Ciga Energy®
EPIC ENGINEERING PROCUREMENT INNOVATION CONSTRUCTION

Rompetrol Petromidia - Cerinte pentru Echipamente de JT/MV

Octombrie 2026

Faza:

LICITATIE EPC CONTRACTOR

Denumire:

Achiziție servicii, furnizare bunuri si execuție

lucrări (proiectare, furnizare, executie, punere in functiune si testare pentru conformitate) în cadrul proiectului

CONSTRUIRE CENTRALA ELECTRICA FOTOVOLTAICĂ PENTRU AUTOCONSUM – ROMPETROL RAFINARE

Cod SMIS – 352708

CONTINUT

1 GENERAL 5
2 OBIECTIVE 6
2.1 DOMENIUL LUCRĂRILOR 6
3 SĂNĂTATE ȘI SECURITATE 7
3.1 PROTECȚIE ȘI ALARME LA INCENDIU 8
4 CERINȚE GENERALE 9
4.1 CONSIDERAȚII DE PROIECTARE 9
4.2 STUDII 10
4.3 CONTROLUL CALITĂȚII ÎN EXECUȚIE 10
4.4 CONSIDERAȚII PRIVIND DOCUMENTAȚIA 11
4.4.1 CONTROLUL DOCUMENTAȚIEI 11
4.5 CLĂDIREA STAȚIEI ELECTRICE 11
4.5.1 Generalități 11
4.5.2 SOCLURI DIN BETON ARMAT 11
4.5.3 CAMERA BATERIILOR 11
5 CERINȚE PRIVIND ECHIPAMENTELE 12
5.1 APARATAJ DE COMUTAȚIE (SWITCHGEAR) 12
5.1.1 GENERAL 12
5.1.2 ORDINAREA FAZELOR 13
5.1.3 AMPLASAREA ECHIPAMENTELOR ÎN CAMERELE DE APARAJ ȘI COMANDĂ 13
5.1.4 DULAPURI DE PROTECȚIE ȘI COMANDĂ 13
5.1.5 APARAJ JT (<1.500 V) 13
5.2 CABLARE 14
5.2.1 GENERAL 14
5.2.2 APARAJ DE COMUTAȚIE MT PENTRU INTERIOR, ÎN EXECUȚIE METALCLAD (PÂNĂ LA 6.000 V) 15
5.2.3 SĂPĂTURI ȘI CANALIZAȚII (TRENCHING AND DUCTING) 16
5.2.4 CABLURI DE PUTERE JT ȘI MT 17
5.2.5 MONTAREA ȘI TERMINAREA CABLURILOR JT ȘI MT 17
5.2.6 CABLURI DE FIBRĂ OPTICĂ 18
5.3 STRUCTURI METALICE DE SUSȚINERE 19
5.3.1 DULAPURI EXTERIOARE DE CONEXIUNI (MARSHALLING) ȘI PANOURI EXTERIOARE 19

5.4 ÎNTRERUPTOARE DE CIRCUIT (JT, MT) 20
5.5 SURSE DC ALE STAȚIEI 20
5.5.1 GENERAL 20
5.5.2 DIMENSIONARE 21
5.5.3 REDRESOARE 21
5.5.4 MCB-URI DC 21
5.5.5 TEST AUTOMAT DE DESCĂRCARE 21
5.5.6 INDICAȚII 21
5.5.7 INSTALARE ȘI ACCESORII 22
5.5.8 STAȚII FĂRĂ CAMERĂ DE BATERII INTEGRATĂ 22
5.5.9 STAȚII CU CAMERĂ DE BATERII SEPARATĂ 22
5.6 DESCĂRCĂTOARE DE SUPRATENSIUNE 22
6 STAȚII DE TRANSFORMARE / PUNCTE DE TRANSFORMARE 23
6.1 GENERAL 23
6.1.1 INCINTE / CARCASE ALE STAȚIILOR DE TRANSFORMARE 24
7 SISTEME DE LEGARE LA PĂMÂNT ȘI PROTECȚIE ÎMPOTRIVA TRĂSNETELOR 25
7.1 GENERAL 25
7.2 ÎMPĂMÂNTAREA STAȚIEI ELECTRICE 25
7.2.1 GENERAL 25
7.2.2 ÎMPĂMÂNTAREA ECHIPAMENTELOR DIN STAȚIE 26
7.2.3 CLEME DE ÎMPĂMÂNTARE – PUNCTE FIXE DE ÎMPĂMÂNTARE 26
7.2.4 ÎMPĂMÂNTAREA DESCĂRCĂTOARELOR DE SUPRATENSIUNE 26
7.2.5 ALTE ÎMPĂMÂNTĂRI ÎN STAȚIE 26
8 8 PROTECȚII 27
8.1 GENERAL 27
8.1.1 SISTEME DE PROTECȚIE 27
8.1.2 RELEE DE PROTECȚIE ȘI MONITORIZARE 28
8.1.3 COORDONAREA PROTECȚIILOR 29
8.1.4 FUNCȚIA DE AUTO-RESTAURARE 29
8.1.5 COMANDĂ LOCALĂ ÎN STAȚIE 29
8.1.6 MCB-URI DC 29
9 SISTEM DE COMPENSARE A PUTERII REACTIVE 30
9.1 GENERAL 30

