistrarea continuă a puterii schimbate cu rețeaua, a producției pe fiecare invertor și a stării sistemului de stocare.

Instalația se consideră pregătită de recepție după o durată de funcționare de 30 de zile în condiții de exploatare maximă și la parametrii proiectați. Orice defecțiune, neregulă sau funcționare anormală se remediază de antreprenor, iar cheltuielile se suportă de executantul lucrării.

Încercările și verificările calității materialelor se fac în două etape:

a. Încercările și verificările făcute înainte de trimiterea materialelor și echipamentelor la locul de montaj trebuie să se facă cât mai aproape de condițiile de funcționare. Materialele livrate vor fi însoțite de certificate de încercări și verificări. Cheltuielile legate de încercări și verificări în uzină îl privesc direct pe furnizor, ele fiind incluse în costul materialelor.

b. Încercările și verificările făcute la locul de montaj trebuie efectuate după montarea echipamentelor, materialelor, realizarea și pregătirea instalațiilor pentru punerea în funcțiune.

Verificările cablurilor la recepție sau în etapele intermediare, înainte de montaj, se fac conform indicațiilor furnizorului.

h) Documente rezultate

Toate încercările se consemnează în buletine și procese-verbale care fac parte din cartea tehnică a construcției. Executantul predă beneficiarului, la recepție, minimum:

- buletinele de verificare P.R.A.M.;
- fișele de măsurare pentru fiecare dintre cele 98 de stringuri, cu Voc, Isc și rezistența de izolație;
- raportul de termografie în infraroșu pentru câmpurile fotovoltaice și pentru tablouri;
- fișele de parametrizare a celor 8 invertore, a convertorului bidirecțional și a releului de interfață;
- raportul probelor de limitare a exportului, cu înregistrările analizorului de calitate a energiei;
- procesele-verbale de fază determinantă;
- certificatele de conformitate, declarațiile de performanță și fișele tehnice ale tuturor produselor puse în operă;
- documentația as-built, în format editabil și tipărit.

C.1.4. Proprietățile fizice, chimice, de aspect, de calitate, toleranțe, probe, teste și altele asemenea pentru produsele și materialele utilizate la realizarea obiectivului de investiții

Caracteristicile tehnice minime impuse produselor și materialelor sunt cele din capitolul C.2 al prezentului caiet de sarcini. Fiecare produs pus în operă se însoțește obligatoriu de:

- declarație de performanță sau declarație de conformitate a producătorului;
- certificate emise de organisme de evaluare a conformității acreditate, pentru caracteristicile pentru care se solicită certificare;
- fișă tehnică a produsului efectiv livrat, în limba română sau însoțită de traducere;
- instrucțiuni de montaj, exploatare și mentenanță, în limba română;
- certificat de garanție.

Materialele se depozitează în condițiile prescrise de producător. Modulele fotovoltaice se manipulează exclusiv în ambalajul original până la punctul de montaj, se transportă în poziție verticală și nu se calcă, nu se sprijină și nu se depozitează suprapus în afara paletului original. Cablurile se depozitează pe tamburi, ferite de radiație solară directă și de temperaturi sub limita inferioară de manipulare indicată de producător.

Toleranțele de execuție admise sunt:

Element	Toleranță admisă
Poziția în plan a rândurilor de module	± 30 mm față de trasajul din proiect
Abaterea de la coplanaritate a șinelor de susținere	± 5 mm pe o lungime de 3 m
Rostul dintre module în cadrul aceluiași rând	conform prescripției producătorului sistemului de montaj, uniform, cu abatere maximă ± 2 mm
Zona liberă în jurul luminatoarelor și al gurilor de evacuare	valoarea din proiect, cu abatere admisă numai în plus
Poziția cadrului suport al invertoarelor	± 10 mm; verticalitate 1 mm/m
Cota superioară a platformei sistemului de stocare	± 10 mm; planeitate 3 mm/2 m
Cuplurile de strângere ale conexiunilor de forță	valoarea prescrisă de producător, cu abaterea admisă de acesta; verificare 100 %

Nu se admite punerea în operă a modulelor fotovoltaice cu sticla fisurată, cu rama deformată, cu cutia de conexiuni desprinsă sau cu conductoarele deteriorate, indiferent de rezultatul măsurărilor electrice. Modulele care prezintă asemenea defecte se returnează furnizorului.

C.1.5. Standarde, normative și alte prescripții care trebuie respectate în cazul execuției produselor, materialelor, confecțiilor, elementelor prefabricate, utilajelor, montajului, probelor, testelor, verificărilor

a) Proiectul s-a întocmit în conformitate cu următoarele normative și reglementări

- I7-2011 – Normativ pentru proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor electrice aferente clădirilor;
- NTE 007/08/00 – Normativ pentru proiectarea și executarea rețelelor de cabluri electrice;
- SR EN IEC 62548 – Sisteme fotovoltaice. Cerințe de proiectare;
- SR EN 62446-1 și SR EN 62446-3 – Sisteme fotovoltaice. Încercare, documentație, mentenanță;
- SR EN IEC 61215-1, -2 și SR EN IEC 61730-1, -2 – Module fotovoltaice. Calificare și securitate;
- SR EN 50618 – Cabluri electrice pentru sisteme fotovoltaice;
- SR EN 60269-6 – Fuzibile pentru protecția sistemelor fotovoltaice;
- SR EN 61439-1, -2 – Ansambluri de aparat de joasă tensiune;
- SR EN 62305-1...-4 – Protecția împotriva trăsnetului;
- SR EN IEC 62933-5-2 – Sisteme de stocare a energiei electrice. Cerințe de securitate;
- SR EN IEC 63056 – Elemente și baterii de acumulare cu litiu pentru sisteme de stocare;

- SR HD 60364, seria – Instalații electrice de joasă tensiune;
- STAS 12604 – Protecția împotriva electrocutărilor;
- SR EN 1991-1-3 și SR EN 1991-1-4 împreună cu CR 1-1-3/2012 și CR 1-1-4/2012 – acțiunea zăpezii și a vântului;
- Legea 10/1995 – privind calitatea în construcții, republicată;
- Legea 50/1991 – privind autorizarea executării lucrărilor de construcții, republicată;
- HG 907/2016 – privind etapele de elaborare și conținutul-cadru al documentațiilor tehnico-economice;
- Legea 123/2012 – Legea energiei electrice și a gazelor naturale, cu modificările ulterioare, în ceea ce privește regimul prosumatorilor;
- Ordinul A.N.R.E. nr. 228/2018 – Norma tehnică privind cerințele pentru racordarea unităților generatoare la rețeaua electrică de interes public;
- Ordinul A.N.R.E. nr. 19/2022 – Regulamentul privind racordarea utilizatorilor la rețelele electrice de interes public.

b) Regimul aplicabil în materie de securitate la incendiu

Proiectul se elaborează și se execută sub incidența normativului P 118-1999 – Normativ de siguranță la foc a construcțiilor, aprobat prin Ordinul M.L.P.A.T. nr. 27/N din 07.04.1999.

Temeiul aplicării îl constituie art. 2 lit. c) din Ordinul M.D.L.P.A. nr. 267/2025, potrivit căruia ordinul de aprobare a normativului P118/1-2025 nu se aplică proiectelor de investiții ale căror studii de fezabilitate au fost recepționate de beneficiarul privat până la data intrării în vigoare, respectiv 08.05.2025. Studiul de fezabilitate aferent prezentei investiții a fost elaborat în iulie 2024 și recepționat de beneficiar în cursul anului 2024, anterior acestei date. Exceptarea vizează întregul obiectiv de investiții, nu doar faza de studiu de fezabilitate.

Rămân aplicabile, ca acte normative distincte neafectate de regimul tranzitoriu, P118/2-2013 privind instalațiile de stingere și P118/3-2015 privind instalațiile de detectare, semnalizare și avertizare la incendiu.

Executantul are obligația de a semna în scris proiectantului orice cerință formulată de organele de avizare și control care ar impune aplicarea normativului P118/1-2025. Modificarea regimului normativ constituie modificare de temă și se tratează prin dispoziție de șantier, cu evaluarea consecințelor asupra cantităților și a costurilor.

c) Execuția lucrărilor se va face în baza următoarelor standarde și normative

- PE 116/1994 – Normativ de încercări și măsurători la echipamente și instalații electrice;
- PE 003/2000 – Normativ de verificări, încercări și probe privind montajul, punerea în funcțiune și darea în exploatare a instalațiilor energetice;
- NTE 007/08/00 – Normativ pentru proiectarea și execuția rețelilor de cabluri electrice;
- 1 RE-IP 30-90 – Îndreptar de proiectare și execuție a instalațiilor de legare la pământ;
- NTE 009/2010 – Regulament general de manevre în instalațiile electrice;
- IPSSM-IEE – Instrucțiuni proprii de securitate și sănătate în muncă pentru instalații electrice în exploatare;
- Instrucțiunile de montaj ale producătorilor echipamentelor efectiv livrate, care prevalează în ceea ce privește distanțele de gabarit, cuplurile de strângere și condițiile de mediu.

d) Verificarea calității și recepția lucrărilor de construcții-montaj se vor face în baza următoarelor normative

- C 56-2002 – Normativ pentru verificarea calității și recepția lucrărilor de instalații aferente construcțiilor;
- C 204-80 – Normativ cadru privind verificarea calității lucrărilor de montaj al utilajelor și instalațiilor tehnologice pentru obiectivele de investiții;
- C 167-77 – Norme privind cuprinsul și modul de întocmire, completare și păstrare a cărții tehnice a construcțiilor;
- HG 273/1994 – Regulamentul de recepție a lucrărilor de construcții și instalații aferente acestora, cu modificările și completările ulterioare;
- HG 925/1995 – Regulamentul de verificare și expertizare tehnică de calitate a proiectelor, a execuției lucrărilor și a construcțiilor;
- Legea 10/1995 – privind calitatea în construcții;
- Ordinul 9/N/15.03.1993 – Regulament privind protecția și igiena muncii în construcții.

C.1.6. Condiții privind recepția

Recepția lucrărilor este reglementată de Regulamentul aprobat prin H.G. nr. 273/1994, cu modificările și completările ulterioare, și se efectuează în două etape: recepția la terminarea lucrărilor și recepția finală la expirarea perioadei de garanție.

C.1.6.1. Recepția la terminarea lucrărilor

Reprezintă recepția efectuată la terminarea completă a lucrărilor unui obiect sau a unei părți din construcție, independentă, care poate fi utilizată separat. Recepția la terminarea lucrărilor se efectuează atunci când toate lucrările prevăzute în documentație sunt complet terminate și toate verificările sunt efectuate în conformitate cu prevederile prezentului caiet de sarcini.

Comisia de recepție examinează lucrările față de prevederile proiectului privind condițiile tehnice și de calitate ale execuției, precum și constatările în cursul execuției de către organele de control. Se încheie proces-verbal de recepție conform prevederilor în vigoare, specificându-se eventualele remedieri necesare.

După terminarea probelor complexe de 72 de ore se încheie procesul-verbal de punere în funcțiune și de predare în exploatare continuă, în care se consemnează toate observațiile importante constatate pe parcursul probelor complexe.

La recepția lucrărilor se va urmări:

- respectarea gabaritelor față de alte instalații sau obiective;
- existența prizelor de pământ și încadrarea lor în valorile stabilite;
- îndeplinirea tuturor condițiilor impuse în documentație și a prevederilor normelor privind execuția lucrărilor proiectate;
- legarea la priza de pământ a tuturor elementelor metalice care în mod normal nu fac parte din circuitul electric, dar pot fi puse accidental sub tensiune;
- existența buletinelor și a proceselor-verbale enumerate la punctul C.1.4 lit. h);
- conformitatea configurației executate cu cea din proiect: 2.016 module, 98 de stringuri, 8 invertoare, puterea instalată de 977,76 kWp și puterea în curent alternativ de 920 kW;
- demonstrarea, prin probe, a imposibilității evacuării de putere activă în rețeaua operatorului de distribuție.

Recepția structurii metalice se va face conform reglementărilor în vigoare privind recepția obiectivelor de investiții. Punerea în funcțiune a instalațiilor noi se face numai după efectuarea verificărilor P.R.A.M. a tuturor echipamentelor și utilajelor instalației proiectate. Încercările P.R.A.M. se efectuează de către formația de lucru specializată pentru aceste lucrări, în conformitate cu prevederile PE 116/1994 și cu fișele tehnologice specifice în vigoare.

Recepția lucrării este condiționată de existența declarației de conformitate conform HG 1022/2002 privind regimul produselor și serviciilor care pot pune în pericol viața, sănătatea, securitatea muncii și protecția mediului, precum și de obținerea avizelor și autorizațiilor necesare punerii în funcțiune, respectiv autorizația de securitate la incendiu, dacă este cazul, și certificatul de racordare emis de operatorul de distribuție.

C.1.6.2. *Recepția finală*

După trecerea perioadei prescrise de garanție se încheie procesul-verbal de recepție finală, dacă în timpul exploatării continue comportarea a fost normală în cadrul parametrilor stabiliți prin proiect. La recepția finală, comisia de recepție admite, amână sau respinge lucrarea.

Perioada de garanție a lucrărilor de execuție este cea stabilită prin contract, minimum 24 de luni de la recepția la terminarea lucrărilor. Garanțiile de produs ale echipamentelor curg de la data punerii în funcțiune și se transferă integral beneficiarului.

C.1.6.3. *Modul de remediere a viciilor ascunse și a defectelor constatate*

- Soluționarea neconformităților, a defectelor și a neconcordanțelor apărute în fazele de execuție se va face numai pe baza soluțiilor stabilite de proiectant, cu acordul beneficiarului.
- Se vor remedia pe propria cheltuială defectele calitative apărute din vina executantului, atât în perioada de execuție, cât și în perioada de garanție stabilită potrivit legii.
- Refacerea din timp a oricăror neconformități remarcate în lucrările executate, pentru evitarea nerespectării duratei de execuție, precum și a afectării calității lucrărilor premergătoare.
- Evitarea producerii de daune terților.
- Remedierea viciilor ascunse, cu atenția și promptitudinea cuvenită, în concordanță cu obligațiile asumate prin contract.
- Aplicarea măsurilor de siguranță privind obiectivele în exploatare.

C.2. Caiet de sarcini pentru furnizarea de echipamente și materiale

În furnizarea de echipamentelor și materialelor necesare execuției lucrărilor se va ține cont de următoarele caracteristici din fișele tehnice de mai jos. Caracteristicile sunt exprimate ca valori minime sau maxime admise. Ofertantul poate propune orice produs care îndeplinește sau depășește simultan toate cerințele din fișa corespunzătoare.

Nicio fișă tehnică din prezentul capitol nu conține denumiri de producător, mărci, brevete, tipuri sau origini. Acolo unde o cerință face trimitere la o configurație de referință, aceasta este marcată explicit și nu constituie cerință de conformitate. Ofertantul are obligația de a reface integral calculele de dimensionare pentru echipamentul efectiv propus; oferta care nu conține aceste calcule se consideră incompletă.

C.2.1. Modul fotovoltaic

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Tehnologie	siliciu monocristalin, celule de tip N
Putere nominală minimă la STC	485 Wp
Toleranță de putere	0 / +5 W; nu se acceptă toleranță negativă
Randament minim al modului	22,0 %
Coeficient de temperatură al puterii	maximum -0,30 %/°C
Tensiune maximă de sistem	minimum 1.500 V c.c.
Masă maximă	24 kg
Grad de protecție al cutiei de conexiuni	minimum IP68
Diode de ocolire	minimum 3, sau soluție echivalentă de limitare a efectului umbririi parțiale
Conductoare de conexiune	minimum 4 mm ² , rezistente la radiație ultravioletă, cu lungimi compatibile cu montajul în orientare portret
Sarcini mecanice certificate	minimum 5.400 Pa la presiune și 2.400 Pa la suucțiune
Interval de temperatură de funcționare	-40 °C ... +85 °C
Clasa de protecție electrică	clasa II
Rezistență la factori de mediu	rezistență certificată la degradare indusă de potențial, la ceață salină și la amoniac
Garanție de produs	minimum 12 ani
Garanție de performanță	minimum 87,5 % din puterea nominală la 25 de ani
Uniformitate de livrare	modulele destinate aceluiași string se livrează din aceeași clasă de sortare, cu abatere maximă de 3 % a curentului la punctul de putere maximă
Cantitate	2.016 buc.

C.2.2. Sistem de montaj coplanar pe învelitoare

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Destinație	susținerea modulelor fotovoltaice în montaj coplanar cu învelitoarea existentă din tablă cutată sau panou sandwich
Orientarea modulelor	portret;
Material profile de susținere	aluminiiu de construcții din clasa EN AW-6xxx, tratat termic, anodizat
Material elemente de fixare și șuruburi	oțel inoxidabil minimum A2; A4 în zonele expuse
Compatibilitate galvanică	se exclude contactul direct dintre metale cu potențiale electrochimice incompatibile; se prevăd elemente de separare
Elemente de fixare pe învelitoare	cu garnitură de etanșare durabilă, rezistentă la radiație ultravioletă și la îmbătrânire; fixarea trebuie să ajungă în elementul portant al învelitoarei
Sarcini de proiectare	calculate conform SR EN 1991-1-3 și SR EN 1991-1-4, cu CR 1-1-3/2012 și CR 1-1-4/2012, pentru amplasamentul din Mun. Turda; se consideră densificarea fixărilor în zonele de margine și de colț
Documentație obligatorie la ofertare	notă de calcul structural semnată de un inginer cu drept de semnătură, pentru configurația efectiv propusă, cu verificarea profilelor, a elementelor de fixare și a transmiterii încărcărilor în structura existentă
Verificare pe teren	încercări de smulgere in situ, minimum 5 puncte, executate înainte de lansarea comenzii; factor de siguranță minim 3 față de forța de calcul
Interval de temperatură	-40 °C ... +85 °C, cu preluarea dilatațiilor prin elemente de rost
Continuitate electrică	sistemul asigură continuitate electrică între profile și între profile și ramele modulelor, sau se prevăd cleme de echipotențializare dedicate
Garanție	minimum 10 ani
Certificări	declarație de performanță conform Regulamentului (UE) nr. 305/2011 pentru elementele de construcții metalice

Cantitățile de profile, îmbinări, cleme și elemente de fixare din listele de cantități sunt calculate pentru configurația de referință în orientare portret și au caracter provizoriu. Ele se recalculează de ofertant pentru sistemul propriu propus, în funcție de deschiderea admisă între reazeme rezultată din propria notă de calcul.

C.2.3. Cablu electric de curent continuu

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Destinație	circuite de string, pentru utilizare permanentă în spații deschise, expuse la radiație solară
Tip constructiv	cablu monoconductor, flexibil, cu izolație și manta reticulate, fără halogeni
Secțiune nominală	1 × 10 mm ²

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Material conductor	cupru cositorit, clasa 5 de flexibilitate
Tensiune nominală	U0/U 1,5/1,5 kV c.c.; 1,0/1,0 kV c.a.
Temperatura maximă a conductorului în funcționare normală	+90 °C
Temperatura maximă a conductorului pentru maximum 20.000 h	+120 °C, la temperatura mediului ambiant de +90 °C
Temperatura minimă de utilizare	-40 °C
Temperatura maximă în scurtcircuit	+250 °C, maximum 5 secunde
Rezistență la mediu	rezistent la radiație ultravioletă, la ozon, la hidroliză și la abraziune
Comportare la foc	întârziere la propagarea flăcării conform SR EN 60332-1-2, fără halogeni conform SR EN 60754-2, emisie redusă de fum conform SR EN 61034-2
Rază minimă de curbură	maximum 4 × diametrul exterior
Culoarea izolației	roșu și negru, sau culoare unică cu marcarea distinctă și permanentă a polarității
Standard de referință	SR EN 50618
Cantitate estimată	cca 10.600 m pe fiecare culoare, cantitate provizorie

Secțiunea de 10 mm² este impusă prin proiect și rezultă din verificarea căderii de tensiune pe traseul cel mai lung, de 180 m, la temperatura de regim de 70 °C a conductorului. Pentru secțiunea de 6 mm² rezultă căderi de tensiune de 2,43 % la stringul de 21 de module și de 3,19 % la stringul de 16 module, valori care depășesc limita admisă. Secțiunea nu se reduce. Ofertantul care propune un alt traseu are obligația de a reface verificarea și de a o prezenta în ofertă.

C.2.4. Conectori fotovoltaici și fuzibili de string

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Tip conector	conector fotovoltaic de tip cuplă tată-mamă, cu blocare mecanică și deblocare cu unealtă
Compatibilitate cu conductorul	compatibil cu secțiunea de 10 mm ² ; se prezintă în ofertă declarația producătorului privind gama de secțiuni admise
Tensiune nominală	minimum 1.500 V c.c.
Curent nominal	minimum 30 A
Grad de protecție	IP68 în stare cuplată
Clasa de protecție	clasa II, cu protecție împotriva atingerii directe

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Material contact	cupru cu acoperire metalică rezistentă la coroziune
Interval de temperatură	-40 °C ... +85 °C
Standard de referință	SR EN IEC 62852
Condiție de montaj	sertizarea se execută exclusiv cu unealta prescrisă de producătorul conectorului; se interzice asocierea de conectori proveniți de la producători diferiți pe același traseu
Fuzibili de string	element fuzibil de tip gPV, curent nominal 25 A, tensiune nominală minimum 1.500 V c.c., conform SR EN 60269-6
Portfuzibil	portfuzibil în linie, în execuție etanșă, cu grad de protecție minimum IP65, pentru montaj pe cablu de 10 mm ²
Cantitate fuzibili și portfuzibili	196 seturi, câte unul pe fiecare polaritate a fiecăruia dintre cele 98 de stringuri

C.2.5. Invertor de string

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Tip	invertor trifazat de string, fără transformator, pentru conectare la rețea
Putere activă nominală de ieșire	115 kW, garantată la temperatura mediului ambiant de +45 °C
Tensiune și frecvență de ieșire	3 × 400 V, 50 Hz
Curent maxim admis pe intrare	minimum 20 A
Curent maxim admis pe următor	minimum 30 A
Curent de scurtcircuit admis pe următor	minimum 40 A
Tensiune maximă de intrare	minimum 1.100 V c.c.
Domeniul de urmărire a punctului de putere maximă	cel mult 200 V ... cel puțin 1.000 V c.c., la putere nominală
Randament maxim	minimum 98,8 %
Randament european	minimum 98,3 %
Raport maxim admis c.c./c.a.	minimum 1,20
Grad de protecție	minimum IP66
Interval de temperatură de funcționare	-25 °C ... +60 °C, cu limitare de putere numai peste +45 °C

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Protecții integrate	deteecție de arc electric în curent continuu, monitorizare permanentă a rezistenței de izolație, unitate de monitorizare a curentului rezidual sensibilă la componenta continuă, separator de curent continuu integrat, descărcător de tip 2 pe partea de curent continuu și de curent alternativ
Capabilitate de reglaj	reglaj continuu al puterii active în domeniul 0...100 %, reglaj al factorului de putere în domeniul 0,8 capacitiv ... 0,8 inductiv
Conformitate normativă	certificat de conformitate emis conform Ordinului A.N.R.E. nr. 228/2018, corespunzător tipului de unitate generatoare rezultat din puterea instalată; funcții de protecție de interfață parametrizabile
Comunicație	protocol deschis de tip Modbus, cu posibilitatea integrării într-un sistem de monitorizare și de limitare a puterii active
Nivel de zgomot	maximum 65 dB(A) la 1 m, în condiții nominale
Garanție	minimum 5 ani, cu opțiune de extindere la 10 ani
Cantitate	8 buc.

Configurația de referință pentru verificarea stringurilor este următoarea și nu constituie cerință de conformitate: tensiune maximă de intrare 1.100 V, domeniu de urmărire 200...1.000 V, 20 A pe intrare, 30 A pe următor, 40 A curent de scurtcircuit pe următor. Verificarea proprie a proiectantului conduce la o tensiune de mers în gol de 964,1 V la -25 °C pentru stringul cel mai lung, cu încadrare în limita de 1.100 V. Ofertantul reface această verificare pentru invertorul și modulul efectiv propuse, pentru toate cele 98 de stringuri.

C.2.6. Cadru metalic suport pentru invertoare

C.2.6.1. Cadru metalic suport

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Destinație	susținerea celor 8 invertoare în camera tehnică, pe două niveluri suprapuse
Material	oțel de construcții S235 sau superior, zincat termic conform SR EN ISO 1461
Tip constructiv	autoportant, cu preluarea încărcărilor prin ancorare în pardoseală; nu se admite rezemarea pe pereții de închidere
Încărcare de proiectare	masa echipamentelor plus 50 % suprasarcină de montaj și mentenanță
Distanțe de gabarit	conform prescripțiilor de montaj ale producătorului invertorului efectiv livrat, cu spațiu liber de acces frontal de minimum 800 mm
Documentație obligatorie	notă de calcul și detalii de execuție, verificate de un inginer cu drept de semnătură
Masă estimată	cca 900 kg, cantitate provizorie, de confirmat prin proiectul de detaliu al confecției metalice

C.2.7. Tabloul de curent alternativ al centralei

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Tip constructiv	ansamblu de aparataj de joasă tensiune în dulap metalic, montaj la interior
Standard de referință	SR EN 61439-1 și SR EN 61439-2, cu raport de verificare de tip
Grad de protecție	minimum IP54
Curent nominal al barelor principale	minimum 2.000 A
Curent nominal admisibil de scurtă durată	minimum 36 kA / 1 s
Formă de separare interioară	minimum forma 2b
Rezervă de spațiu	minimum 30 % din volumul util
Întreruptor general de interfață	4 poli, curent nominal corelat cu curentul total de 1.472 A rezultat din funcționarea simultană a centralei și a sistemului de stocare, capacitate de rupere minimum 36 kA, comandă motorizată, bobină de declanșare la lipsă de tensiune sau la minimă tensiune
Releu de protecție de interfață	funcții de protecție maximală și minimală de tensiune, maximală și minimală de frecvență, protecție de putere inversă; parametrizabil, cu posibilitate de injecție secundară pentru probe
Plecări către invertoare	8 plecări trifazate, întreruptoare automate cu curent nominal corelat cu curentul de 182 A pe coloană, capacitate de rupere minimum 36 kA
Plecure către sistemul de stocare	1 plecare trifazată, cu curent nominal dimensionat pentru regimul de funcționare simultană a puterii active și reactive
Descărcător	descărcător combinat de tip 1+2, 4 poli, cu semnalizare la distanță
Marcare	inscripționare permanentă, conform cerințelor din avizul tehnic de racordare privind regimul de prosumator și prezența tensiunii inverse
Documentație	schemă monofilară și de conexiuni a tabloului efectiv livrat, listă de aparataj, certificat de verificare de tip

Curentul de 1.472 A rezultă din însumarea puterii de 920 kW a centralei și a puterii de 100 kW a sistemului de stocare. Bara de 2.000 A este valoarea minimă impusă prin proiect; ea nu se reduce în funcție de curentul nominal al aparatului de comutație propus.

C.2.8. Cabluri de energie de curent alternativ

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Destinație	coloane de la invertoare la tabloul de curent alternativ al centralei și legătura dintre acesta și tabloul electric general

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Tip constructiv	cablu de energie cu izolație din polietilenă reticulată și manta fără halogeni, sau cablu armat cu manta de policlorură de vinil, conform soluției din planșele de execuție
Tensiune nominală	0,6/1 kV
Material conductor	aluminiiu sau cupru, conform planșelor; secțiunile din proiect sunt minime
Comportare la foc	întârziere mărită la propagarea flăcării conform SR EN 60332-3-24
Temperatura maximă a conductorului	+90 °C în regim permanent, +250 °C în scurtcircuit
Verificare obligatorie la ofertare	recalcularea secțiunilor pentru curentul de sarcină, pentru factorii de corecție de temperatură și de grupare rezultați din modul efectiv de pozare, pentru căderea de tensiune și pentru solicitarea termică la scurtcircuit
Conductor de protecție	secțiune minimum 75 mm ² pentru coloanele de invertor; se adoptă prima secțiune standardizată superioară
Standard de referință	SR EN 60228, SR EN 50525, STAS 10955 pentru curentul maxim admisibil

Valorile de referință rezultate din breviarul de calcul, care nu constituie cerință de conformitate: curent de sarcină pe coloana de invertor 182 A, cădere de tensiune 0,27 % pe 15 m; curent pe legătura dintre tabloul centralei și tabloul general 1.472 A, cădere de tensiune 0,46 %. Ofertantul reface aceste verificări pentru traseele efectiv executate.

C.2.9. Sistem de stocare a energiei electrice

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Tip constructiv	dulap de exterior, complet echipat, cu module de baterii, sistem de management, sistem de climatizare și sistem de protecție la incendiu integrate
Tehnologie de celule	litiiu-fier-fosfat
Putere nominală de încărcare și de descărcare	100 kW
Capacitate energetică	maximum 193,50 kWh capacitate totală, cu capacitate utilă minimum 184 kWh la începutul duratei de viață
Capacitate maximă exprimată în amperi-oră	maximum 252 Ah
Putere reactivă	schimb de putere reactivă în domeniul ±100 kVAr, atât în regim de încărcare, cât și de descărcare
Grad de protecție	minimum IP55
Interval de temperatură de funcționare	-20 °C ... +55 °C

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Sistem de management al bateriilor	monitorizare pe minimum trei niveluri: celulă, modul, rack; protecții la supratensiune, subtensiune, supracurent, supratemperatură și dezechilibru; echilibrare activă
Protecție la incendiu	sistem de detecție a fumului și a gazelor inflamabile și sistem de stingere integrat la nivel de pachet de baterii, cu semnalizare la distanță
Ventilare de siguranță	evacuarea controlată a gazelor degajate în caz de ambalare termică, orientată în afara zonelor de acces
Deconectare de urgență	dispozitiv de deconectare accesibil echipelor de intervenție, amplasat în exteriorul incintei de siguranță
Masă și amprentă	se declară în ofertă; platforma se dimensionează structural pe baza valorilor declarate
Distanțe de siguranță	conform manualului de instalare al producătorului, față de închideri combustibile, față de goluri de fereastră și de ușă și față de căile de acces
Certificări	SR EN IEC 62933-5-2, SR EN IEC 63056, raport de încercare UN 38.3 pentru transport
Contorizare	se prevede contorizarea separată a instalației de stocare, conform cerinței exprese din avizul tehnic de racordare
Garanție	minimum 10 ani, cu garantarea unei stări de sănătate de minimum 70 % la finalul perioadei
Cantitate	1 sistem

Capacitatea utilă de minimum 184 kWh corespunde stocării energiei produse la puterea nominală a centralei timp de 12 minute și constituie condiția de menținere a punctajului obținut la evaluarea proiectului. Ea nu se reduce sub nicio formă. Ofertantul declară explicit, în ofertă, atât capacitatea totală, cât și capacitatea utilă garantată la începutul duratei de viață.

C.2.10. Convertor bidirecțional pentru sistemul de stocare

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Tip	convertor bidirecțional pentru cuplare în curent alternativ
Putere nominală	100 kW, în ambele sensuri
Tensiune și frecvență	3 × 400 V, 50 Hz
Putere reactivă	±100 kVAr; se declară diagrama de funcționare putere activă – putere reactivă
Randament	minimum 97,5 %
Grad de protecție	minimum IP65 pentru montaj în exterior, sau IP54 pentru montaj protejat

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Protecții	protecție de interfață parametrizabilă, monitorizare a izolației, protecție la curent rezidual sensibilă la componenta continuă
Conformitate normativă	certificat de conformitate emis conform Ordinului A.N.R.E. nr. 228/2018
Comunicație	protocol deschis, integrabil cu sistemul de monitorizare al centralei și cu bucla de limitare a exportului
Interval de temperatură	-25 °C ... +55 °C
Cantitate	1 buc.

Invertoarele de string prevăzute în proiect nu sunt hibride, deci convertorul bidirecțional este obligatoriu. Ofertantul confirmă în scris dacă acest convertor, controlerul de sistem și cablajul de curent continuu sunt incluse în pachetul de livrare al sistemului de stocare sau se ofertează distinct.

C.2.11. Sistem de monitorizare și de limitare a puterii evacuate

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Destinație	monitorizarea centralei și menținerea puterii active evacuate în rețeaua operatorului de distribuție la valoarea zero
Controler de centrală	capacitate de gestionare a minimum 8 invertoare și a sistemului de stocare, cu protocol deschis, jurnalizare locală de minimum 12 luni și interfață web
Senzor de putere	măsurarea puterii active și reactive în punctul de racord al instalației de utilizare, clasă de exactitate minimum 0,5S
Prag de reglaj	menținerea unui import minim de 20...30 kW, ca bandă moartă care absoarbe eroarea de măsură și oscilația buclei
Timp de răspuns al buclei	cel mult valoarea confirmată în scris de operatorul de distribuție; se demonstrează prin probă, cu înregistrare
Comportare la avarie	la pierderea comunicației cu senzorul de putere sau cu invertoarele, trecerea automată și necondiționată a producției la 0 % putere activă
Independență față de protecția de interfață	bucula de limitare și protecția de injecție inversă se alimentează din circuite secundare distincte, astfel încât o defecțiune a unui transformator de curent să nu anuleze simultan ambele bariere
Semnalizare și transmitere	semnalizarea locală și la distanță a stării de limitare, a avariilor și a declanșărilor
Alimentare	circuit dedicat, cu sursă neîntreruptibilă pentru menținerea funcției de deconectare la dispariția tensiunii

C.2.12. Transformatoare de curent

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Destinație a	măsurarea proprie pentru bucla de limitare a exportului și pentru releul de protecție de injecție inversă
Configurație a	raport de transformare corelat cu curentul barei pe care se montează, două miezuri secundare distincte: unul de măsură, clasă minimum 0,5S, și unul de protecție, clasă minimum 5P10
Destinație b	grupul de măsură al operatorului de distribuție, în postul de transformare
Configurație b	3 × 1.600/5 A, clasă de exactitate 0,2S, conform avizului tehnic de racordare
Standard de referință	SR EN 61869-1 și SR EN 61869-2
Accesorii obligatorii	șir de cleme de testare și de scurtcircuitare pentru circuitele secundare de măsură, care să permită verificarea grupului de măsură fără întreruperea circuitului secundar
Cablaj secundar	ecranat, cu ecranul legat la pământ într-un singur capăt, cu secțiune și traseu conform cerințelor operatorului de distribuție

Poziția, apartenența și etapa de montaj a transformatoarelor de curent din postul de transformare fac obiectul unei clarificări scrise în curs cu operatorul de distribuție. Nu se lansează comandă și nu se execută lucrări în postul de transformare înaintea primirii acestui răspuns.