9.1.1 CONDENSATOARE – GENERAL 30
9.1.2 PROTECȚIA CONDENSATOARELOR 30
9.1.3 AMPLASAREA CONDENSATOARELOR 30
9.1.4 REACTOARE CU MIEZ DE AER 30
9.1.5 COMANDĂ ȘI INSTRUMENTAȚIE 31
10 TESTE DE FABRICĂ ALE ECHIPAMENTELOR 32
10.1 GENERAL 32
10.1.1 CABLURI 32
10.1.2 TABLOURI MT ȘI RMU 32
10.1.3 TRANSFORMATOARE ȘI REACTOARE CU ULEI 33
10.1.4 TABLOURI DE DISTRIBUȚIE 33
10.1.5 PANOURI DE COMANDĂ ȘI PROTECȚIE 34
10.1.6 FIBRĂ OPTICĂ 34
10.1.7 CONDENSATOARE 34
10.1.8 REACTOARE CU MIEZ DE AER 34
10.2 TESTE ÎNAINTE DE PUNEREA SUB TENSIUNE 35
10.2.1 CABLURI MT 35
10.2.2 CABLURI JT 35
10.2.3 FIBRĂ OPTICĂ 35
10.2.4 TABLOURI MT ȘI RMU 35
10.2.5 TRANSFORMATOARE ȘI REACTOARE 36
10.2.6 ÎNTRERUPTOARE DE CIRCUIT 36
10.2.7 TESTE DE PROTECȚIE 36
11 SCADA 38
12 TESTE DE CONFORMITATE CU CODUL REȚELEI 39
13 GARANȚII 40

1 GENERAL

- **AIS**: Izolat cu aer
- **AC**: Curent alternativ
- **BIL**: Nivel de izolație de bază
- **CT**: Transformator de curent
- **DC**: Curent continuu
- **DSO**: Operator de sistem de distribuție
- **EPCC**: Inginerie, Achiziții, Construcție și Punere în Funcțiune
- **GIS**: Izolat cu gaz
- **GRP**: Plastic armat cu fibră de sticlă
- **LV**: Joasă tensiune
- **MCB**: Disjunctor miniatural
- **MV**: Medie tensiune
- **O&M**: Operare și mentenanță
- **OTDR**: Reflectometru optic în domeniul timpului
- **PCB**: Bifenili policlorurați
- **PV**: Fotovoltaic
- **PVPP**: Centrală electrică fotovoltaică
- **REF**: Protecție la defect de pământ restricționată
- **RMU**: Unitate de alimentare în inel
- **SG**: Aparataj de comutație
- **TSO**: Operator de sistem de transport
- **UREF**: Protecție la defect de pământ nerestricționată
- **UV**: Ultraviolete
- **VLF**: Frecvență foarte joasă
- **VT**: Transformator de tensiune

2 OBIECTIVE

Prezenta Anexă descrie principalele aspecte de proiectare care trebuie luate în considerare și respectate pentru echipamentele de medie și joasă tensiune (MT și JT) aferente centralei electrice fotovoltaice. Acestea au ca scop optimizarea centralei PV pentru obținerea performanței maxime și a unei durate de viață extinse a echipamentelor, menținând în același timp eficiența economică.

Ghidurile de proiectare sunt elaborate, de asemenea, pentru a elimina, pe cât posibil, sau pentru a minimiza riscurile asupra mediului și sănătății în toate fazele proiectului. Soluția tehnică finală și detaliile de proiectare vor fi stabilite în etapa de proiectare, fără reducerea cerințelor tehnice minime obligatorii prevăzute în documentația contractuală.

- **Cerințele tehnice locale aplicabile**, prevăzute în codul rețelei din Romania, precum și cele ale operatorului de distribuție (DSO) și/sau ale operatorului de transport (TSO), incluse în autorizația și contractul de racordare a centralei fotovoltaice, **vor avea prioritate**.

2.1 DOMENIUL LUCRĂRILOR

Prezentul document descrie domeniul de aplicare al tuturor lucrărilor electrice, incluzând lucrări și echipamente DC, lucrări și echipamente AC pentru JT, MT.

Toate echipamentele vor respecta documentația Autorizației de Construire și a Avizului de Racordare la Rețea.

Centrala fotovoltaică (PVPP) va include, cu titlu exemplificativ, următoarele echipamente principale:

- Sistem DC de la modulele fotovoltaice până la invertoare
- Sistem AC de la invertoare către stația de transformare (JT/MT)
- Două posturi de transformare JT/MT, fiecare echipat cu un transformator de 6 MVA, pentru colectarea energiei produse de invertoarele de tip string și ridicarea tensiunii de la 800 V la 6 kV.
- In statia electrica existenta se include:
    - Racordarea CEF la stația electrică existentă SRA4 110/6 kV se va realiza prin două ramuri distincte de 6 kV, racordate în două celule dedicate, amplasate pe secții de bare diferite. Fiecare ramură va corespunde unuia dintre cele două posturi de transformare de 6 MVA. Echipamentele de măsurare, protecție, comandă și comunicație aferente vor fi incluse conform ATR și proiectului aprobat
    - sistem SCADA și telecomunicații
    - sistem de securitate

3 SĂNĂTATE ȘI SECURITATE

1. BENEFICIARUL intenționează ca proiectul să fie executat într-un mod care să promoveze un șantier lipsit de accidente și vătămări pe întreaga durată a Contractului. CONTRACTORUL EPCC va executa lucrările în conformitate cu prevederile Legii nr. 319/2006 și Hotărârii de Guvern nr. 300/2006 (care transpune Directiva Europeană 89/391/CEE).
2. CONTRACTORUL EPCC va elabora, adopta și implementa toate documentele obligatorii privind sănătatea și securitatea în muncă, în cooperare cu BENEFICIARUL, acolo unde este cazul, și va promova o cultură a siguranței corespunzătoare.
3. Toate activitățile desfășurate de CONTRACTORUL EPCC vor respecta documentația SSM, precum și toate legile și standardele internaționale, naționale și locale aplicabile.
4. CONTRACTORUL EPCC va asigura că toate pericolele apărute pe durata execuției lucrărilor sunt eliminate sau făcute sigure în orice moment.
5. Facilitățile de acces și urcare vor fi proiectate conform reglementărilor locale și protejate împotriva utilizării neautorizate.
6. Căile de acces, pasajele și iluminatul vor respecta cerințele legale locale.
7. Zonele de lucru și platformele vor fi lipsite de pericole (de ex. obiecte căzătoare sau tensiune electrică).
8. Pericolele cauzate de obiecte căzătoare vor fi eliminate conform evaluării de risc și legislației aplicabile.
9. Proiectarea și instalarea indicatoarelor vor respecta cerințele IEC și codurile DSO/TSO aplicabile.
10. Panoul informativ conform HG 971/2006 va include descrierea principalelor componente ale stației electrice.
11. Indicatoarele de siguranță, planul de evacuare, semnalizarea direcțională și punctele de adunare vor fi amplasate conform legislației naționale.
12. CONTRACTORUL EPCC va lua toate măsurile necesare pentru protecția mediului.
13. Pe durata lucrărilor, disconfortul cauzat de zgomot, praf sau miros va fi minimizat.
14. Toate lucrările se vor desfășura exclusiv în limitele proprietății contractate.
15. Lucrările vor fi proiectate și executate în conformitate cu Planul de Management de Mediu, avizele și acordurile cu proprietarul terenului.
16. CONTRACTORUL EPCC va dezvolta și menține un Sistem de Management de Mediu conform ISO 14001.
17. Semnalizarea permanentă va fi acceptată de BENEFICIAR; semnalizarea temporară va fi asigurată de CONTRACTORUL EPCC.
18. Amplasamentul va fi menținut permanent curat și organizat.
19. CONTRACTORUL EPCC va asigura colectarea și eliminarea corespunzătoare a deșeurilor.

20. CONTRACTORUL EPCC va fi responsabil pentru refacerea amplasamentului la finalizarea lucrărilor.
21. Disconfortul pentru populația din vecinătate va fi strict minimizat.
22. Nu vor fi permise deplasări de vehicule în afara zonelor de lucru aprobate sau în zone ecologice/arheologice sensibile.
23. Întreruperile de energie vor fi minimizate și anunțate în avans.