C.2.13. Descărcătoare de supratensiune

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Descărcător pe partea de curent continuu	tip 1+2, cu undă de încercare 10/350 μs, tensiune maximă de funcționare continuă corelată cu tensiunea de mers în gol a stringului la temperatura minimă, în carcasă cu grad de protecție minimum IP65
Descărcător pe partea de curent alternativ	tip 1+2, 4 poli, cu semnalizare la distanță a stării cartușelor
Justificarea tipului 1	structura de susținere a modulelor este legată galvanic la sistemul de protecție împotriva trăsnetului existent; descărcătorul de tip 2 integrat în invertor este insuficient în această situație
Standard de referință	SR EN 61643-11 pentru curent alternativ, SR EN 50539-11 pentru curent continuu
Coordonarea izolației	nivelul de protecție al descărcătorului se corelează cu tensiunea nominală de ținere la impuls a echipamentului protejat

C.2.14. Instalația de echipotențializare și de protecție împotriva trăsnetului

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Conductor de echipotențializare	cupru cositorit, izolat, secțiune minimă conform SR EN 62305-3 pentru curent parțial de trăsnet; secțiunea din proiect este minimă
Cleme de legare la pământ a ramelor și a profilelor	oțel inoxidabil, cu pătrundere prin stratul de anodizare, certificate pentru curent parțial de trăsnet
Bare de egalizare a potențialelor	montaj pe acoperiș, în execuție pentru exterior
Legături la sistemul existent de protecție împotriva trăsnetului	realizate cu accesorii dimensionate pentru curent parțial de trăsnet, conform SR EN 62305-3
Priza de pământ	se verifică priza existentă; se completează cu electrozi până la o rezistență de dispersie sub 1 Ω , valoare impusă de utilizarea comună cu sistemul de protecție împotriva trăsnetului
Verificarea razei de protecție	se verifică încadrarea planului superior al modulelor în volumul protejat de sistemul existent; dacă verificarea nu se confirmă, se completează instalația de captare
Distanța de separare	se verifică distanța de separare față de elementele sistemului de captare, conform SR EN 62305-3; unde nu poate fi respectată, se realizează legătură echipotențială
Măsurători	buletine P.R.A.M. pentru rezistența de dispersie, continuitate și rezistență de izolație

C.2.15. Jgheaburi, susțineri și treceri etanșe

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Jgheab metalic pentru trasee de curent continuu	execuție zincată la cald, tip scară sau perforat, cu capac, dimensiuni conform planșelor; ventilat, pentru limitarea încălzirii cablurilor
Grad de umplere	maximum 40 % din secțiunea utilă, cu păstrarea distanței necesare pentru disiparea căldurii
Susțineri	la distanțe conform prescripțiilor producătorului, dimensionate pentru încărcarea din cabluri plus încărcarea din zăpadă și vânt în zonele expuse
Continuitate electrică	jgheabul se leagă la instalația de echipotențializare la ambele capete și la fiecare tronson întrerupt
Treceri etanșe	la trecerea prin elemente de construcție cu rol de rezistență la foc, etanșarea se realizează cu sisteme certificate, la nivelul de rezistență la foc al elementului străpuns, cu declarație de performanță
Treceri prin învelitoare	cu piese speciale de etanșare, compatibile cu tipul învelitoarei, cu garantarea etanșeității la apă

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Fixarea cablurilor pe sistemul de montaj	cu cleme rezistente la radiație ultravioletă, cu durată de viață declarată de minimum 25 de ani; se interzice utilizarea colierelor din poliamidă nestabilizată

C.2.16. Marcaje, etichetare și mijloace de acces

Caracteristică	Cerință minimă impusă
Marcarea stringurilor	etichetare permanentă a fiecăruia dintre cele 98 de stringuri, cu identificatorul din proiect, la ambele capete ale traseului
Marcarea polarității	marcarea permanentă a polarității pe fiecare conductor, la fiecare punct de conexiune
Avertizare privind prezența tensiunii continue	plăcuțe de avertizare privind prezența permanentă a tensiunii continue pe traseele de curent continuu, chiar cu instalația deconectată
Inscripționare privind regimul de prosumator	inscripționarea firidei de măsură, a plecării din postul de transformare și a cutiilor de secționare, conform cerinței din avizul tehnic de racordare, cu indicarea adresei locului de consum și de producere
Marcaje specifice sistemului de stocare	semnalizarea riscului electric, a prezenței bateriilor cu litiu, a interdicției de stingere cu apă și afișarea planului de intervenție
Standard de referință pentru semnalizare	HG 971/2006 privind cerințele minime pentru semnalizarea de securitate și sănătate la locul de muncă
Sistem de protecție anticădere	linie de viață cu ancoraje certificate conform SR EN 795, cu notă de calcul și proces-verbal de recepție; verificare periodică conform prescripțiilor producătorului
Acces permanent pe acoperiș	scară fixă metalică cu apărătoare de siguranță sau trapă de acces cu balustradă de protecție, conform SR EN ISO 14122

C.3. Plan de măsuri pentru protecția mediului

Beneficiar: S.C. DIRECT LINE INOX IMPEX S.R.L., Mun. Turda, jud. Cluj

Proiectant: S.C. MTS PROSOLUTION S.R.L.

Executant:

Nr.	Aspectul de mediu identificat	Impactul asupra mediului	Măsuri pentru protecția mediului	Legislație în vigoare	Responsabil
1	Lucrări pe învelitoarea unei construcții în funcțiune	Afectarea etanșeității și a stării învelitoarei	Etanșarea fiecărei străpungeri cu accesorii certificate; verificarea etanșeității la ploaie sau prin test cu apă; refacerea imediată a oricărei deteriorări	OUG 195/2005, Legea 10/1995	Șef de lucrare
2	Emisii de praf și zgomot la execuția platformei și a săpăturilor	Poluarea aerului și poluare fonică	Stropirea cu apă a zonelor de lucru; executarea lucrărilor zgomotoase pe timpul zilei, cu evitarea depășirii limitelor admisibile normate pentru zgomot	OUG 195/2005, Legea 265/2006, Ordin 536/1997	Șef de lucrare
3	Posibile scurgeri de produse petroliere de la utilaje și mijloacele de transport	Poluarea solului	Revizia periodică a utilajelor; remedierea avariei prin împrăștiere de material absorbant biodegradabil; colectarea materialului contaminat ca deșeu periculos	OUG 195/2005, HG 235/2007	Șef de lucrare
4	Deșeuri inerte din execuția platformei și a săpăturilor	Afectarea solului	Colectarea selectivă a resturilor de beton și a surplusului de pământ; transport prin firme autorizate în spațiile indicate prin autorizația de construire	OUG 92/2021, Legea 426/2001, HG 349/2005	Șef de lucrare
5	Deșeuri de ambalaje de la module, invertoare și cabluri	Afectarea solului; volum mare de ambalaje din lemn, carton și folie	Colectare selectivă pe fracții și predare către operatori autorizați; evidența cantităților predate; se au în vedere volumele generate de ambalaje la 2.016 module	HG 621/2005, HG 856/2002	Șef de lucrare
6	Deșeuri de echipamente electrice și rezultate din module sau invertoare deteriorate	Poluarea solului și a apei; conținut de metale	Depozitare separată, în spațiu acoperit; predare exclusiv către operatori autorizați pentru fluxul de deșeuri de echipamente electrice și electronice; se interzice abandonarea sau valorificarea informală	OUG 5/2015, OUG 92/2021	Șef de lucrare
7	Deșeuri de cabluri și de metale	Afectarea solului	Colectare selectivă, depozitare temporară pe platformă amenajată și predare la unități	OUG 92/2021, Legea 426/2001, HG 349/2005	Șef de lucrare

Nr.	Aspectul de mediu identificat	Impactul asupra mediului	Măsuri pentru protecția mediului	Legislație în vigoare	Responsabil
			autorizate, conform planului de gestionare a deșeurilor		
8	Deșeuri rezultate din procesul de sudură și din operațiile de vopsire ale confecțiilor metalice	Poluarea solului; risc de incendiu	Instruirea personalului privind manipularea și depozitarea; colectarea separată a deșeurilor periculoase; verificarea periodică a tuburilor de oxigen și acetilenă	OUG 195/2005, HG 1022/2002	Șef de lucrare
9	Prezența unui sistem de stocare cu baterii cu litiu	Risc de poluare a solului și a aerului în caz de avarie; deșeu periculos la finalul duratei de viață	Amplasare pe platformă impermeabilă, cu incintă delimitată; instruire specifică; obligația beneficiarului de a preda bateriile scoase din uz către operatori autorizați; interdicția stingerii cu apă și afișarea planului de intervenție	OUG 195/2005, OUG 5/2015, HG 1022/2002	Beneficiar / Șef de lucrare
10	Circulația mijloacelor de transport agabaritic pentru dulapul de stocare	Poluarea aerului; afectarea căilor de acces	Planificarea transportului; utilizarea căilor de acces existente; refacerea stării inițiale a suprafețelor afectate	OUG 195/2005, OUG 195/2002	Șef de lucrare
11	Impact pozitiv în exploatare	Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră	Menținerea instalației la parametrii proiectați; monitorizarea producției; raportarea indicatorilor asumați prin contractul de finanțare	Legea 123/2012	Beneficiar

În exploatare, centrala fotovoltaică nu generează emisii, zgomot semnificativ, ape uzate sau deșeuri curente. Sursele de zgomot sunt ventilatoarele invertoarelor precum și sistemul de climatizare al dulapului de stocare; acestea se încadrează în limitele admise pentru incinte industriale. Fluxurile de deșeuri relevante apar la finalul duratei de viață a echipamentelor și fac obiectul obligațiilor beneficiarului privind deșeurile de echipamente electrice și electronice și bateriile.

C.4. Plan de măsuri pentru situații de urgență

Beneficiar: S.C. DIRECT LINE INOX IMPEX S.R.L., Mun. Turda, jud. Cluj

Proiectant: S.C. MTS PROSOLUTION S.R.L.

Executant:

Măsurile pentru situațiile de urgență pe șantier vor fi stabilite de executant, pentru lucrările curente pe perioada de execuție. Instrucțiunile vor fi întocmite corespunzător cu prevederile Legii 307/2006, ale Legii 319/2006 și ale reglementărilor specifice în vigoare. Instalațiile electrice proiectate vor fi astfel concepute încât să permită siguranță în exploatare, siguranță la foc, condiția de igienă și sănătate, protecția împotriva zgomotului, ergonomia și economia de energie electrică.

Pericole de incendiu avute în vedere:

- scurtcircuite și defecte de arc electric în circuitele de curent continuu, care rămân sub tensiune permanent, atât timp cât modulele sunt iluminate;
- suprasarcini și contacte imperfecte în tablourile electrice și la conexiunile de forță;
- ambalarea termică a celulelor din sistemul de stocare, cu degajare de gaze inflamabile;
- utilizarea materialelor combustibile în vecinătatea zonelor de lucru;
- lucrul cu foc deschis la execuția confecțiilor metalice.

Măsuri prevăzute în proiect pentru prevenirea și stingerea incendiilor:

10. Cabluri cu întârziere la propagarea flăcării, fără halogeni pe traseele de curent continuu.
11. Detecția arcului electric în curent continuu, integrată în fiecare invertor.
12. Monitorizarea permanentă a rezistenței de izolație pe partea de curent continuu, cu blocarea funcționării sub pragul admis.
13. Dispozitive de oprire de urgență accesibile echipelor de intervenție, care separă racordul centralei și opresc sistemul de stocare.
14. Marcarea permanentă a traseelor de curent continuu și a punctelor de deconectare, pentru orientarea echipelor de intervenție.
15. Păstrarea liberă a căilor de acces pe acoperiș, a luminatoarelor și a gurilor de evacuare a fumului și gazelor fierbinți.
16. Amplasarea sistemului de stocare în exterior, pe platformă din beton armat, cu incintă delimitată și cu distanțe de siguranță conform prescripțiilor producătorului.

Sistem de detecție și de stingere integrat la nivelul pachetelor de baterii, cu semnalizare la distanță.

Separări, distanțări și compartimentări în camera tehnică; echipamente electrice corespunzătoare categoriei de pericol de incendiu a încăperii.

17. Alte măsuri stabilite de executant pentru perioada de execuție.

Se va acorda o atenție deosebită supravegherii și întreținerii instalațiilor, pentru depistarea contactelor slabe la tablouri și pentru detectarea rapidă a scurtcircuitelor la cablurile electrice. Este interzisă folosirea flăcării deschise și introducerea unor surse de căldură în zona cablurilor de circuite secundare, în afara celor prevăzute în proiect. După orice scurtcircuit în

rețeaua de cabluri se va face imediat, obligatoriu, un control al traseului de cabluri pentru a depista un eventual început de incendiu.

Riscul specific al instalațiilor fotovoltaice este acela că partea de curent continuu nu poate fi scoasă de sub tensiune prin acționarea unui aparat de comutație din aval: modulele produc tensiune atât timp cât sunt iluminate. Din acest motiv, marcarea traseelor de curent continuu, indicarea punctelor de separare și informarea echipelor de intervenție constituie măsuri de securitate esențiale, nu formalități de documentație.

Nr.	Conținutul măsurii	Cine participă	Responsabil
1	Instruirea lunară în domeniul situațiilor de urgență	Toți angajații	Persoana competentă conform reglementărilor în vigoare
2	Instructajul special pentru lucrări, executat înainte de începerea unor lucrări în timpul cărora pot apărea situații generatoare de incendiu sau explozii	Toți membrii formației de lucru	Șeful de lucrare
3	Instructaj specific privind riscurile instalațiilor fotovoltaice: prezența permanentă a tensiunii continue, imposibilitatea deconectării prin aval, riscul de arc electric în curent continuu	Toți membrii formației de lucru	Șeful de lucrare
4	Instructaj specific privind riscurile sistemelor de stocare cu baterii cu litiu: ambalare termică, degajare de gaze inflamabile, interdicția stingerii cu apă	Membrii formației care execută lucrări în zona sistemului de stocare	Șeful de lucrare
5	Respectarea la locul de muncă a regulilor stabilite privind fumatul, lucrul cu focul deschis, modificările neautorizate sau improvizațiile la instalații, utilaje și aparate electrice	Fiecare membru al formației de lucru	Șeful de lucrare
6	Verificarea existenței și a stării mijloacelor de primă intervenție la punctul de lucru, inclusiv a celor adecvate pentru echipamente electrice sub tensiune	Fiecare membru al formației de lucru	Șeful de lucrare
7	Participarea cu mijloacele din dotare la limitarea urmărilor nefaste ale situației de urgență	Fiecare membru al formației de lucru	Șeful de lucrare
8	Anunțarea imediată a șefilor ierarhici despre existența unor împrejurări de natură să provoace incendii sau explozii ori despre nerespectarea normelor, instrucțiunilor și reglementărilor specifice	Oricare membru al formației de lucru	Șeful de lucrare
9	Anunțarea serviciilor specializate la numărul unic de urgență 112 și asigurarea accesului acestora în incintă	Oricare membru al formației de lucru	Șeful de lucrare

C.5. Plan de securitate și sănătate

C.5.1. Informații de ordin administrativ

- 1.1. Antreprenor general:**
- 1.2. Adresa exactă a șantierului:** Mun. Turda, str. Câmpiei nr. 126B, jud. Cluj
- 1.3. Beneficiarul lucrării:** S.C. DIRECT LINE INOX IMPEX S.R.L.
- 1.4. Tipul lucrării:** Execuție
- 1.5. Proiectant:** S.C. MTS PROSOLUTION S.R.L., proiect nr. 55/2026
- 1.6. Șef de proiect:** ing. S. Capîlnean
- 1.7. Durata estimativă a lucrărilor:** conform graficului de execuție, cu punere în funcțiune până la 31.12.2026
- 1.8. Numărul maxim estimat de lucrători:** minimum 4 echipe a câte 5 lucrători

C.5.2. Măsuri generale de organizare a șantierului

Se vor respecta următoarele acte normative în domeniul sănătății și securității în muncă:

- Legea nr. 319/2006 – Legea securității și sănătății în muncă;
- HG nr. 1425/2006 – Normele metodologice de aplicare a prevederilor Legii nr. 319/2006, cu modificările ulterioare;
- HG nr. 1091/2006 – privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru locul de muncă;
- HG nr. 1146/2006 – privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru utilizarea în muncă de către lucrători a echipamentelor de muncă;
- HG nr. 1048/2006 – privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru utilizarea de către lucrători a echipamentelor individuale de protecție;
- HG nr. 1051/2006 – privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru manipularea manuală a maselor;
- HG nr. 300/2006 – privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru șantierele temporare sau mobile;
- HG nr. 971/2006 – privind cerințele minime pentru semnalizarea de securitate și sănătate la locul de muncă;
- HG nr. 493/2006 – privind cerințele minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscurile generate de zgomot;
- HG nr. 1136/2006 – privind cerințele minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscuri generate de câmpuri electromagnetice;
- HG nr. 355/2007 – privind supravegherea sănătății lucrătorilor;
- Legea nr. 307/2006 – privind apărarea împotriva incendiilor;
- IPSSM-IEE – Instrucțiuni proprii de securitate și sănătate în muncă pentru instalațiile electrice în exploatare;
- NTE 009/2010 – Regulament general de manevre în instalațiile electrice.

C.5.3. Analiza riscurilor pe procese tehnologice

a) Proces tehnologic – măsurare, trasare pe acoperiș

Riscuri potențiale:

- cădere de la înălțime, prin marginea acoperișului sau prin luminator;
- cădere de la același nivel, pe suprafață alunecoasă sau denivelată;
- cedarea locală a învelitoarei sub greutatea lucrătorului;
- lovire cu echipamente de muncă acționate manual.

Măsuri pentru evitarea riscurilor:

- accesul pe acoperiș se face numai după montarea și recepționarea sistemului de protecție anticădere și a mijloacelor de acces permanent;
- utilizarea permanentă a hamului de siguranță ancorat la linia de viață, pe toată durata prezenței pe acoperiș;
- acoperirea sau împrejmuirea provizorie a luminatoarelor și a golurilor din planul învelitoarei, înainte de începerea oricărei activități;
- se interzice accesul pe acoperiș pe timp de ploaie, polei, ninsoare, ceață densă sau vânt cu viteză peste limita stabilită prin instrucțiunea proprie;
- circulația se face exclusiv pe traseele stabilite, deasupra elementelor portante ale învelitoarei.

b) Proces tehnologic – încărcare, descărcare, transport, depozitare materiale

Riscuri potențiale:

- prindere, lovire, strivire, zgâriere de materiale manipulate;
- prindere, lovire, strivire de echipamente de muncă și mijloace de transport în incintă sau pe drumurile publice;
- suprasolicitări fizice la manipularea manuală a modulelor;
- căderi de materiale de la înălțime, în timpul ridicării pe acoperiș;
- răsturnarea utilajului de ridicat sau depășirea sarcinii admise, în special la manipularea dulapului sistemului de stocare.

Măsuri pentru evitarea riscurilor:

- înainte de începerea lucrărilor de săpare se va verifica existența unor conductoare de energie electrică, telefonie, gaze, apă;
- utilizarea exclusivă a instalațiilor de ridicat cu verificarea I.S.C.I.R. valabilă, manevrate de personal autorizat;
- delimitarea și semnalizarea, la nivelul solului, a zonei de sub sarcină; se interzice staționarea sub sarcina suspendată;
- ridicarea modulelor pe acoperiș se face în pachete asigurate, cu dispozitive de prindere adecvate, niciodată individual, prin aruncare sau prin manipulare de la om la om;
- depozitarea temporară pe acoperiș se face numai în zonele și în cantitățile stabilite prin nota de calcul structural, cu asigurarea împotriva alunecării și a antrenării de vânt;
- constituirea echipelor de manipulare dintr-un număr adecvat de persoane, astfel încât solicitarea să nu depășească posibilitățile individuale ale lucrătorilor;
- marcarea căilor de circulație, montarea indicatoarelor de reglementare a circulației și limitarea vitezei în incintă.

c) Proces tehnologic – montare echipamente și lucrări electrice

Riscuri potențiale:

- cădere de la înălțime;

- electrocutare prin atingere directă a elementelor aflate normal sub tensiune;
- electrocutare prin atingere indirectă, la carcase intrate accidental sub tensiune;
- arc electric în curent continuu la deconectarea sub sarcină a unui circuit de string;
- șocuri termice și mecanice datorate acționării greșite a aparatajului de comutație;
- accidente la executarea lucrărilor în vecinătatea instalațiilor electrice aflate în exploatare.

Măsuri pentru evitarea riscurilor:

- utilizarea echipamentului individual de protecție corespunzător, inclusiv a mănușilor și a sculelor electroizolante;
- controlul medical la angajare și periodic;
- se interzice deconectarea sub sarcină a conectorilor fotovoltaici; separarea se face numai după oprirea inverterului și acționarea separatorului de curent continuu;
- acoperirea provizorie a modulelor sau executarea lucrărilor la partea de curent continuu în afara orelor de iluminare, atunci când natura lucrării o impune;
- verificarea lipsei de tensiune și legarea la pământ și în scurtcircuit a părții de instalație scoase de sub tensiune, înainte de începerea lucrului;
- delimitarea materială a zonei de lucru cu paravane, benzi și indicatoare de securitate, cu evidențierea clară a instalațiilor la care se lucrează față de cele la care nu se lucrează;
- interzicerea lucrului simultan la partea de curent continuu și la partea de curent alternativ ale aceluiași inverter, fără coordonare prin șeful de lucrare.

d) Proces tehnologic – lucrări la sistemul de stocare a energiei electrice

Riscuri potențiale:

- electrocutare la tensiune continuă ridicată, prezentă permanent la bornele bateriei;
- ambalare termică, cu degajare de gaze inflamabile și toxice;
- arsuri chimice și termice;
- strivire la manipularea dulapului, cu masă de ordinul tonelor pe amprentă redusă.

Măsuri pentru evitarea riscurilor:

- lucrările se execută exclusiv de personal instruit de producător sau de reprezentantul acestuia;
- se interzice intervenția în interiorul dulapului fără scoaterea de sub tensiune conform procedurii producătorului și fără verificarea lipsei de tensiune;
- se asigură mijloace de primă intervenție adecvate; se interzice utilizarea apei pentru stingere;
- zona de siguranță se delimitează material și se semnalizează, cu interzicerea accesului persoanelor neautorizate;
- manipularea dulapului se face cu utilaj dimensionat pentru masa declarată de producător, pe cale de acces verificată portant.

C.5.4. Măsuri organizatorice și tehnice pentru asigurarea sănătății și securității lucrătorilor

C.5.4.1. Măsuri organizatorice

18. Desemnarea conducătorilor locurilor de muncă, cu stabilirea atribuțiilor de serviciu privind organizarea și supravegherea sănătății.

19. Toți lucrătorii trebuie să fie instruiți pe linie de securitate și sănătate în muncă pentru lucrările pe care le execută.
20. Toți lucrătorii trebuie să fie instruiți cu tehnologia de lucru pentru lucrările pe care le execută.
21. Toți lucrătorii trebuie să fie examinați medical și psihologic la angajare și periodic, nefiind admiși la lucru cei inapți sau cu restricții medicale; pentru lucrul la înălțime se impune aviz medical distinct.
22. Trebuie să se efectueze autorizarea internă a meseriei de electrician și autorizarea I.S.C.I.R. a meseriilor de macaragiu și legător de sarcină.
23. Trebuie să se autorizeze I.S.C.I.R. echipamentele tehnice de ridicat și cele sub presiune.
24. Trebuie să se execute organizat instruirea și reinstruirea privind securitatea și sănătatea în muncă a tuturor lucrătorilor, pe baza tematicii aprobate.
25. Trebuie să se acorde echipament individual de protecție conform nomenclatorului din dosarul societății.
26. Toți lucrătorii trebuie să cunoască instrucțiunile de lucru, planurile de intervenție și evacuare în caz de necesitate.
27. La nivelul societății trebuie să se elaboreze și să se aplice planul de prevenire și protecție.
28. Se vor nominaliza persoanele care vor fi instruite și vor acorda primul ajutor în calitate de salvatori.

C.5.4.2. Măsuri tehnice

29. Protecția împotriva atingerii directe: îngrădiri fixe cu blocaje, îngrădiri provizorii, echipamente în carcase închise, respectarea distanțelor admise față de instalațiile sub tensiune, folosirea mijloacelor individuale de protecție.
30. Protecția împotriva atingerilor indirecte la carcase și elemente de susținere, inclusiv la construcțiile din beton armat: legare la pământ, izolări de protecție.
31. Blocaje împotriva acționării greșite a separatoarelor și a separatoarelor de curent continuu integrate în invertoare.
32. Protecția împotriva influențelor prin cuplaj inductiv și rezistiv și asigurarea compatibilității electromagnetice.
33. Măsuri specifice pentru lucrări în instalații aflate sub tensiune: eșalonarea lucrărilor de scoatere de sub tensiune, delimitarea zonelor de lucru, montarea dispozitivelor de legare la pământ și scurtcircuitare, măsuri organizatorice pentru admiterea la lucru.
34. Echipamente corespunzătoare mediului în care funcționează.
35. Măsuri de protecție pentru perioada de execuție, stabilite de executant pentru lucrările curente și pentru lucrările în apropierea instalațiilor sub tensiune.

Pentru realizarea zonei de lucru se vor lua următoarele măsuri:

- întreruperea tensiunii și separarea vizibilă a părții de instalație scoasă de sub tensiune;
- verificarea lipsei tensiunii;
- legarea părții de instalație la pământ și în scurtcircuit;
- delimitarea materială a zonei de lucru cu paravane, benzi, indicatoare de securitate;
- asigurarea împotriva accidentelor de natură neelectrică: marcarea și îngrădirea gropilor săpate pentru pozarea cablurilor și a platformei sistemului de stocare;

- interzicerea deplasării elementelor suspendate pe deasupra muncitorilor;
- asigurarea calării și stabilității macaralei și a schelelor utilizate;
- depozitarea pământului din săpături la o distanță de cca 1,50 m de maluri, pentru evitarea surpării terenului.

C.5.5. Măsuri igienico-sanitare

36. Șantierul trebuie dotat cu cabine de toaletă ecologice sau se asigură accesul la grupurile sanitare existente ale beneficiarului.
37. Trebuie asigurat locul unde lucrătorii se pot spăla pe mâini, cu hârtie igienică și săpun.
38. Trebuie să fie amenajat locul unde lucrătorii pot servi masa.
39. Trebuie să existe la punctul de lucru un post de prim ajutor dotat cel puțin cu trusă de prim ajutor.
40. Trebuie să se efectueze periodic igienizarea spațiilor de lucru și a grupurilor sanitare.
41. Trebuie asigurate spații prevăzute cu vestiare pentru păstrarea ținutei personalului și a echipamentului de protecție.
42. Lucrătorii trebuie să dispună de apă potabilă pe șantier, în cantități suficiente; în cazul temperaturilor extreme se asigură apă sau ceai și se alternează perioada de lucru cu perioada de repaus.

C.5.6. Cerințe minime generale pentru locurile de muncă din șantier

C.5.6.1. Stabilitate și soliditate

Materialele, în general orice element care, la o deplasare oarecare, poate afecta securitatea și sănătatea lucrătorilor, trebuie fixate într-un mod adecvat și sigur. Modulele fotovoltaice depozitate temporar pe acoperiș se asigură obligatoriu împotriva antrenării de vânt.

C.5.6.2. Detectarea și stingerea incendiilor

Pe șantier se va prevedea un număr minim de dispozitive de stingere a incendiilor, adecvate inclusiv pentru intervenția la echipamente electrice sub tensiune. Acestea trebuie întreținute și verificate periodic și trebuie să fie accesibile și ușor de manipulat.

C.5.6.3. Expunerea la riscuri particulare

În cadrul lucrării, lucrătorii pot fi expuși la niveluri de zgomot și de praf nocive, la radiație solară directă și la temperaturi ridicate pe suprafața învelitoarei metalice în sezonul cald, fiind necesară folosirea echipamentului individual de protecție corespunzător și organizarea programului de lucru în consecință.

C.5.6.4. Căderi de la înălțime

Căderile de la înălțime trebuie prevenite cu mijloace materiale, în special cu ajutorul balustradelor de protecție solide, suficient de înalte și având cel puțin o bordură, o mână curentă și protecție intermediară, sau cu un alt mijloc alternativ echivalent. Lucrările la înălțime nu pot fi efectuate, în principiu, decât cu ajutorul echipamentelor corespunzătoare sau cu ajutorul echipamentelor de protecție colectivă. În cazul în care, datorită naturii lucrărilor, nu se pot utiliza aceste echipamente, trebuie prevăzute mijloace de acces corespunzătoare și trebuie

utilizate centuri de siguranță sau alte mijloace sigure de ancorare, ancorate la sisteme certificate conform SR EN 795.

C.5.6.5. *Instalații de ridicat*

Toate instalațiile de ridicat vor avea verificarea I.S.C.I.R. la zi. Instalațiile de ridicat și accesoriile acestora, inclusiv elementele componente și elementele de fixare, de ancorare și de sprijin, trebuie să aibă o rezistență suficientă pentru utilizarea căreia îi sunt destinate, să fie corect instalate și utilizate, întreținute în stare bună de funcționare, verificate și supuse încercărilor și controalelor periodice conform dispozițiilor legale în vigoare și manevrate de lucrători calificați. Toate instalațiile de ridicat trebuie să aibă marcată în mod vizibil valoarea sarcinii maxime.

C.5.6.6. *Instalații de distribuție a energiei*

Lucrătorii trebuie să fie protejați corespunzător contra riscurilor de electrocutare prin atingere directă sau indirectă. Instalațiile existente înainte de deschiderea șantierului trebuie identificate, verificate și semnalizate în mod clar. Se va acorda o atenție deosebită faptului că circuitele de curent continuu ale centralei rămân sub tensiune permanent, independent de starea aparaturii de comutație din aval.

C.5.7. Amenajarea și organizarea șantierului

Lucrătorii nu vor fi cazați în zona sau perimetrul obiectivului de executat. Materialele, echipamentele și, în general, orice element care, la o deplasare oarecare, poate afecta securitatea și sănătatea lucrătorilor, trebuie fixate într-un mod adecvat și sigur. Materialele folosite în vederea executării lucrării vor fi aduse de către antreprenor în număr suficient zilnic. Se vor utiliza căile de circulație existente, delimitate material și semnalizate corespunzător.

C.5.8. Măsurile de coordonare și obligații ce decurg din interferența activităților

Se va efectua instructajul în materie de sănătate și securitate ocupațională pe șantier de către coordonatorul în materie de securitate și sănătate, acesta consemnându-se în procesul-verbal de instruire sau în fișa colectivă de instruire.

În vederea prevenirii accidentării membrilor formației de lucru, dar și a persoanelor care ar putea pătrunde accidental în aceste zone, se va asigura delimitarea materială a zonelor de lucru prin:

- bariere extensibile sau frânghii viu colorate, fixate pe jaloane și montate la aproximativ 1 m de la sol;
- indicatoare de securitate montate pe bariere, având spre interior inscripția „LIMITA DE ZONĂ DE LUCRU. INTERZISĂ DEPĂȘIREA”;
- indicatoare de securitate montate pe bariere, având spre exterior inscripția „STAI! ÎNALTĂ TENSIUNE. PERICOL DE ELECTROCUTARE”;
- delimitarea și semnalizarea, la nivelul solului, a perimetrului expus riscului de cădere de obiecte de la înălțime, pe toată durata lucrărilor pe acoperiș.

Lucrarea se execută într-o hală aflată în funcțiune. Antreprenorul are obligația de a stabili, împreună cu beneficiarul, măsuri de coordonare privind:

- separarea fizică a zonelor de șantier de zonele de producție;

- accesul personalului propriu în incintă și instruirea acestuia privind riscurile specifice activității beneficiarului;
- programarea în comun a opririlor de tensiune și a intervențiilor care afectează producția;
- regulile de circulație a utilajelor în incintă, în condițiile activității curente de transport a beneficiarului.

C.5.9. Măsuri generale pentru menținerea șantierului în ordine și în stare de curățenie

Antreprenorul va lua măsuri ca în zona de lucru să nu pătrundă decât lucrătorii săi. De asemenea, la sfârșitul programului de lucru zilnic, lucrătorii vor efectua curățenie la locul de muncă, respectând normele de evacuare și selectare a deșeurilor. Acoperișul se eliberează zilnic de scule, materiale mărunte și deșeuri care pot fi antrenate de vânt.

C.5.10. Indicații practice privind acordarea primului ajutor și evacuarea persoanelor

Antreprenorul trebuie să se asigure că acordarea primului ajutor se poate face în orice moment. De asemenea, antreprenorul trebuie să asigure personal pregătit în acest scop, efectuându-se și simulări pentru acordarea de prim ajutor. Trebuie luate măsuri pentru a asigura evacuarea, pentru îngrijiri medicale, a lucrătorilor accidentați sau victime ale unei îmbolnăviri neașteptate. În caz de eveniment se va solicita prezența serviciilor specializate la telefonul 112.

Se va prevedea și se va exersa procedura de salvare de la înălțime, pentru situația în care un lucrător rămâne suspendat în hamul de siguranță după oprirea unei căderi. Timpul maxim admis de suspendare este cel indicat de producătorul echipamentului.

Întocmit,

ing. S. Capîlnean

D. DETALII DE EXECUȚIE

Prezentul capitol detaliază tehnologia de execuție a lucrărilor descrise în capitolul C – Caiet de sarcini. El stabilește ordinea operațiilor, condiționările dintre ele, criteriile de acceptare la finalul fiecărei etape și punctele de oprire obligatorii. Detaliile de execuție se citesc împreună cu planșele proiectului și cu prescripțiile de montaj ale producătorilor echipamentelor efectiv livrate.

D.1. Precizare privind nediscriminarea ofertanților

Prezentul capitol este redactat astfel încât să nu limiteze accesul niciunui operator economic la procedura de atribuire. În acest scop se aplică următoarele reguli de redactare:

- nu se indică nicio denumire de producător, marcă, brevet, tip, procedeu specific sau origine, nici în text, nici în figuri, nici în denumirile de componente;
- acolo unde tehnologia de montaj depinde de echipamentul efectiv livrat — distanțe de gabarit, cupluri de strângere, poziții admise ale clemelor pe ramă, secvențe de punere în funcțiune — se face trimitere la prescripțiile producătorului echipamentului ofertat, nu la valorile unui produs anume;
- valorile numerice preluate din configurația de referință a proiectului sunt marcate explicit ca atare și nu constituie cerință de conformitate;
- cerințele obligatorii sunt exprimate ca funcții de îndeplinit și ca criterii de acceptare măsurabile, verificabile pe orice produs care le satisface;
- acolo unde o cerință restrânge alegerea ofertantului — de exemplu obligația de a utiliza conectori proveniți de la un singur producător pe același traseu — restrângerea este însoțită de justificarea tehnică și nu desemnează producătorul.

Interdicția de asociere a conectorilor fotovoltaici de la producători diferiți pe același traseu nu este o preferință de marcă, ci o cerință de securitate: perechile de conectori de la producători diferiți pot cupla mecanic fără a realiza un contact electric conform, iar defectul rezultat este un arc electric în curent continuu, nedetectabil vizual. Ofertantul alege liber producătorul; obligația este de a-l păstra unic pe traseul respectiv și de a prezenta declarația de compatibilitate.

D.2. Etapele de lucru pentru implementarea centralei fotovoltaice și a sistemului de stocare

Lucrările se execută etapizat, conform graficului de execuție. Etapele principale sunt:

1. Lucrări pregătitoare: organizarea de șantier, releveul învelitoarei, încercările de smulgere in situ și trasarea.
2. Montarea mijloacelor de acces permanent și a sistemului de protecție anticădere pe acoperiș.
3. Montarea sistemului de susținere coplanar pe învelitoare.
4. Montarea modulelor fotovoltaice în orientare portret.
5. Realizarea stringurilor și a instalației de curent continuu.
6. Montarea cadrului metalic suport, a invertoarelor
7. Montarea tabloului de curent alternativ al centralei și a instalației de curent alternativ.
8. Execuția platformei și montarea sistemului de stocare a energiei electrice.
9. Realizarea instalației de echipotențializare, de legare la pământ și a legăturilor la sistemul de protecție împotriva trăsnetului.

10. Montarea echipamentelor de măsură și de monitorizare și realizarea buclei de limitare a exportului.
11. Intervenții în postul de transformare pentru grupul de măsură, condiționate de răspunsul scris al operatorului de distribuție.
12. Marcarea, etichetarea și semnalizarea instalației.
13. Probe, verificări, punere în funcțiune și racordare.