3.1 PROTECȚIE ȘI ALARME LA INCENDIU

1. Instalarea sistemului de protecție la incendiu va include toate măsurile legale de prevenire și protecție la incendiu, inclusiv, dar fără a se limita la: realizarea de benzi antifoc, sisteme de stingere a incendiilor, sisteme de alarmare la incendiu, afișe de prevenire a incendiilor (inclusiv date de contact pentru situații de urgență), proceduri specifice și asigurarea hidranților de apă, după caz.
2. Alarmele de incendiu și punctele de prim ajutor vor fi amplasate în conformitate cu cerințele legale în vigoare.
3. Vor fi instalate stingătoare de incendiu și lăzi cu nisip în interiorul camerelor de comandă.
4. Stingătoarele de incendiu vor fi adecvate pentru stingerea incendiilor provocate de uleiuri, solvenți, gaze, vopsele, lacuri, cablaje electrice, echipamente sub tensiune, precum și de lichide și gaze inflamabile.
5. Proiectele stației electrice vor fi puse la dispoziția serviciului local de pompieri.
6. Căile de acces pentru intervenția la incendiu și accesul la clădiri vor fi respectate.
7. Vor fi aplicate măsuri de protecție la incendiu în jurul construcțiilor (de exemplu, utilizarea pietrișului).
8. Vor fi evitate pericolele tipice de aprindere, precum:
    (i) apariția arcurilor electrice,
    (ii) rezistențe de contact ridicate sau
    (iii) acumularea de frunze uscate sub panouri.
9. Panoul de alarmă la incendiu va fi amplasat lângă punctul principal de acces al clădirii. Avertizoarele luminoase/acustice și butoanele de alarmare manuală („break glass”) vor fi instalate conform reglementărilor naționale privind siguranța la incendiu.
10. CONTRACTORUL EPCC va analiza reglementările aplicabile și va colabora cu autoritățile competente pentru a stabili dacă sunt necesare instalații de sprinklere.

4 CERINȚE GENERALE

4.1 CONSIDERAȚII DE PROIECTARE

Toate aspectele proiectării trebuie să respecte legislația și reglementările locale, regionale și naționale aplicabile amplasamentului stației electrice. Proiectul detaliat trebuie elaborat în conformitate cu cerințele de proiectare, cele mai bune standarde din industrie și cele mai bune practici locale și trebuie să includă toate detaliile de execuție necesare pentru realizarea completă a domeniului de lucrări.

Proiectul va fi transmis BENEFICIARULUI spre aprobare, precum și operatorului de distribuție (DSO) / operatorului de transport (TSO), atunci când este necesar.

Pe baza proiectului existent, CONTRACTORUL EPCC va elabora proiectul detaliat pentru infrastructura stației, în conformitate cu legislația aplicabilă.

CONTRACTORUL EPCC va lua în considerare prioritățile BENEFICIARULUI (de exemplu: aspect estetic, maximizarea producției de energie, preferințe privind producătorii de echipamente și amplasarea acestora) înainte de inițierea proiectării.

Instalația va fi proiectată astfel încât să elimine complet, acolo unde este posibil, și să minimizeze riscurile pentru sănătate și securitate în fazele de construcție, exploatare, mentenanță și dezafectare.

Proiectul va fi conceput astfel încât să elimine complet, pe cât posibil, și să reducă la minimum impactul asupra mediului în toate fazele sale.

Proiectarea amenajărilor peisagistice va integra lucrările în peisajul înconjurător, ținând cont de caracterul și structura habitatelor existente.

CONTRACTORUL EPCC va realiza toate calculele și studiile necesare pentru realizarea unei instalații complet funcționale, conforme cu codul rețelei și cu toate standardele aplicabile.

Proiectarea va include întregul proiect electric: scheme electrice, programe de asigurare a calității, descrieri tehnice și specificații, detalii ale echipamentelor și toate planșele conform cerințelor.

CONTRACTORUL EPCC va realiza o serie de studii pentru a verifica dimensionarea și adecvarea sistemului electric și pentru a confirma conformitatea cu standardele aplicabile, cerințele BENEFICIARULUI și codul de rețea/distribuție.

Părți ale proiectului pot fi transmise succesiv pentru a accelera procesul de aprobare și pentru a reduce durata de execuție.

Calculele și studiile de proiectare vor fi transmise BENEFICIARULUI pentru revizuire înainte de începerea lucrărilor. În cazul în care rezultatele nu demonstrează conformitatea cu cerințele proiectului, CONTRACTORUL EPCC va modifica proiectul, costurile aferente revenind exclusiv acestuia.

CONTRACTORUL EPCC va pregăti toate documentele formale solicitate de DSO/TSO și de autoritățile competente.

În cazul modificării proiectului preliminar, CONTRACTORUL EPCC va realiza toate calculele, studiile și simulările necesare și va demonstra BENEFICIARULUI, prin rapoarte, conformitatea noilor soluții. Proiectul modificat va fi transmis spre aprobare BENEFICIARULUI și, dacă este cazul, DSO/TSO.

Pe baza proiectului detaliat, CONTRACTORUL EPCC va obține toate aprobările necesare de la autoritățile publice competente.

În timpul elaborării proiectului detaliat, CONTRACTORUL EPCC va verifica proiectul existent și va corecta toate neconcordanțele și erorile.

Materialele și echipamentele aferente infrastructurii DSO/TSO vor fi aprobate de către DSO/TSO. Orice modificare ulterioară va necesita aprobarea BENEFICIARULUI și a DSO/TSO.

CONTRACTORUL EPCC va obține aprobarea BENEFICIARULUI înainte de achiziționarea componentelor principale (transformatoare, cabluri, sisteme de monitorizare etc.).

CONTRACTORUL EPCC va calcula curentul de scurtcircuit (Isc) corespunzător capacității reale a centralei.

4.2 STUDII

1. CONTRACTORUL EPCC decide dacă documentația existentă este suficientă sau dacă sunt necesare studii suplimentare.
2. Toate studiile și rapoartele vor fi livrate în format tipărit (1 exemplar) și electronic (PDF).
3. În cazul înlocuirii sau modificării studiilor existente, CONTRACTORUL EPCC va efectua toate investigațiile necesare și va livra documentația actualizată BENEFICIARULUI.
4. Studiile vor include, fără a se limita la:
    - documentație de trasare
    - studiu de protecții cu relee și coordonare DSO/TSO
    - calcule de flux de putere și încărcare cabluri
    - calcule de scurtcircuit
    - studii de conformitate cu codul rețelei
    - studii geotehnice
    - studiu de împământare
    - studii și rapoarte solicitate de autorități

4.3 CONTROLUL CALITĂȚII ÎN EXECUȚIE

CONTRACTORUL EPCC va utiliza un sistem de management al calității certificat ISO 9001 și va executa lucrările conform Standarde de construcție.

Se va păstra o documentație completă cu desene, materiale, verificări QA/QC și teste de punere în funcțiune, disponibilă permanent pentru inspecție.

Formularele de calitate vor fi transmise BENEFICIARULUI în termen de 48 de ore.

Lucrările acoperite vor fi fotografiate înainte de acoperire.

4.4 CONSIDERAȚII PRIVIND DOCUMENTAȚIA

Documentația „As Built” va fi livrată în limba română, în formatele solicitate (Word, Excel, AutoCAD, PDF).

Toată documentația va respecta dimensiunile DIN (A1–A4).

Pe șantier vor fi păstrate copii aprobate ale proiectului executiv.

4.4.1 CONTROLUL DOCUMENTAȚIEI

Documentația se va încărca într-un data room virtual, cu notificare prin e-mail. Versiunile vor fi corect gestionate și denumite unitar.

4.5 CLĂDIREA STAȚIEI ELECTRICE

4.5.1 GENERALITĂȚI

Clădirea va fi sigură, etanșă, protejată împotriva intruziunilor, cu facilități pentru împământare și instalații conforme normelor locale și seismice.

Se vor asigura trasee de cabluri adecvate, spații de mentenanță, uși metalice galvanizate, ventilație, climatizare și finisaje anti-praf.

4.5.2 SOCLURI DIN BETON ARMAT

Soclurile vor fi din beton armat de minim clasa C35/45, cu armături legate la pământ și finisaj U2.

4.5.3 CAMERA BATERIILOR

Bateriile vor fi VRLA (AGM sau gel), fără întreținere. Camera va fi ventilată și dotată cu echipamente de protecție personală. Panourile vor fi împământate separat.

5 CERINȚE PRIVIND ECHIPAMENTELE

5.1 APARATAJ DE COMUTAȚIE (SWITCHGEAR)

5.1.1 GENERAL

Toate aparatajele JT/MT și întreruptoarele de circuit, vor putea fi blocate cu lacăt atât în poziția izolată (extras/racked-out), cât și în poziția deschis. Comenzile de închidere ale tuturor întreruptoarelor de circuit vor putea fi, de asemenea, blocate cu lacăt pentru a preveni accesul atunci când circuitul este izolat.

Toate secțiunile de aparataj de comutație și comandă vor fi echipate cu etichete gravate care să indice denumirea și referința circuitului (dacă este cazul). Atunci când este necesar accesul din spate, etichetarea gravată va fi prevăzută și în partea posterioară a panoului.

Pentru toate întreruptoarele de circuit vor fi transmise către sistemul SCADA semnalele de poziție deschis, închis și declanșat.

Aparatajele vor fi echipate cu sisteme de interblocare adecvate pentru prevenirea manevrelor incorecte și a accidentelor, precum arcul electric. În general, interblocările de siguranță vor fi proiectate astfel încât:

- să nu se poată aplica împământare pe echipamente aflate sub tensiune;
- echipamentele împământate să nu poată fi puse sub tensiune;
- separatoarele să nu poată fi manevrate sub sarcină.

Cu excepția cazului în care se convine altfel cu BENEFICIARUL, toate interblocările de siguranță vor fi realizate prin cablare fizică (hard-wired). CONTRACTORUL EPCC va furniza o matrice de interblocare ca parte a documentației de proiect. Pentru aparatajul MT, proiectarea va fi conform IEC 62271-200. Tehnologia utilizată pentru aparataj va respecta cerințele locale aplicabile în România.