Toate aceste etape vor fi executate de personal de specialitate și autorizat pentru fiecare tip de lucrare în parte. Pe toată durata de execuție a lucrărilor, executantul este obligat să respecte procedurile de acces și de protecție fizică interne ale beneficiarului, hala fiind în funcțiune, ținând cont de prevederile acestora la realizarea graficului de execuție.

Pentru lucrările executate se fac:

- recepții parțiale pentru lucrări ascunse;
- recepții pe faze determinante, conform programului de urmărire a execuției;
- recepție la terminarea lucrărilor.

D.2.1.1. Condiționări obligatorii între etape

Nu se execută...	...înainte de
Lansarea comenzii pentru sistemul de susținere	obținerea rezultatelor încercărilor de smulgere in situ și confirmarea notei de calcul structural
Accesul de lucru pe acoperiș	montarea și recepționarea mijloacelor de acces permanent și a sistemului de protecție anticădere
Montarea modulelor	recepția pe faze determinante a sistemului de susținere, cu verificarea cuplurilor de strângere și a etanșării străpungerilor
Conectarea stringurilor la invertoare	verificarea polarității, a tensiunii de mers în gol și a rezistenței de izolație pe fiecare dintre cele 98 de stringuri
Poziționarea dulapului sistemului de stocare	atingerea rezistenței prescrise a betonului platformei și recepția acesteia
Intervenția în tabloul electric general și în postul de transformare	programarea scrisă a opririi cu beneficiarul și cu operatorul de distribuție, cu minimum 10 zile lucrătoare în avans
Punerea sub tensiune a centralei	recepția instalației de legare la pământ, existența buletinelor P.R.A.M. și parametrizarea protecțiilor de interfață
Funcționarea centralei la putere	demonstrarea prin probă a funcționării buclei de limitare a exportului

Detalierea etapelor de execuție se prezintă mai jos.

D.3. Lucrări pregătitoare

D.3.1. D Relevul învelitoarei și verificarea capacității de ancorare

Înainte de orice comandă de material, executantul efectuează, împreună cu proiectantul, un relev al învelitoarei care cuprinde:

- poziția reală, dimensiunile și cota luminatoarelor, a gurilor de evacuare a fumului și gazelor fierbinți, a coamelor, a jgheaburilor și a oricăror echipamente existente pe acoperiș;
- azimutul efectiv al celor două versante și panta reală, măsurate instrumental;
- direcția nervurilor învelitoarei și poziția elementelor portante din structura de rezistență;
- grosimea tablei superioare și tipul îmbinărilor;
- starea de conservare a învelitoarei, cu marcarea zonelor cu coroziune sau deformații.

Rezultatele relevului se consemnează într-un proces-verbal semnat de executant, beneficiar și proiectant. Abaterile de peste 2° ale azimutului sau ale pantei față de valorile din proiect se semnalează în scris proiectantului și se tratează prin dispoziție de șantier.

D.3.1.1. Încercări de smulgere in situ

Capacitatea de ancorare a elementelor de fixare în structura existentă se determină experimental, nu se estimează. Se execută minimum 5 încercări de smulgere, distribuite pe zonele reprezentative ale învelitoarei, inclusiv în zonele de margine și de colț, cu elementul de fixare efectiv propus de ofertant.

Element	Cerință
Numărul de încercări	minimum 5, distribuite pe zone reprezentative; se suplimentează dacă rezultatele prezintă dispersie mare
Momentul execuției	înainte de lansarea comenzii pentru sistemul de susținere
Elementul încercat	elementul de fixare efectiv propus, montat în condițiile reale de execuție
Criteriul de acceptare	forța de smulgere caracteristică $\geq 3 \times$ forța de calcul rezultată din nota de calcul structural
Documentul rezultat	raport de încercare semnat, cu poziția punctelor, valorile măsurate și modul de cedare
Consecința neîndeplinirii	se reproiectează schema de fixare, cu densificarea punctelor sau cu ancorare directă în elementele portante; costul se suportă de executant dacă a propus un alt sistem decât cel de referință

D.3.2. Trasarea câmpurilor fotovoltaice

Trasarea se execută pe baza planului de învelitoare, cu instrumente topografice sau cu ruletă și fir trasator, și se materializează prin marcaje care rezistă până la montarea sistemului de susținere. La trasare se respectă:

- zonele libere prevăzute în proiect în jurul luminatoarelor, al gurilor de evacuare a fumului și gazelor fierbinți și al utilajelor existente pe acoperiș;

- culoarele de circulație și de intervenție, care rămân libere pe toată durata exploatării;
- distanța liberă față de marginile acoperișului, în valoarea din proiect;
- poziția rândurilor astfel încât modulele să rezulte în orientare portret, cu latura lungă pe direcția pantei;
- poziționarea punctelor de fixare deasupra elementelor portante, conform releveului.

Configurația de referință prevede 2.016 module dispuse pe două subcâmpuri, cu 1.022 module pe versantul estic și 994 pe cel vestic. Numărul de module nu se modifică. Dacă din trasarea efectivă rezultă că un modul nu poate fi amplasat în poziția din proiect, se solicită dispoziție de șantier; nu se reduce numărul de module și nu se ocupă zonele libere prevăzute.

D.3.3. Mijloace de acces și protecție anticădere

Înainte de începerea lucrărilor pe acoperiș se execută:

1. Mijlocul de acces permanent — scară fixă metalică cu apărătoare de siguranță sau trapă de acces cu balustradă de protecție, conform SR EN ISO 14122.
2. Sistemul de protecție anticădere de tip linie de viață, cu ancoraje certificate conform SR EN 795, montat conform proiectului de detaliu al furnizorului și recepționat prin proces-verbal.
3. Acoperirea sau împrejmuirea provizorie a luminatoarelor și a golurilor din planul învelitoarei.
4. Delimitarea și semnalizarea, la nivelul solului, a perimetrului expus riscului de cădere de obiecte.

Traseul liniei de viață se poate suprapune peste zonele libere prevăzute în jurul luminatoarelor, fără pierdere de suprafață utilă. Recepția sistemului anticădere constituie punct de oprire: fără procesul-verbal de recepție nu se admite accesul de lucru pe acoperiș.

D.4. Montarea sistemului de susținere coplanar

Sistemul de susținere se montează coplanar cu învelitoarea, pe panta existentă de cca 5...6°, fără elemente de ridicare sau de modificare a unghiului de înclinare. Montajul se execută conform instrucțiunilor producătorului sistemului efectiv livrat și notei de calcul structural aferente.

D.4.1. Fixarea pe învelitoare

- Elementele de fixare se montează în punctele trasate, deasupra elementelor portante identificate prin releveu; nu se admite fixarea exclusiv în tabla superioară a panoului sandwich.
- Fiecare străpungere se etanșează cu garnitură sau cu accesoriu de etanșare compatibil cu tipul învelitoarei, montat conform prescripției producătorului.
- Strângerea se execută cu scula prescrisă, la cuplul indicat de producătorul elementului de fixare. Suprastrângerea, care deformează tabla și compromite etanșarea, se tratează ca neconformitate și impune refacerea punctului.
- Densitatea punctelor de fixare rezultă din nota de calcul; în zonele de margine și de colț ale acoperișului densitatea se majorează conform CR 1-1-4/2012.
- Se evită contactul direct între metale cu potențiale electrochimice incompatibile; unde acesta nu poate fi evitat, se interpun elemente de separare.

D.4.2. Montarea profilelor de susținere

- Profilele se dispun perpendicular pe direcția nervurilor învelitoarei, la deschiderea între reazeme rezultată din nota de calcul pentru sistemul efectiv livrat.
- Îmbinările de continuitate se poziționează în vecinătatea unui punct de fixare, nu la mijlocul deschiderii.
- Se prevăd rosturi de dilatație la intervalele indicate de producător, pentru preluarea variațiilor dimensionale pe intervalul de temperatură de la -40°C la $+85^{\circ}\text{C}$.
- Abaterea de la coplanaritate se verifică cu dreptarul: maximum 5 mm pe o lungime de 3 m.
- Se verifică și se asigură continuitatea electrică între profile, prin construcția sistemului sau prin cleme de echipotențializare dedicate.

Deschiderea între reazeme, densitatea elementelor de fixare, tipul îmbinărilor și cuplurile de strângere sunt parametri proprii fiecărui sistem de montaj. Ele se preiau din documentația tehnică a sistemului efectiv oferit și din nota de calcul întocmită de ofertant, nu din prezentul capitol.

D.4.2.1. Punct de oprire

Sistemul de susținere montat se recepționează ca fază determinantă, înainte de montarea modulelor. Se verifică: poziția în plan, coplanaritatea, cuplurile de strângere prin sondaj pe minimum 5 % dintre puncte, etanșarea tuturor străpungerilor și continuitatea electrică.

D.5. Montarea modulelor fotovoltaice

Centrala se realizează din 2.016 module fotovoltaice cu puterea unitară minimă de 485 Wp, montate în orientare portret pe sistemul de susținere coplanar, rezultând puterea instalată de 977,76 kWp în curent continuu.

D.5.1. Manipularea modulelor

- Modulele se transportă pe acoperiș în ambalajul original, în pachete asigurate, cu dispozitive de prindere adecvate; nu se ridică individual și nu se manipulează prin aruncare sau din mână în mână.
- Se manipulează de minimum două persoane, prin apucare de ramă; nu se apucă de cutia de conexiuni sau de conductoare.
- Nu se calcă pe module, nu se depozitează obiecte pe suprafața lor și nu se sprijină pe colț.
- Depozitarea temporară pe acoperiș se face exclusiv în zonele și în cantitățile admise prin nota de calcul structural, cu asigurare împotriva antrenării de vânt.
- Modulele cu sticla fisurată, cu rama deformată, cu cutia de conexiuni desprinsă sau cu conductoare deteriorate se retrag din lucrare, indiferent de rezultatul măsurărilor electrice.

D.5.2. Fixarea modulelor

- Modulele se fixează cu cleme intermediare și cleme de capăt, exclusiv în zonele de prindere admise, indicate în manualul de instalare al producătorului modulului. Fixarea în afara acestor zone anulează garanția și modifică rezultatul verificării la încărcări.
- Cuplul de strângere al clemelor este cel prescris de producătorul sistemului de montaj; se aplică cu cheie dinamometrică.
- Rostul dintre module în cadrul aceluiași rând este cel prescris de producătorul sistemului de montaj, uniform, cu abatere maximă de ± 2 mm.

- Se verifică orientarea: latura lungă a modulului pe direcția pantei. Nu se admite montajul în orientare peisaj.
- Fiecare modul se leagă la instalația de echipotențializare, direct sau prin continuitatea asigurată de sistemul de montaj, verificată prin măsurare.

Quantități de profile, cleme și elemente de fixare din listele de cantități sunt calculate pentru orientarea portret. Trecerea la orientarea peisaj ar modifica lungimea de profil pe modul în raportul dintre latura scurtă și latura lungă a modulului și ar invalida atât cantitățile, cât și verificarea la încărcări. Orientarea nu se modifică.

D.6. Realizarea stringurilor și a instalației de curent continuu

D.6.1. Configurația stringurilor

Centrala este organizată în 98 de stringuri, repartizate pe 8 invertoare, cu 16...21 module pe string, conform tabelului de organizare a stringurilor din proiect. Nu se prevăd tablouri intermediare de curent continuu: stringurile se conectează direct la intrările invertoarelor, cu maximum două stringuri pe un următor al punctului de putere maximă.

Invertor	Stringuri	Module	kWp	Raport c.c./c.a.
1	12	249	120,77	1,05
2	12	245	118,83	1,03
3	12	237	114,94	1,00
4	13	260	126,10	1,10
5	12	252	122,22	1,06
6	12	248	120,28	1,05
7	12	252	122,22	1,06
8	13	273	132,41	1,15
Total	98	2.016	977,76	1,063

D.6.1.1. Reguli de asociere a stringurilor pe următoare

- Pe același următor al punctului de putere maximă se conectează exclusiv stringuri cu același număr de module și cu aceeași orientare a subcâmpului.
- Dacă această condiție nu poate fi respectată local, stringul se conectează singur pe următorul respectiv.
- Nu se paralelizează stringuri în afara invertorului, prin cutii de joncțiune sau prin conectori multiplicatori.
- Repartizarea efectivă se consemnează în documentația as-built, la nivel de string, următor și invertor.

Asocierea pe același următor a unor stringuri cu număr diferit de module conduce la pierderi permanente de energie: următorul se poziționează pe un punct de compromis, iar stringul mai lung funcționează în afara

punctului său de putere maximă. Pierderea nu este semnalată ca defect și nu apare la punerea în funcțiune, ci doar în bilanțul anual de energie, care face obiectul unui indicator asumat prin contractul de finanțare.

D.6.2. Cablarea stringurilor

- Conductoarele de string sunt de tip cablu solar monoconductor de $1 \times 10 \text{ mm}^2$, cupru cositorit, cu tensiune nominală de 1,5 kV în curent continuu, conform fișei tehnice din capitolul C.2.
- Conductorul pozitiv și cel negativ ai aceluiași string se pozează împreună, pe același traseu și în același jgheab, pentru minimizarea suprafeței buclei de inducție și, implicit, a supratensiunilor induse de trăsnet.
- Raza de curbura nu scade sub $4 \times$ diametrul exterior al cablului.
- Fixarea pe profilele sistemului de montaj se face cu cleme rezistente la radiație ultravioletă, la interval de maximum 300 mm pe traseele libere; se interzice utilizarea colierelor din poliamidă nestabilizată.
- Cablurile nu se așază pe suprafața învelitoarei, nu se sprijină pe muchii tăioase și nu se lasă în bucle libere expuse vântului.
- Traseele magistrale se pozează în jgheab metalic zincat la cald, cu grad de umplere maximum 40 % și cu capac; jgheabul se leagă la instalația de echipotențializare la ambele capete și la fiecare tronson întrerupt.
- La trecerea prin elemente de construcție se prevăd treceri etanșe; la trecerea prin elemente cu rol de rezistență la foc, etanșarea se execută cu sisteme certificate, la nivelul de rezistență la foc al elementului străpuns.
- Lungimea maximă de traseu prevăzută în proiect este de 180 m pe conductor. Dacă traseul efectiv o depășește, executantul reface verificarea căderii de tensiune și o supune aprobării proiectantului.

D.6.3. Conectori și fuzibili de string

- Conexiunile stringurilor se realizează exclusiv prin conectori fotovoltaici compatibili cu secțiunea de 10 mm^2 , cu tensiune nominală de minimum 1.500 V în curent continuu și grad de protecție IP68 în stare cuplată.
- Pe același traseu se utilizează conectori proveniți de la un singur producător. Asocierea de conectori de la producători diferiți este interzisă, întrucât cuplarea mecanică nu garantează un contact electric conform și generează risc de arc electric.
- Sertizarea se execută exclusiv cu unealta prescrisă de producătorul conectorului. Se verifică prin sondaj, pe minimum 2 % dintre conexiuni, forța de smulgere, conform valorii prescrise.
- Fiecare string se protejează cu element fuzibil de tip gPV, curent nominal 25 A, tensiune nominală minimum 1.500 V în curent continuu, montat pe ambele polarități, în portfuzibil etanș cu grad de protecție minimum IP65 — în total 196 de seturi.
- Portfuzibilii se amplasează accesibil pentru verificare și înlocuire, în afara zonei de sub module, și se etichetează cu identificatorul stringului.
- Se interzice cuplarea sau decuplarea conectorilor sub sarcină. Separarea se face numai după oprirea invertorului și acționarea separatorului de curent continuu integrat.

D.6.4. Verificări înainte de conectarea la invertore

Înainte de conectarea oricărui string la invertor se execută și se consemnează, pe fiecare dintre cele 98 de stringuri:

1. Verificarea polarității la ambele capete.
2. Măsurarea tensiunii de mers în gol, cu corecție de temperatură, și compararea cu valoarea calculată pentru numărul de module al stringului; abatere admisă $\pm 5 \%$.
3. Măsurarea curentului de scurtcircuit, la iradiere de minimum 600 W/m^2 ; abatere admisă $\pm 10 \%$ față de valoarea de referință și $\pm 5 \%$ între stringuri de aceeași lungime.
4. Măsurarea rezistenței de izolație la 1.000 V în curent continuu, între conductoarele active legate împreună și pământ; valoare minimă $1 \text{ M}\Omega$, măsurare pe timp uscat.
5. Verificarea continuității conductoarelor de echipotențializare, cu curent de minimum 200 mA ; valoare maximă 1Ω .

Conectarea unui string cu polaritate inversată la un invertor produce, în cel mai bun caz, blocarea următorului respectiv și, în cel mai rău caz, distrugerea etajului de intrare. Verificarea polarității pe 100 % dintre stringuri, înainte de conectare, este obligatorie și nu se înlocuiește cu verificarea prin sondaj.

D.7. Montarea cadrului metalic, a invertoarelor

D.7.1. Cadrul metalic suport

- Cadrul se execută din oțel de construcții zincat termic, în varianta autoportantă, cu preluarea integrală a încărcărilor prin ancorare în pardoseală. Nu se admite rezemarea pe pereții de închidere ai camerei tehnice.
- Ancorarea în pardoseală se execută cu ancore dimensionate prin calcul, conform detaliilor de execuție ale confecției metalice; se verifică grosimea și starea plăcii de pardoseală înainte de execuție.
- Cadrul se realizează pe două niveluri, cu spațiu liber de acces frontal de minimum 800 mm și cu asigurarea distanțelor de gabarit impuse de producătorul invertorului efectiv livrat.
- Pentru nivelul superior se asigură mijloc de acces sigur pentru mentenanță; nu se admite intervenția de pe scări sprijinite pe echipamente.
- Cadrul se leagă la instalația de echipotențializare, cu verificarea continuității.
- Verticalitatea se verifică cu bolobocul: abatere maximum 1 mm/m ; poziția în plan: abatere maximum $\pm 10 \text{ mm}$.