Toate întreruptoarele de circuit vor fi capabile să execute ciclul „deschis – închis – deschis” după pierderea alimentării mecanismului de acționare.

Toate bornele și cablajele din aparataj vor fi etichetate cu identificatori unici, iar conductoarele vor fi identificate la ambele capete. Toate cablajele de comandă vor avea o secțiune minimă de 1,5 mm². Bornele vor fi de tip cu șurub. Cablajele de declanșare, CT și VT vor respecta standardele locale.

Conexiunile CT vor fi realizate prin blocuri de borne cu etichete de avertizare și capace detașabile din plexiglas. Vor fi prevăzute borne de scurtcircuit cu facilități de deconectare, accesibile numai când secundarul CT este scurtcircuitat în siguranță. Vor fi prevăzute puncte de injecție pentru testare.

Toate bornele și conductoarele expuse în cadrul operării și mentenanței vor fi protejate la IP2X. Dacă ușile panourilor pot fi deschise sub tensiune, barele și echipamentele expuse vor fi protejate cu capace din plexiglas. Gradul minim de protecție va fi IP54 pentru interior și IP66 pentru exterior.

Toate conexiunile de cabluri vor fi strânse corect și prevăzute cu papuci corespunzători. Fasciculele de cabluri vor fi ordonate și nu vor îngreuna accesul. Conexiunile nu vor fi supuse la efort mecanic.

Varistoare vor fi montate pe bobinele releelor auxiliare acolo unde nu există supresie, conectate în paralel cu bobina releului.

5.1.2 ORDINAREA FAZELOR

Ordinea fazelor va fi consecventă în întreaga instalație: L1-L2-L3, de sus în jos, de la stânga la dreapta și din față spre spate. Se va furniza o schemă de fazare cu toate echipamentele și terminalele.

5.1.3 AMPLASAREA ECHIPAMENTELOR ÎN CAMERELE DE APARAJ ȘI COMANDĂ

Echipamentele vor fi amplasate astfel încât să faciliteze operarea și mentenanța. Când este necesar acces din spate, se va asigura un spațiu minim de 1 m.

Deschiderea ușilor nu va produce coliziuni. Accesul sigur la echipamente pentru operare și mentenanță va fi asigurat.

5.1.4 DULAPURI DE PROTECȚIE ȘI COMANDĂ

Dulapurile de protecție și comandă vor fi robuste, realizate din oțel cu grosime minimă de 1,5 mm; ușile vor avea minim 2 mm. Culoarea standard va fi RAL 7032, dacă nu se aprobă altfel.

Dulapurile vor avea acces frontal și posterior (dacă nu sunt montate lipit de perete) și vor fi prevăzute cu socluri de susținere. Plăci de intrare cabluri vor fi montate sus și jos.

Dulapurile vor permite disiparea căldurii astfel încât creșterea temperaturii interne să fie sub 2 °C. Uși vitrate vor permite vizualizarea echipamentelor fără risc de contact accidental.

5.1.5 APARAJ JT (<1.500 V)

Aparatajul JT va fi realizat din tablă de oțel (minim 1,5 mm) cu IP54 interior.

Tabloul principal JT va fi dimensionat pentru conectarea directă la secundarul transformatorului. Vor fi prevăzute protecții la supratensiuni.

Întreruptoarele principale vor fi ACB sau MCCB extractibile, cu protecții electronice integrate. Circuitele de plecare vor fi protejate cu MCB-uri cu putere mare de rupere.

Vor fi furnizate semnale auxiliare către SCADA. Releu de lipsă fază va fi instalat pe tabloul principal. Un contor multifuncțional (IEC 61557-12, clasa 0,5') va fi montat pe intrările principale.

5.2 CABLARE

5.2.1 GENERAL

Toate cablurile vor fi instalate în conformitate cu cerințele producătorului și pentru a respecta condițiile de proiectare utilizate în calculele de dimensionare. Pe durata instalării, capetele tuturor cablurilor vor fi menținute permanent etanșate, utilizând manșoane termocontractabile rezistente la intemperii. Cablurile vor fi manipulate cu grijă și se vor lua toate măsurile pentru a evita deteriorarea acestora. Toate cablurile vor fi sprijinite, fixate și protejate corespunzător împotriva deteriorărilor mecanice și termice.

Se va menține separarea dintre cablurile de putere și cablurile de comandă, în conformitate cu standardele locale și naționale. În zonele unde cablurile ies din sol, acestea vor fi pozate pe cât posibil vertical, fără a compromite raza minimă de curbură a cablului. Se va evita aplicarea unor solicitări mecanice excesive la plăcile de presetupe și clemele de cablu. Traseele cablurilor vor fi menținute cât mai scurte posibil.