D.7.2. Montarea invertoarelor

Invertoarele se montează pe cadrul metalic din camera tehnică, cu respectarea următoarelor reguli generale de montaj, valabile pentru orice echipament de acest tip:

- Poziția de montaj este verticală sau înclinată spre spate cu unghiul maxim admis de producător. Nu se montează pe orizontală, cu înclinare spre față, cu înclinare spre spate peste limita admisă sau cu capul în jos.
- Se respectă distanțele minime de gabarit din manualul de instalare al producătorului, pe toate direcțiile, atât pentru un invertor izolat, cât și pentru montajul mai multor invertoare alăturate; distanțele asigură circulația aerului de răcire și accesul pentru mentenanță.
- Se interzice acoperirea invertorului sau așezarea de obiecte pe acesta.
- Se asigură accesul vizual la elementele de semnalizare și la punctele de conexiune, pentru inspecție.
- Se verifică sensul de circulație a aerului de răcire, astfel încât aerul cald evacuat de un invertor să nu fie aspirat de un altul.

- Racordarea circuitelor de curent continuu și de curent alternativ se face după fixarea mecanică definitivă, cu presetupe corespunzătoare secțiunii cablurilor și cu păstrarea gradului de protecție al carcasei.
- Fiecare invertor se leagă la instalația de echipotențializare prin borna dedicată.

Distanțele minime de montaj, unghiul maxim de înclinare admis și cuplurile de strângere ale conexiunilor sunt parametri proprii fiecărui echipament. Ele se preiau din manualul de instalare al invertorului efectiv livrat, care se predă beneficiarului odată cu documentația as-built. Prezentul capitol nu impune valorile unui produs anume.

D.7.3. Instalația de climatizare a camerei tehnice

- Instalația de climatizare se verifica înaintea punerii în funcțiune a invertoarelor și se probează independent.

D.8. Montarea tabloului de curent alternativ și a instalației de curent alternativ

D.8.1. Tabloul de curent alternativ al centralei

- Tabloul se montează în camera tehnică, în poziția din planșe, cu asigurarea spațiului de deservire din față și a accesului pentru mentenanță.
- Carcasa se fixează pe soclu sau pe perete, în funcție de tipovarianta constructivă, cu elemente de asamblare care rezistă la solicitările din transport, manipulare și exploatare.
- Accesul cablurilor se face pe la partea inferioară a tabloului, prin presetupe corespunzătoare secțiunii cablurilor utilizate, cu păstrarea gradului de protecție declarat.
- Conexiunile pe bare și cele ale cablurilor de secțiune mare se strâng cu cheie dinamometrică, la cuplurile prescrise de producătorul aparatajului, cu verificare 100 % și consemnare în fișă.
- Bornele de legare la pământ se marchează vizibil; carcasa și toate elementele metalice se leagă la instalația de echipotențializare.
- Se verifică forma de separare interioară realizată și existența raportului de verificare de tip al ansamblului.
- Se verifică succesiunea fazelor pe fiecare plecare și se consemnează.

D.8.2. Circuitele de curent alternativ

- Coloanele de la invertore la tabloul centralei și legătura dintre tablou și tabloul electric general se execută cu cablurile de tipul și secțiunile din planșe, care sunt valori minime.
- La pozarea și manevrarea cablurilor nu se depășesc razele minime de curbură prescrise de producător; pentru cablurile cu izolație din polietilenă reticulată raza de curbură nu scade sub $12 \times$ diametrul exterior.
- Cablurile pozate în jgheab se dispun într-un singur strat acolo unde este posibil; factorul de grupare rezultat din modul efectiv de pozare se ia în considerare la verificarea secțiunii.
- Se păstrează o rezervă de cablu la fiecare capăt, pentru refacerea conexiunilor în caz de defect.
- Capetele de cablu se execută cu accesorii corespunzătoare secțiunii și tipului de cablu; conductorul de protecție se conectează înaintea conductoarelor active și se deconectează ultimul.
- Traseele se etichetează la ambele capete și la fiecare schimbare de direcție, cu identificatorul din planșe.

D.8.2.1. Pozarea în pământ a circuitelor exterioare

Pentru circuitele exterioare care se pozează în pământ, inclusiv legăturile către sistemul de stocare, se respectă NTE 007/08/00:

- adâncimea și lățimea șanțului conform planșelor; cablurile se așază între două straturi de nisip sau de pământ cernut de câte 10 cm grosime;
- peste stratul superior se pune folie avertizoare pe toată lungimea traseului;
- astuparea șanțului se face în straturi succesive de 20 cm, compactate; la terminarea lucrărilor zona se aduce la starea inițială;
- se respectă distanțele de siguranță față de celelalte rețele și construcții, conform NTE 007/08/00;
- înainte de săpătură se identifică, prin sondaje manuale, traseele instalațiilor edilitare existente.

D.9. Execuția platformei și montarea sistemului de stocare

D.9.1. Platforma

- Platforma din beton armat se dimensionează structural, pe baza masei și a amprentei declarate de producătorul sistemului efectiv livrat; nu se execută pe bază de estimare.
- Cota superioară a platformei se ridică deasupra nivelului terenului amenajat, cu pantă de scurgere a apelor pluviale în exteriorul amprentei echipamentului.
- Se prevăd, înainte de turnare, tuburile de protecție pentru traseele de cabluri și piesele înglobate pentru ancorare, în pozițiile din detaliile de execuție.
- Poziționarea dulapului se face numai după atingerea rezistenței prescrise a betonului și după recepția platformei.
- Toleranțe: cota superioară ± 10 mm; planeitate 3 mm/2 m.

D.9.2. Montarea sistemului de stocare

- Transportul și descărcarea se execută cu utilaj dimensionat pentru masa declarată, pe cale de acces verificată portant; se interzice staționarea sub sarcină.
- Poziționarea și ancorarea se execută conform prescripțiilor de ancorare din manualul producătorului.
- Se respectă distanțele de siguranță din manualul de instalare, față de închiderile clădirii, față de golurile de fereastră și de ușă și față de căile de acces și de evacuare.
- Se execută împrejmuirea de protecție și se delimitează zona de siguranță, cu poartă de acces cu încuietoare.
- Convertorul bidirecțional se montează în poziția din planșe, cu racordarea circuitelor de curent continuu și de curent alternativ după fixarea mecanică definitivă.
- Dulapul, convertorul și împrejmuirea se leagă la instalația de echipotențializare și la priza de pământ locală.
- Se montează corpurile de iluminat exterioare din zona sistemului de stocare, necesare pentru intervenție și mentenanță pe timp de noapte.
- Punerea în funcțiune se execută de personal instruit de producător sau de reprezentantul acestuia, cu configurarea strategiei de încărcare și descărcare corelate cu limitarea la export zero și cu curba de sarcină a halei.

Sistemul de stocare rămâne amplasat la exterior. Masa echipamentului, riscul de ambalare termică cu degajare de gaze inflamabile, imposibilitatea stingerii clasice cu apă și vecinătatea camerei tehnice cu centrala termică pe gaz fac ca amplasarea în interior să nu fie susținută, indiferent de normativul de securitate la incendiu aplicabil.

D.10. Instalația de echipotențializare, de legare la pământ și legăturile la sistemul de protecție împotriva trăsnetului

Protecția personalului împotriva tensiunilor de atingere și de pas se asigură prin realizarea unei instalații de legare la pământ la care se racordează toate elementele metalice care în mod normal nu fac parte din circuitul curenților de lucru, dar care în mod accidental, în urma unui defect, pot fi puse sub tensiune.

- Se leagă la instalația de echipotențializare: ramele modulelor, profilele sistemului de susținere, jgheaburile metalice, cadrul suport al invertoarelor, carcasele invertoarelor, tabloul de curent alternativ, dulapul sistemului de stocare, convertorul bidirecțional și împrejmuirea de protecție.
- Conductorul de echipotențializare este din cupru cositorit, izolat, cu secțiunea minimă conform SR EN 62305-3 pentru curent parțial de trăsnet; secțiunile din proiect sunt minime.
- Clemele de legare a ramelor și a profilelor sunt din oțel inoxidabil, cu pătrundere prin stratul de anodizare, certificate pentru curent parțial de trăsnet.
- Barele de egalizare a potențialelor se montează în pozițiile din planșe, în execuție pentru exterior.
- Legăturile la sistemul de protecție împotriva trăsnetului existent se realizează cu accesorii dimensionate pentru curent parțial de trăsnet.
- Se verifică distanța de separare față de elementele sistemului de captare, conform SR EN 62305-3 și planșei dedicate; unde distanța nu poate fi respectată, se realizează legătură echipotențială controlată.
- Se verifică încadrarea planului superior al modulelor în volumul protejat de sistemul de captare existent, cu atenție la colțurile acoperișului; dacă verificarea nu se confirmă, se completează instalația de captare.
- Priza de pământ se execută și se completează conform breviarului de calcul anexat documentației, până la o rezistență de dispersie sub 1Ω , valoare impusă de utilizarea comună cu sistemul de protecție împotriva trăsnetului.
- Descărcătoarele de supratensiune se montează în pozițiile din planșe, cu conductoare de legătură cât mai scurte și fără bucle, pentru limitarea căderii de tensiune inductive.

D.10.1.1. Punct de oprire

Instalația de echipotențializare și de legare la pământ se recepționează ca fază determinantă, înainte de mascarea traseelor. Se predau buletinele P.R.A.M. pentru rezistența de dispersie, continuitate și rezistență de izolație.

D.11. Echipamentele de măsură și bucla de limitare a exportului

Centrala funcționează în regim de prosumator fără injecție în rețea. Puterea maximă evacuată în rețeaua operatorului de distribuție este zero, iar respectarea acestei condiții se realizează prin două bariere independente: o buclă de reglaj care limitează dinamic producția și o protecție de injecție inversă care deconectează centrala.

D.11.1. Montarea transformatoarelor de curent

- Transformatoarele de curent pentru bucla de limitare se montează pe bara principală a tabloului electric general, nu pe cablurile de sursă; alimentarea tabloului se realizează prin mai multe cabluri în paralel, ceea ce face nefezabilă măsurarea pe cablu.
- Se respectă sensul de montaj indicat pe carcasă, cu orientarea corectă a bornei primare spre sursă.
- Miezurile secundare destinate măsurii și cele destinate protecției se cablează separat, astfel încât o defecțiune a unui circuit secundar să nu anuleze simultan ambele bariere.
- Circuitele secundare se scurtcircuitază înainte de orice intervenție și se echipează cu șir de cleme de testare și de scurtcircuitare, care permite verificarea grupului de măsură fără întreruperea circuitului secundar.
- Cablajul secundar este ecranat, cu ecranul legat la pământ într-un singur capăt.
- Montarea se execută în oprire programată, comasată cu celelalte intervenții care necesită scoaterea de sub tensiune, într-o singură fereastră de oprire a producției.

D.11.2. Parametrizarea buclei de limitare

1. Se verifică, prin releveu de circuite și prin măsurători, că toate sursele și toate sarcinile instalației de utilizare se află în aval de punctul de măsurare. Orice circuit ocolit invalidează bucla.
2. Se configurează pragul de reglaj cu menținerea unui import de 20...30 kW, ca bandă moartă care absoarbe eroarea de măsură a transformatoarelor de curent și oscilația buclei.
3. Se configurează timpul de răspuns al buclei la valoarea confirmată în scris de operatorul de distribuție.
4. Se configurează comportarea la avarie: la pierderea comunicației cu senzorul de putere sau cu invertoarele, trecerea automată și necondiționată a producției la 0 % putere activă.
5. Se parametrizează protecțiile de interfață ale celor 8 invertoare și ale convertorului bidirecțional, conform Ordinului A.N.R.E. nr. 228/2018 și avizului tehnic de racordare.
6. Se parametrizează releul de protecție de injecție inversă și se verifică prin injecție secundară.
7. Se integrează sistemul de stocare în strategia de reglaj, astfel încât surplusul de producție să fie absorbit în baterie înainte de limitarea invertoarelor.

Banda moartă de 20...30 kW import menținut nu este o abatere de la condiția de injecție zero, ci mijlocul prin care aceasta se realizează practic. O buclă reglată exact pe zero oscilează în jurul punctului de comutație și produce injecții scurte, măsurabile de contorul operatorului. Valoarea efectivă a benzii moarte și timpul de răspuns se confirmă în scris de operatorul de distribuție înaintea punerii în funcțiune.

D.12. Intervenții în postul de transformare

Lucrările din prezentul subcapitol sunt condiționate. Nu se comandă materiale și nu se execută intervenții în postul de transformare înainte de primirea răspunsului scris al operatorului de distribuție privind cine suportă și cine execută montajul reductorilor de curent și în ce etapă se montează efectiv aceștia.

- Lucrarea intră obligatoriu în proiectul tehnic de execuție al instalației de utilizare, supus avizării comisiei operatorului de distribuție.
- Execuția se realizează de constructor atestat A.N.R.E. pentru lucrări de medie tensiune, cu șef de lucrare având minimum gradul IIIB.

- Intervenția pe coloana generală de joasă tensiune nu se poate executa sub tensiune; oprirea postului de transformare se coordonează cu operatorul de distribuție și cu beneficiarul și se comasează cu oprirea tabloului electric general.
- Înainte de execuție se verifică pe teren existența spațiului fizic pe coloana generală pentru montarea reductorilor de curent.
- Reductorii de curent se montează cu respectarea sensului și a clasei de exactitate impuse prin avizul tehnic de racordare.
- Se execută inscripționările impuse prin avizul tehnic de racordare pe plecarea din postul de transformare și pe cutiile de secționare, cu indicarea adresei locului de consum și de producere.
- Sigilarea grupului de măsură se execută exclusiv de operatorul de distribuție; executantul asigură numai asistența.

D.13. Marcare, etichetare și semnalizare

- Stringurile se etichetează permanent, cu identificatorul din proiect, la ambele capete ale traseului.
- Polaritatea se marchează permanent pe fiecare conductor, la fiecare punct de conexiune.
- Traseele de curent continuu se marchează cu plăcuțe de avertizare privind prezența permanentă a tensiunii continue, la intervale care asigură vizibilitatea pe întregul traseu și la fiecare trecere prin element de construcție.
- Punctele de separare accesibile echipelor de intervenție se marchează distinct și se indică în planul de intervenție.
- Se execută inscripționarea privind regimul de prosumator și prezența tensiunii inverse, în locurile impuse prin avizul tehnic de racordare.
- Zona sistemului de stocare se semnalizează cu indicarea riscului electric, a prezenței bateriilor cu litiu, a interdicției de stingere cu apă, și se afișează planul de intervenție.
- Tablourile, circuitele și aparatele se etichetează conform schemelor din proiect; etichetele sunt durabile și lizibile pe toată durata de exploatare.

Marcarea traseelor de curent continuu nu este o formalitate de documentație. Partea de curent continuu a unei centrale fotovoltaice nu poate fi scoasă de sub tensiune prin acționarea unui aparat de comutație din aval: modulele produc tensiune atât timp cât sunt iluminate. Informația transmisă prin marcaje este singurul mijloc prin care o echipă de intervenție poate identifica traseele rămase sub tensiune.

D.14. Probe, punere în funcțiune și recepție

Probele, verificările și criteriile de acceptare sunt cele stabilite la punctul C.1.4 din caietul de sarcini. Succesiunea la punerea în funcțiune este următoarea:

1. Verificarea completitudinii lucrărilor și a documentelor de calitate ale materialelor puse în operă.
2. Verificările pe partea de curent continuu, pe fiecare string: continuitate, polaritate, tensiune de mers în gol, curent de scurtcircuit, rezistență de izolație.
3. Verificările pe partea de curent alternativ: izolație, continuitate, priză de pământ, succesiunea fazelor, cupluri de strângere, reglaje de protecție.
4. Verificarea instalației de climatizare
5. Punerea sub tensiune a tabloului de curent alternativ și verificarea funcționării aparaturii.

6. Punerea în funcțiune succesivă a invertoarelor, cu verificarea individuală a producției pe fiecare următor.
7. Punerea în funcțiune a sistemului de stocare și ciclul complet de încărcare și descărcare, cu verificarea capacității utile.
8. Probele funcționale ale buclei de limitare a exportului, ale protecției de injecție inversă, ale anti-insularizării și ale decuplării de urgență, în prezența reprezentantului operatorului de distribuție.
9. Termografia în infraroșu a câmpurilor fotovoltaice și a tablourilor, sub sarcină.
10. Probe complexe cu durata de minimum 72 de ore.
11. Perioada de funcționare de probă de 30 de zile, în condiții de exploatare maximă și la parametrii proiectați.

La finalul probelor executantul predă beneficiarului documentația as-built, buletinele și procesele-verbale prevăzute la punctul C.1.4 lit. h), instrucțiunile de exploatare și mentenanță în limba română și instruește personalul beneficiarului privind exploatarea instalației, inclusiv procedura de oprire de urgență.

Întocmit,

ing. S. Capîlnean

șef de proiect

E. PROGRAME DE CONTROL

E.1. PROGRAM DE FAZE DETERMINANTE

pentru controlul calității lucrărilor

În conformitate cu prevederile Legii nr. 10/1995, Regulamentul privind controlul de stat al calității în construcții (H.G. nr. 492/2018) și Procedurii privind efectuarea controlului de stat în faze de execuție determinate pentru rezistența mecanică și stabilitatea construcțiilor – indicativ PCF 002 (Ordinul M.D.R.A.P. nr. 1.370/2014), S.C. MTS PROSOLUTION S.R.L. stabilește prezentul program de control. Participanții la recepția lucrărilor vor fi anunțați cu 10 zile înainte de ajungerea în faza de execuție programată prin grija executantului.

Nr. crt.	Denumirea lucrării ce se recepționează sau faza de execuție determinată	Documentul scris care se încheie: PV (proces verbal) PVLA (lucrări ascunse) PVRC (recepție calitativă)	Cine întocmește și semnează: B – beneficiar E – executant P – proiectant, I – I.C.	Numărul și data actului încheiat
0	1	2	3	4
1	Verificarea documentelor - certificat de garanție și de calitate pentru echipamente; - buletine de verificare în fabrică;	PV	B+E+P	
2	Verificarea integrității legăturilor la centura de punere la pământ	PV	B+E+P	
3	Verificare instalație de legare la pământ	RV laborator autorizat	B+E+P	
4	Verificare trasee pentru coloane și circuite electrice: - verificarea distanței față de alte instalații - verificarea distanței între punctele de fixare - verificarea securității (protecție mecanică)	PV	B+E	
5	Verificare tablouri electrice, aparate electrice: - verificare caracteristici tehnice și calitate materiale, aparate, tablouri; - verificare loc și poziție montaj.	PV	B+E	
6	Verificare legături electrice în tablouri electrice, la bornele echipamentelor	PV	B+E+P	
7	Punerea în funcțiune în vederea recepției: - verificarea rezistenței de izolație la conductoarele electrice; - verificarea continuității circuitelor; - verificarea reglajului aparatelor de protecție și comandă;	PV	B+E+P	

Nr. crt.	Denumirea lucrării ce se recepționează sau faza de execuție determinată	Documentul scris care se încheie: PV (proces verbal) PVLA (lucrări ascunse) PVRC (recepție calitativă)	Cine întocmește și semnează: B – beneficiar E – executant P – proiectant, I – I.C.	Numărul și data actului încheiat
8	Încheierea lucrărilor de montaj și recepția acestora	PVRC	B+E+P+I	

Proiectant,
ing. S. Capîlnean

Beneficiar,

Executant,

E.2. PROGRAM DE CONTROL AL CALITATII LUCRARILOR

Denumirea obiectivului de investitie: **REALIZAREA DE CAPACITATI DE PRODUCERE A ENERGIEI ELECTRICE DIN SURSE SOLARE**

instalatie de utilizare

- Amplasamentul (judetul, localitatea, strada, numarul): Mun. Turda, str. Campiei nr. 126B, jud. Cluj, CF nr. 66194
- Beneficiarul investitiei: S.C. DIRECT LINE INOX IMPEX S.R.L., CUI R07727821
- Adresa: 400230 Calea Baciului 1-3, Cluj
- Telefon: +40 (264) 436 037
- Fax: +40 (264) 436 037
- www.directline.ro

Elaboratorul proiectului tehnic de specialitate: S.C. MTS PROSOLUTION S.R.L.

MUN. CLUJ-NAPOCA, JUD. CLUJ

In conformitate cu:

- Legea nr. 10/1995 privind calitatea in constructii, republicata, cu modificarile si completarile ulterioare;
- C 56-2002 Normativ pentru verificarea calitatii si receptia lucrarilor de instalatii aferente constructiilor;
- I7-2011 Normativ pentru proiectarea, executia si exploatarea instalatiilor electrice aferente cladirilor, aprobat prin Ordinul M.D.R.T. nr. 2.741/2011, modificat si completat prin Ordinul nr. 959/2023;
- H.G. nr. 925/1995 pentru aprobarea Regulamentului privind verificarea si expertizarea tehnica a proiectelor, expertizarea tehnica a executiei lucrarilor si a constructiilor, precum si verificarea calitatii lucrarilor executate, cu modificarile si completarile ulterioare;
- H.G. nr. 492/2018 pentru aprobarea Regulamentului privind controlul de stat al calitatii in constructii;
- Ordinul M.D.R.A.P. nr. 1.370/2014 pentru aprobarea Procedurii privind efectuarea controlului de stat in faze de executie determinante pentru rezistenta mecanica si stabilitatea constructiilor - indicativ PCF 002;
- H.G. nr. 273/1994 privind Regulamentul de receptie a lucrarilor de constructii si instalatii aferente acestora, cu modificarile aduse prin H.G. nr. 343/2017;
- H.G. nr. 766/1997 pentru aprobarea unor regulamente privind calitatea in constructii, cu modificarile si completarile ulterioare;
- H.G. nr. 51/1996 privind aprobarea Regulamentului de receptie a lucrarilor de montaj utilaje, echipamente, instalatii tehnologice si a punerii in functiune a capacitatilor de productie;
- H.G. nr. 668/2017 privind stabilirea conditiilor pentru comercializarea produselor pentru constructii;
- O.G. nr. 20/2010 privind stabilirea unor masuri pentru aplicarea unitara a legislatiei Uniunii Europene care armonizeaza conditiile de comercializare a produselor, aprobata cu modificari si completari prin lege, cu modificarile ulterioare;
- PE 116/1994 Normativ de incercari si masuratori la echipamente si instalatii electrice;
- Ordinul A.N.R.E. nr. 208/2018 pentru aprobarea Normei tehnice privind cerintele tehnice de racordare la retelele electrice de interes public pentru module generatoare, centrale formate din module generatoare si centrale formate din module generatoare offshore;
- Ordinul A.N.R.E. nr. 51/2019 pentru aprobarea Procedurii de notificare pentru racordarea unitatilor generatoare si de verificare a conformitatii unitatilor generatoare cu cerintele tehnice privind racordarea la retelele electrice de interes public, cu modificarile si completarile ulterioare;
- Ordinul A.N.R.E. nr. 19/2022 pentru aprobarea Regulamentului privind racordarea la retelele electrice de interes public, cu modificarile si completarile ulterioare;

Se stabilesc urmatoarele faze de lucrari supuse controlului:

In conformitate cu H.G. nr. 766/1997 si Legea nr. 10/1995 se stabileste urmatorul program de control:

	Lucrari controlate, verificate sau receptionate calitativ	Participa la control	Document de atestare a controlului
I. FAZA PREMERGATOARE EXECUTIEI			
1.1	Predare front de lucru	B, E	PVPA
1.2	Trasarea lucrarilor aferente proiectului	B, E, P	PVT
1.3	Verificarea capacitatii de ancorare a invelitoarei prin incercari de smulgere in situ	B, E, P	PVRC
II. MONTARE ECHIPAMENTE TEHNOLOGICE			
2.1	Receptia cantitativa si calitativa pe santier a echipamentelor care urmeaza sa se monteze	B, E	PVRC
2.2	Verificarea lucrarilor de montaj pe echipament sau grupuri de echipamente: sistem de sustinere, module fotovoltaice, invertoare, tablou de curent alternativ, sistem de stocare	B, E	PVRC
2.3	Punerea in stare de functionare a instalatiei in vederea receptiei	B, E, P	PV
III. MONTAREA CABLURILOR ELECTRICE SI LEGAREA LA PRIZA DE PAMANT			
3.1	Verificarea lucrarilor ce devin ascunse	B, E, P	PVLA
3.2	Verificarea prizei de pamant	B, E, P, I	PV+FD
3.3	Verificarea traseelor si continuitatii conductoarelor si cablurilor electrice	B, E, P	PVRC
3.4	Verificarea rezistentei de izolatie a cablurilor electrice	B, E	PVRC
3.5	Verificarea electrica a stringurilor fotovoltaice: polaritate, tensiune de mers in gol, curent de scurtcircuit	B, E, P	PVRC
IV. RECEPTIE LA TERMINAREA LUCRARILOR			
4.1	Receptie la terminarea lucrarilor	B, E, P, I	PVRTL+FD

Legenda:

E - Executant, P - Proiectant, B - Beneficiar, I - Inspector I.S.C.

PV - proces verbal

PVLA - proces verbal de lucrari ascunse

PVPA - proces verbal de predare amplasament

PVT - proces verbal de trasare

FD - proces verbal de control al statului in faza determinanta

PVRC - proces verbal de receptie calitativa

PVRTL - proces verbal de receptie la terminarea lucrarilor

Nota: Prezentul program trebuie aprobat de catre organismul teritorial I.S.C., inainte de inceperea lucrarilor

- Conform cu reglementarile in vigoare, executantul si beneficiarul au obligatia de a anunta, cu cel putin 10 zile inaintea fazei determinante, pe cei care trebuie sa participe la realizarea controlului si la intocmirea actelor;
- Beneficiarul va lua toate masurile pentru aducerea la indeplinire a obligatiilor ce ii revin conform Legii nr. 10/1995;
- Un exemplar din prezentul program si actele mai sus mentionate, precum si proiectul, se vor anexa la Cartea tehnica a constructiei;

PROIECTANT	EXECUTANT	BENEFICIAR

E.3. PROGRAMUL DE PROBE PENTRU PERIOADA DE PUNERE SUB TENSIUNE SI CERTIFICAREA CONFORMITATII TEHNICE

E.3.1 Generalitati si cadru normativ

Prezentul program de probe stabileste etapele, criteriile si modalitatile de desfasurare a procesului de punere sub tensiune pentru perioada de probe si de certificare a conformitatii tehnice a centralei electrice fotovoltaice (CEF) cerintele normelor tehnice de racordare la retelele electrice de interes public. Documentul este intocmit in conformitate cu **Procedura Operatorul de Distributie privind punerea sub tensiune in perioada de probe si certificarea conformitatii cu conditiile tehnice de racordare.**

10.1.1 Documente de referinta

Programul de probe se fundamenteaza pe urmatoarele acte normative si reglementari tehnice:

a) Legea energiei electrice si a gazelor naturale nr. 123/2012, cu modificarile si completarile ulterioare;

b) Codul Tehnic al Retelei Electrice de Distributie, revizia I, aprobat prin Ordinul presedintelui ANRE nr. 128/2008;

c) Norma tehnica NT 30 — "Conditii tehnice de racordare la retelele electrice de interes public pentru centralele electrice fotovoltaice", aprobata prin Ordinul presedintelui ANRE nr. 30/2013;

d) Regulamentul privind racordarea utilizatorilor la retelele electrice de interes public in vigoare, aprobat prin Ordinul presedintelui ANRE nr. 59/2014, cu completarile si modificarile ulterioare;

e) Regulamentul privind stabilirea solutiilor de racordare a utilizatorilor la retelele electrice de interes public, aprobat prin Ordinul presedintelui ANRE nr. 102/2015;

f) Politicile tehnice aprobate de conducerea Operatorul de Distributie S.A.;

g) Procedura operationala OD privind punerea sub tensiune in perioada de probe si certificarea conformitatii, Revizia 3 / 14.08.2018;

h) Avizul Tehnic de Racordare (ATR) emis de OD;

i) SR EN 50160 — Caracteristicile tensiunii furnizate de retelele publice de distributie a energiei electrice;

j) SR EN 61000 (seria) — Compatibilitate electromagnetica (EMC).

E.3.1.2 Definitii si abrevieri specifice

Abreviere	Definitie
CEFND	Centrala Electrica Fotovoltaica Nedispecerizabila, cu puterea instalata mai mica sau egala cu 1 MW
CEF	Centrala Electrica Fotovoltaica (sinonim: centrala fotoelectrica)
CDC	Certificat de Conformitate Tehnica, emis de operatorul de retea (OD)
OD	Operatorul de Distributie S.A. — operatorul de distributie concesionar
DEN	Directia Economica Nationala
DCO	Directia Comanda Operationala a OD
PCC	Punct Comun de Cuplare — punctul din reseaua electrica unde CEF se racordeaza
PIF	Punere in Functiune — momentul conectarii definitive la retea
ATR	Aviz Tehnic de Racordare
NT 30	Norma Tehnica ANRE nr. 30/2013 pentru centralele electrice fotovoltaice
Pi	Putere instalata a centralei electrice
THD	Total Harmonic Distortion — factor total de distorsiune armonica
LVRT	Low Voltage Ride Through — trecere peste defect cu nivel minim de tensiune
ZVRT	Zero Voltage Ride Through — trecere peste defect cu nivel zero de tensiune
STC	Conditii Standard de Test — iradiana 1000 W/m ² , temperatura celulei 25°C, masa atmosferica AM=1,5
PSL	Power Standard Lab — laborator de testare acreditat

E.3.2 Procesul de acordare a acceptului de punere sub tensiune

Conform Procedurii OD, punerea sub tensiune a CEF pentru perioada de probe se realizeaza **numai dupa primirea acceptului de punere sub tensiune** eliberat de Operatorul de Distributie. Procesul de acordare a acceptului parcurge urmatoarele etape:

E.3.2.1 Etapa 1 — Depunerea documentatiei tehnice

Solicitantul (beneficiarul sau reprezentantul sau autorizat) transmite la Operatorul de Distributie documentatia tehnica prevazuta in **Procedura OD** (date tehnice necesare pentru centralele electrice fotovoltaice), cu cel putin **3 luni inainte** de data previzionata pentru punerea in functiune. Se considera ca moment de referinta data la care s-a transmis documentatia completa.

Documentatia tehnica necesara a fi transmisa pentru CEF cu puteri mai mici sau egale cu 1 MW inclusiv cuprinde:

Nr.	Document necesar
1	Copia ATR si copia contractului de racordare
2	Proiectul tehnic al CEFND din care sa rezulte: lungimile si caracteristicile tehnice ale cablurilor si ale racordului la statia/celula apartinand OD, modul de conectare al invertoarelor si al instalatiilor auxiliare, precum si schema electrica a statiei si a centralei (conform Anexei nr. 2.1 la Procedura OD)
3	Modelul matematic simplificat al invertoarelor, furnizat de producatorul acestora
4	Calculul necesarului de putere reactiva in punctul de racordare, pentru indeplinirea cerintelor de la art. 13 din NT 30 (0,90 inductiv ÷ 0,90 capacitiv) pe toata plaja de putere activa, cu asigurarea schimbului de reactiv nul cu sistemul in situatia in care puterea activa produsa este nula, precum si diagrama P-Q a invertoarelor
5	Datele tehnice CEFND, necesare efectuarii calculelor de regimuri stationare si dinamice (conform Anexei nr. 2.1 la Procedura OD)
6	La cererea OD (pentru cazuri specificate): datele tehnice ale echipamentelor primare ale CEFND — invertoare, trafo 110 kV/MT, trafo MT/JT, inclusiv parametrii electrici si schemele de reglare, protectiile corespunzatoare (conform Anexelor nr. 2.2)
7	Pentru fiecare tip de inverter ce se va monta: copii ale documentelor si certificatelor de verificare si ale inregistrarilor parametrilor masurati la testare, realizate de firme internationale specializate, recunoscute pe plan european, care sa ateste: verificarea curbei de capabilitate P-Q, trecerea peste defect, functionarea inverterului in plaja de frecventa (47,5 ÷ 52) Hz la viteze de variatie ale frecventei de pana la 1 Hz/sec, la variatiile de tensiune $(0,9 \div 1,1) \times U_n$, perturbatiile din punct de vedere al calitatii energiei electrice (armonice si flicker). Certificatele vor fi insotite de inregistrările efectuate in cadrul acestor probe (pentru LVRT, precum si reglajul P si Q).

E.3.2.2 Etapa 2 — Analiza documentatiei de catre OD

In termen de **20 de zile calendaristice** de la primirea documentatiei, Operatorul de Distributie analizeaza documentatia.

În cazul în care documentația este incompletă sau nu respectă cerințele, OD transmite solicitantului în scris, în termen de 5 zile lucrătoare, lista de neconformități și stabilește termene de eliminare a acestora, precum și amânarea termenului de punere în funcțiune a CEF până la eliminarea acestora.

E.3.2.3 Etapa 3 — Depunerea documentelor premergătoare punerii sub tensiune

Cu cel puțin **10 zile lucrătoare** înainte de data solicitării punerii sub tensiune, solicitantul depune la Operatorul de Distribuție următoarele documente:

a) Solicitarea pentru punerea sub tensiune pentru perioada de probe conform modelului din Anexa nr. 3 la Procedura OD;

b) Dosarul instalației de utilizare (DIU) ce atestă realizarea lucrărilor/condițiilor stabilite în ATR, conținând toate documentele și buletinele/măsurătorile necesare PIF;

c) Programul de punere în funcțiune a centralei electrice: invertoare, în succesiune în timp, până la puterea aprobată prin ATR corespunzătoare etapei specificate în ATR;

d) Documente care atestă integrarea analizorului de calitate a energiei electrice montat în sistemul de monitorizare a calității energiei electrice aparținând Operatorului de Distribuție.

E.3.2.4 Etapa 4 — Emiterea acceptului de punere sub tensiune

Acceptul pentru punerea sub tensiune se emite numai dacă sunt îndeplinite în totalitate următoarele cerințe:

a) Sunt instalate protecțiile solicitate prin ATR și reglajele sunt setate la valorile dispuse de către OD, confirmate prin buletine de probe;

b) Este dovedită conformitatea elementelor de generare (invertoare) ce urmează a fi puse în funcțiune cu cerințele normelor tehnice în vigoare, prin certificate de conformitate de tip emise de laboratoare europene recunoscute pe plan internațional;

c) Sunt îndeplinite și sunt transmise la OD datele solicitate la pct. E.3.2.1;

d) Perioada de punere în funcțiune a centralei electrice, conform programului transmis, inclusiv perioada de efectuare a probelor preliminare, se încadrează în perioada de valabilitate a Autorizației de Înființare acordate de ANRE.

În termen de **5 zile lucrătoare** de la primirea documentației tehnice complete și a documentelor specificate mai sus, Operatorul de Distribuție transmite solicitantului acceptul de punere sub tensiune a CEF pentru perioada de probe. Operatorul de Distribuție emite **"Ordinul de Investiție cu Atributele Autorității de Conducere prin Dispecer"** pentru instalațiile aferente, care va fi transmis la Producător.

E.3.3 Functionarea pe perioada de probe

Functionarea pe perioada de probe reprezinta perioada in care se realizeaza punerea in functiune a echipamentelor de generare (invertoare) si reglarea echipamentelor componente in scopul de a le aduce la performantele tehnice solicitate in cerintele de racordare. Perioada de probe se incheie la momentul obtinerii certificatului de conformitate tehnica si a certificatului de racordare.