Cablurile vor fi capabile să reziste solicitărilor mecanice deosebite, cum ar fi eforturi sporite de întindere sau torsiune, mobilitate necesară în exploatare și riscuri crescute de deteriorare mecanică. Marginile ascuțite nu vor deteriora cablurile. Bucla de cablare va fi minimizată. Se va asigura preluarea eforturilor mecanice (strain relief) ale cablurilor. Conectarea cablurilor se va realiza cu papuci sertizați corespunzător, iar cablurile vor trece prin presetupe la intrarea și ieșirea din dulapuri.

Alte cerințe includ:

- Se vor utiliza papuci bimetalici pentru conectarea barelor de cupru la cabluri de aluminiu sau invers
- Amplasamentul șanțurilor subterane (dacă există) va fi marcat
- Raza minimă de curbură conform specificațiilor producătorului va fi respectată
- Ideal, canalul/rastelul de cabluri vor fi integrate în structura de montaj
- Accesul la punctele de joncțiune ale cablurilor va fi facil
- Cablurile vor fi protejate împotriva deteriorării și a strangulării neacceptabile a mantalei; cablurile suspendate vor fi evitate
- Cablurile vor fi fixate corespunzător de structura de montaj sau pozate în tăvi dedicate; fixarea se va realiza cu coliere rezistente UV, adecvate pentru aplicații în exterior
- Pentru instalațiile exterioare neprotejate se vor utiliza cleme rezistente la coroziune sau protejate permanent împotriva coroziunii
- Toți conductorii cu secțiune mai mare de 1,5 mm^2 vor fi multifilari
- Toate cablurile care intră în dulapuri vor intra din partea inferioară

Toate cablurile vor fi susținute, fixate și protejate adecvat, menținându-se separarea dintre cablurile de putere și cele de comandă conform normativelor în vigoare.

5.2.2 APARAJ DE COMUTAȚIE MT PENTRU INTERIOR, ÎN EXECUȚIE METALCLAD (ADECVAT REȚELEI CU TENSIUNEA NOMINALĂ DE 6 KV)

5.2.2.1 GENERAL

Aparatajul de comutație MT pentru interior va fi de tip primar, extractibil, izolat în aer (AIS) și cu construcție metalclad. Fiecare celulă va include borne de cablu, separator de împământare pe partea cablului, transformatoare de curent (CT), întreruptor de vid și compartiment de comandă care conține dispozitivele de protecție la supracurent și defect de pământ. Transformatoarele de tensiune (VT) vor fi amplasate într-un compartiment (BAY) separat, cu siguranțe și separator.

Separatoarele de împământare de pe partea cablului vor fi interblocate cu întreruptorul/separatorul pentru a preveni închiderea separatorului de pământ atunci când întreruptorul/separatorul este în poziția de serviciu. Vor fi prevăzute, de asemenea, facilități pentru împământarea barelor colectoare.

Vor fi furnizate curbe IDMT și curbe cu timp definit pentru protecțiile la supracurent și defect de pământ. CONTRACTORUL EPCC va asigura că releele de protecție și CT-urile/VT-urile selectate sunt corect dimensionate, în conformitate cu studiul de coordonare a protecțiilor.

VT-urile vor fi livrate cu întreruptoare automate MCB corespunzătoare pe partea secundară.

Indicatoare de prezență tensiune vor fi prevăzute pe fiecare celulă și pe barele colectoare. Acestea vor indica în mod clar prezența tensiunii pe partea cablului a întreruptorului și vor permite verificarea ordinii fazelor cu un aparat de măsură MV/JT.

Celula de intrare (Incomer Bay) va include un indicator de prezență a tensiunii cu contact auxiliar, care va fi conectat la sistemul SCADA pentru semnalizarea tensiunii pe celula de intrare.

Descărcătoare de supratensiune vor fi instalate pe toate celulele.

Se va instala o bară de împământare pe toată lungimea aparatajului, împământată independent la ambele capete.

Celulele cu întreruptor vor include două bobine de declanșare, precum și rezistențe de încălzire anti-condens în compartimentele de comandă și cabluri.

Toate tablourile MT vor fi „arc-proof” conform IEC 62271 (clasificare IACAFLR). În cazul în care aparatajul MT este instalat fără acces posterior, este acceptabilă clasificarea IEC IACAFL.

Dacă dimensiunile camerei de aparataj o impun, se va instala un sistem de ventilație cu canale pentru evacuarea gazelor fierbinți periculoase rezultate în urma unui arc electric intern.

5.2.2.2 APARAJ AIS CU ÎNTRERUPTOARE EXTRACTIBILE

Toate întreruptoarele de circuit cu același nivel de tensiune și aceleași caracteristici (tensiune, curent etc.) vor fi interschimbabile. În cazul instalării de întreruptoare cu caracteristici diferite, va fi imposibil din punct de vedere fizic schimbul între acestea.