Pe perioada functionarii in regim de probe, centrala electrica raspunde ordinelor de dispecer prin: **a)** deconectare/conectare, **b)** modificarea puterii active produse la valoarea dispusa de catre dispecer, **c)** modificarea puterii reactive injectate/absorbite din retea la valoarea dispusa de catre dispecer. Solicitantul este obligat sa respecte *"Regulamentul pentru Conducerea prin Dispecer a Sistemului Electroenergetic National"* si *"Regulamentul general de manevre in instalatiile electrice de medie si inalta tensiune"*, aprobate prin ordin al presedintelui ANRE.

IMPORTANT: Pe perioada de functionare in probe, CEF debiteaza in retea electrica pe o perioada limitata de timp, conform reglementarilor in vigoare. Centrala trebuie sa fie capabila sa raspunda comenzilor dispecerului DCO al OD in orice moment.

E.3.4 Probele preliminare — verificarea conformitatii tehnice (fara participarea OD)

Probele preliminare reprezinta un set de probe pentru verificarea conformitatii tehnice cu cerintele de racordare ale centralei electrice, efectuate de catre **o terta parte — operator economic care detine atestat de tip A3, fara participarea reprezentantului Operatorul de Distributie**. Probele preliminare se efectueaza conform prevederilor cuprinse in Anexele nr. 5 si 6 la Procedura OD.

Probele preliminare se efectueaza dupa ce a fost pusa in functiune cel putin **90% din puterea instalata prevazuta in ATR** pentru fiecare dintre etapele de punere in functiune, daca este cazul.

E.3.4.1 Lista probelor preliminare — Conform Anexei nr. 5 la Procedura OD

Verificarea performantelor tehnice ale CEF din punct de vedere al respectarii cerintelor Normei Tehnice NT 30 de conectare la retelele electrice de interes public cuprinde urmatoarele probe preliminare:

Nr. proba	CEF verificat	Denumirea / descrierea probei	Conditii de functionare	Simulari	Marimi masurate	Durata probei
1	DA	Asigurarea factorului de putere 0,95 inductiv/capacitiv in PCC la $P = P_i$	2 paliere: (20% ÷ 100%) P_i $P_1 = P_d$ $P_2 = 5\% P_i$	Setare $\cos\phi$ la valorile 0,95; 0,7 inductiv/capacitiv si "1"	P, Q, U, f atat la nivelul statiei (PCC) cat si la nivelul centralei	5 min/proba cu verificarea 0,95; 0,7 inductiv/capacitiv si "1"
	DA	Asigurarea schimbului de reactiv zero cu sistemul in cazul P produse nul		Se vor opri toate GGE sau proba se efectueaza in cadrul probelor 2 sau 3 la $v < v_{cut on}$	P, Q, U, f atat la nivelul statiei (PCC) cat si la nivelul centralei	5 minute
2	DA	Inregistrari in functionare normala	Fara	—	P, Q, U in PCC	Minimum 2 ore
3	DA	Verificarea functionarii la deconectarea/conectarea CEFND	Prin deconectarea IO PCC la un palier $P = (20\% \div 100\%) P_i$	Fara	P, Q, U, F in PCC si timpul de deconectare/reconectare a centralei	15 minute

					la disparitia/aparitia tensiunii in sistem	
4	DA	Verificarea calitatii energiei electrice in punctul de racord al CEF	Fara	Fara	Conform Standardului EN 50160	Minim saptamani (inregistrare continua) 2

E.3.4.2 Detalii privind executia probelor preliminare

Proba nr. 1 — Factor de putere si schimb de reactiv: Se verifica capacitatea invertoarelor de a asigura factorul de putere de 0,95 inductiv/capacitiv in punctul comun de cuplare (PCC), pe intreaga plaja de putere activa de la 20% pana la 100% din puterea instalata. Se masoara puterile active si reactive, tensiunile si frecventa atat in PCC cat si la nivelul centralei. Proba include si verificarea asigurarii schimbului de reactiv zero cu sistemul in situatia in care puterea activa produsa este nula (invertoare oprite sau iradiere sub pragul de pornire). Fiecare proba dureaza 5 minute la fiecare palier de verificare.

Proba nr. 2 — Inregistrari in functionare normala: Se inregistreaza parametrii de functionare ai centralei (P, Q, U) in PCC pe o durata de minimum 2 ore in conditii de functionare normala, fara simulari sau interventii. Scopul este verificarea comportarii stabile a centralei in conditii reale de exploatare, inclusiv la variatiile naturale ale iradierii solare.

Proba nr. 3 — Deconectare/conectare CEFND: Se verifica comportarea centralei la deconectarea si reconectarea de la reseaua electrica, prin actionarea intreruptorului din PCC la un palier de putere cuprins intre 20% si 100% din P_i . Se masoara timpii de deconectare a centralei la disparitia tensiunii in sistem si de reconectare la reaparitia tensiunii, precum si tranzitoriile de putere activa, reactiva, tensiune si frecventa. Durata probei: 15 minute.

Proba nr. 4 — Calitatea energiei electrice: Se efectueaza inregistrari continue ale parametrilor de calitate ai energiei electrice in punctul de racord al CEF, pe o durata de minimum 2 saptamani, utilizand analizorul de calitate integrat in sistemul de monitorizare OD. Parametrii monitorizati conform SR EN 50160: tensiune, frecventa, THD (distorsiune armonica totala si individuala), dezechilibru de tensiune, fluctuatii de tensiune (flicker), intreruperi.

E.3.4.3 Transmiterea rezultatelor probelor preliminare

Documentatia completa continand rezultatele probelor preliminare se transmite la DEN — Operatorul de Distributie, pentru centralele CEF cu puteri mai mici de 1 MW. In termen de **15 zile calendaristice**, Operatorul de Distributie analizeaza documentatia cu rezultatele probelor si solicita completari daca este cazul. OD transmite in scris solicitantului eventualele neconformitati si stabileste termene de eliminare a acestora. Dupa eliminarea neconformitatilor, solicitantul cere aprobarea de efectuare a probelor finale de verificare a conformitatii centralei electrice.

E.3.5 Probele finale — verificarea conformitatii tehnice (cu participarea OD)

Probele finale reprezinta setul de probe pentru verificarea conformitatii tehnice cu cerintele de racordare ale centralei electrice, efectuate de catre operatorul economic care detine atestat de tip A3, **cu participarea reprezentantului Operatorul de Distributie**. Solicitantul transmite invitatie de participare la probele finale la OD, iar OD are obligatia de a raspunde in termen de **3 zile lucratoare** de la primirea invitatiei.

E.3.5.1 Lista probelor finale — Conform Anexei nr. 6 la Procedura OD

Verificarea performantelor tehnice ale CEF din punct de vedere al respectarii cerintelor Normei Tehnice NT 30 de conectare la retelele electrice de interes public cuprinde urmatoarele probe finale:

Nr. proba	CEF verificat	Denumirea / descrierea probei	Conditii de functionare	Simulari	Marimi masurate	Durata probei
1	DA	Asigurarea factorului de putere 0,90 inductiv/capacitiv in PCC la $P = P_i$	$P = P_i$	Fara	P, Q, U, f atat la nivelul statiei (PCC) cat si la nivelul centralei	5 min/proba cu verificarea 0,90 inductiv/capacitiv
	DA	Asigurarea schimbului de reactiv zero cu sistemul in cazul P produse nul	$P = 0$	Fara	P, Q, U, f atat la nivelul statiei (PCC) cat si la nivelul centralei	5 minute
2	DA	Inregistrari in functionare normala	Fara	Fara	P, Q, U, f atat la nivelul statiei (PCC) cat si la nivelul centralei	Minim 24 ore
3	DA	Verificarea functionarii la deconectarea/conectarea CEFND	Prin deconectarea intreruptorului CEF in PCC la un palier $P = (50\% \div 100\%) P_i$	Fara	P, Q, U, f atat la nivelul statiei (PCC) cat si la nivelul centralei si timpul de deconectare/reconectare a centralei la disparitia/aparitia	15 minute

					tensiunii in sistem	
4	DA	Verificarea calitatii energiei electrice in punctul de racord al CEF	Fara	Fara	Conform Standardului EN 50160	Minim saptamani 2 (inregistrare continua)

E.3.5.2 Detalii privind executia probelor finale

Probele finale se ODsebesc de probele preliminare prin urmatoarele: factorul de putere verificat este **0,90 inductiv/capacitiv** (fata de 0,95 la probele preliminare), inregistrarile in functionare normala au durata de minimum **24 ore** (fata de 2 ore la preliminare), palierul de deconectare/reconectare este de **50% ÷ 100% Pi** (fata de 20% ÷ 100% Pi), si la probele finale participa obligatoriu **reprezentantul Operatorul de Distributie**.

Dupa efectuarea probelor finale de punere in functiune a centralei electrice, solicitantul, executantul probelor, Operatorul de Distributieintocmesc o minuta cu referire la neconformitatile semnalate in timpul probelor finale, completarile reglajelor existente la nivelul centralei electrice si valorile parametrilor setabili din buclele de reglaj, precum si modul de functionare a centralei electrice la sfarsitul perioadei de probe.

E.3.5.3 Transmiterea rezultatelor probelor finale

Solicitantul transmite documentatia completa continand rezultatele probelor finale la SC Operatorul de Distributie. In termen de 5 zile lucratoare de la primirea dosarului cu rezultatele testelor, OD decide: daca functionarea CEF este conforma cu cerintele NT 30, se procedeaza la emiterea certificatului de conformitate; daca nu, OD transmite lista de neconformitati solicitantului si stabileste termene de eliminare.

E.3.6 Acordarea certificatului de conformitate tehnica (CDC)

Pentru CEFND, solicitantul transmite la Operatorul de Distributieo cerere prin care solicita emiterea certificatului de conformitate, conform modelului din Anexa nr. 4 la Procedura OD, insotita de urmatoarele documente:

1. Inregistrari ale calitatii energiei conform standardului SR EN 50160 (prin masuratori temporare/permanente), care atesta incadrarea in limitele standardului de calitate;
2. Respectarea setarilor de protectii dispuse de Operatorul de Distributie(art. 13 din NT 51 si art. 30 din NT 30), confirmata prin buletinele de verificare, reglajele finale dispuse la DCO;
3. Verificarea conformitatii tehnice a invertoarelor, pe baza certificatelor de verificare transmise (Anexa nr. 1 si Anexa nr. 2.2);
4. Enumerarea masurilor luate si respectarea lor pentru evitarea functionarii in insula si prezentarea unui document din care sa reiese timpul de deconectare a centralei (CEFND) la disparitia tensiunii din sistem, respectiv timpul de reconectare al centralei (CEFND) la aparitia tensiunii in sistem;

5. Rezultatele probelor de verificare realizate conform prezentei proceduri si, daca este cazul, rezultatele probelor suplimentare solicitate de Operatorul de Distributie.

E.3.6.1 Conditii de emitere a CDC

Operatorul de Distributie emite CDC pentru CEFND racordata in RED daca sunt realizate urmatoarele:

- a) Rezultatele probelor finale dovedesc conformitatea cu cerintele tehnice;
- b) Calitatea energiei electrice monitorizata cel putin 2 saptamani, pe parcursul probelor, se incadreaza in limitele standardului de calitate SR EN 50160;
- c) Dupa caz, exista mijloace de compensare a puterii reactive active, exista plan de actiuni pentru compensarea puterii reactive;
- d) Analizorul de calitate a energiei electrice produse de CEFND racordate in RED este integrat in sistemul Operatorul de Distributie de monitorizare a calitatii energiei electrice;
- e) Conformitatea invertoarelor componente este dovedita prin certificate de conformitate de tip emise de laboratoare europene recunoscute international, iar verificarea efectuata de OD conform art. 19 din NT 51 si art. 30 din NT 30 confirma implementarea locala a parametrilor de functionare a invertoarelor, respectiv frecventa, tensiune si LVRT.

In situatia respectarii tuturor cerintelor, se acorda **certificare de conformitate tehnica in conditii definitive**. Certificatul de conformitate reprezinta un document necesar pentru obtinerea licentei pentru exploatare comerciala a CEFND si se anexeaza la cererea pentru acordarea acesteia. Certificatul de conformitate pentru CEFND se emite de catre Operatorul de Distributie.

E.3.6.2 Situatii exceptionale — CDC temporar

In situatii exceptionale, pentru CEF, se poate acorda CDC in conditii temporare, dar nu mai mult de 6 luni, numai in situatia existentei unei singure neconformitati, pe baza unui plan de conformare agreeat cu solicitantul. CDC in conditii temporare are anexat planul de conformare prevazut, care contine masuri si termene precise pentru eliminarea neconformitatii constatate. Daca solicitantul nu aduce la indeplinire masurile din planul de conformare, Operatorul de Distributie are dreptul de a deconecta centrala electrica pana la punerea in aplicare a masurilor respective.

E.3.7 Programul de punere in functiune

Aplicand procedura generala descrisa in capitolele anterioare la situatia concreta a centralei fotovoltaice

, programul de punere in functiune se desfasoara in urmatoarele etape succesive:

Etapa	Actiune	Responsabil	Termen / Durata	Observatii
-------	---------	-------------	-----------------	------------

E1	Depunerea documentatiei tehnice CEFND	Solicitant	Cu 3 luni inainte de PIF	Documentatie completa conform pct. 10.2.1
E2	Analiza documentatiei de catre OD si comunicarea rezultatului	OD	20 zile calendaristice de la E1	Daca sunt neconformitati, se solicita completari
E3	Eliminarea eventualelor neconformitati si retransmiterea documentelor	Solicitant	In termenele stabilite de OD	Daca este cazul
E4	Finalizarea lucrarilor de executie si a verificarilor pre-energizare (cap. 6.11)	Executant + Beneficiar	Inainte de E5	Conform Cap. 6 Caiet Sarcini
E5	Depunerea cererii de PsT + DIU + program PIF la OD (pct. E.3.2.3)	Solicitant	Cu min. 10 zile lucr. inainte de E6	Conform Anexa 3 Procedura OD
E6	Emiterea acceptului de punere sub tensiune de catre OD	OD	5 zile lucr. de la E5	Emitere Ordin Investire Autoritate Conducere Dispecer
E7	Punere sub tensiune si inceput perioada de probe	Solicitant + OD	La data din accept	Se energizeaza secvential: DC apoi AC, inversoare I1 → I4
E8	Efectuare probe preliminare (fara OD) — Anexa 5	Operator A3 atestat	Dupa atingere min. 90% Pi (360 kW)	Factor putere 0,95; reactiv zero; inregistrari; calitate energie
E9	Transmiterea rezultatelor probelor preliminare la OD	Solicitant	Imediat dupa finalizare E8	Documentatie completa cu buletine si inregistrari
E10	Analiza rezultatelor de catre OD si comunicarea deciziei	OD	15 zile calendaristice de la E9	Solicitare completari daca e cazul
E11	Transmiterea invitatiei de participare la probele finale	Solicitant	Dupa accept OD la E10	OD raspunde in 3 zile lucratoare
E12	Efectuare probe finale (cu OD) — Anexa 6	Operator A3 + OD	Dupa atingere min. 60% Pi	Factor putere 0,90; inregistrari 24h; deconectare; calitate 2 sapt.
E13	Intocmire minuta probe finale (neconformitati, reglaje, functionare)	Solicitant + Executant + OD	La finalizare E12	Semnata de toate partile
E14	Transmiterea rezultatelor probelor finale la OD	Solicitant	Imediat dupa E13	Documentatie completa
E15	Decizia OD privind conformitatea	OD	5 zile lucr. de la E14	Conform / lista neconformitati
E16	Depunerea cererii de emitere CDC (Anexa 4) + documente	Solicitant	Dupa decizie favorabila E15	Insotita de documentele de pct. E.3.6

E17	Emiterea Certificatului de Conformitate Tehnica (CDC) de catre OD	OD	Conf. procedura	<i>CDC definitiv sau temporar (max. 6 luni)</i>
------------	---	----	-----------------	---

E.3.8 Rapoarte si inregistrari — Pastrarea documentatiei

Conform Capitolului 7 din Procedura OD, intreaga documentatie aferenta procesului de certificare a conformitatii tehnice se pastreaza dupa cum urmeaza:

7.1 Cererea de solicitare a certificarii conformitatii, impreuna cu documentatia tehnica anexata, se pastreaza de catre Operatorul de Distributie.

7.2 Toata documentatia tehnica, inregistrările probelor preliminare si finale si alte documente solicitate, se pastreaza la Operatorul de Distributie.

7.3 Exemplarul original al certificatului de conformitate, a carui macheta se gaseste in Anexa nr. 7 la Procedura OD, se inmaneaza solicitantului. O copie a certificatului de conformitate se transmite la ANRE. Emitentul pastreaza o copie a acestui certificat.

7.4 Operatorul de Distributie asigura transparenta datelor privind CEFND aflate in probe (pe website-ul <http://www.transelectrica.ro/Transparenta/centraleprobe.php>) si situatia certificatelor de conformitate emise.

Solicitantul va pastra in propriul dosar de exploatare copii ale intregii documentatii transmise la OD, inclusiv: rapoartele probelor preliminare si finale, buletinele de masuratori, certificatele de conformitate ale invertoarelor, minutele intocmite la probele finale, acceptul de punere sub tensiune, Ordinul de Investire si certificatul de conformitate CDC emis de OD.

E.3.9 Dispozitii finale

Operatorul economic care efectueaza probele de conformitate solicita atestare la ANRE in conformitate cu prevederile regulamentului pentru atestarea operatorilor economici care proiecteaza, executa si verifica instalatii electrice, aprobat prin ordin al presedintelui ANRE. Acesta trebuie sa detina **atestat de tip A3** (proiectare, executie si verificare instalatii electrice) pentru a putea efectua atat probele preliminare cat si probele finale.

Intocmit,
Ing. Sebastian CAPILNEAN

F. Anexa A1 – Deviz