Atunci când sunt necesare cărucioare pentru extragerea întreruptoarelor, se va furniza un cărucior pentru fiecare cameră de aparataj. Cărucioarele vor fi prevăzute cu mecanism de coborâre care să permită aducerea întreruptorului la nivelul pardoselii. Roțile cărucioarelor vor fi dotate cu frâne.

5.2.3 SĂPĂTURI ȘI CANALIZAȚII (TRENCHING AND DUCTING)

- Toate șanțurile vor respecta normativul **NTE 007/08/00 cu modificarile ulterioare**.
- Dacă un șanț are adâncimea de **1,5 m sau mai mult**, acesta va fi prevăzut permanent cu cel puțin **o scară pentru fiecare 50 m de lungime sau fracțiune din aceasta**.
- Pereții șanțurilor cu adâncimea de 1,5 m vor fi realizați în trepte pentru a asigura o pantă corespunzătoare sau vor fi susținuți sigur cu sprijiniri din lemn, pentru a evita riscul de surpare.
- Materialele excavate nu vor fi depozitate la mai puțin de **1,5 m de marginea șanțului** sau la mai puțin de **jumătate din lățimea șanțului**, în funcție de care valoare este mai mare.
- Săparea se va realiza de sus în jos.
- Sub nicio formă nu se vor executa subminări sau săpături sub nivel.
- Distanțele orizontale și verticale dintre cablurile de putere și cele de comunicații nu vor fi mai mici de **300 mm**.
- Cablurile **AC și DC** vor fi pozate în **șanțuri separate**.
- Coridorul de cabluri va fi amplasat în spațiul liber dintre rândurile de panouri și nu sub module, pentru a facilita întreținerea.
- Cablurile vor fi protejate în tuburi împotriva radiațiilor UV.
- Tuburile vor fi **rezistente la UV**.
- Sistemul de canalizații va fi proiectat astfel încât să permită **înlocuirea facilă a cablurilor**.
- Cablurile aparținând aceluiași circuit vor fi pozate **alăturat**, în același tub sau canal de cablu.
- Cablurile și liniile vor fi fixate astfel încât să nu apară solicitări neacceptabile de întindere, încovoiere, compresiune sau strivire.
- Dacă cablurile sunt pozate în tuburi metalice, acestea vor fi **împământate eficient**; încălzirea cablurilor va fi luată în considerare în etapa de proiectare.
- Tuburile vor avea interiorul neted și capetele protejate, astfel încât să nu existe riscul deteriorării mantalei cablului; canalizațiile vor fi etanșate pentru a proteja cablurile împotriva rozătoarelor.
- În zonele cu risc de deteriorare mecanică, cablurile vor fi protejate prin învelișuri, tuburi de protecție sau echivalent.
- Dispozitivele de preluare a eforturilor mecanice (strain relief) ale cablurilor expuse vor fi protejate permanent împotriva coroziunii.
- Raza minimă de curbură specificată de producător va fi respectată la montaj.
- Tuburile vor fi de tip **HDPE sau uPVC**, cu grosimea minimă de **1,5 mm**.
- Toate tuburile vor fi etanșate la ambele capete cu dopuri impermeabile sau alte soluții aprobate de BENEFICIAR pentru a preveni pătrunderea apei sau a rozătoarelor.
- Pentru circuitele pozate în tuburi, se va verifica faptul că tuburile sunt libere înainte de începerea tragerii cablurilor.

- După montarea unui tronson între cămine, tuburile vor fi curățate la interior cu perii, mandrine și bureți fixați pe o sfoară.
- Cablurile de comunicații vor fi pozate subteran în tuburi HDPE adecvate.
- Înainte de instalarea cablurilor, toate tuburile vor fi etanșate temporar pentru a preveni pătrunderea apei, prafului și a rozătoarelor. Traversările prin pereții stației se vor realiza prin sisteme dedicate de trecere a cablurilor și vor fi etanșate după instalare.
- Toate cablurile îngropate vor intra în clădiri conform reglementărilor locale; dacă acestea nu sunt definite, adâncimea minimă va fi de **800 mm sub nivelul solului**, iar cablurile vor fi complet invizibile și inaccesibile din exterior. Nu se va permite acumularea apei în șanțurile de cabluri; acestea vor fi prevăzute cu drenaj adecvat. Unde tuburile sunt etanșate, se vor utiliza materiale certificate, etanșe la apă și rezistente la foc. Protecția mecanică va fi asigurată pe o înălțime minimă de **300 mm** deasupra solului în interiorul stațiilor și **2,3 m** în exteriorul acestora.

5.2.3.1 IDENTIFICARE

Toate cablurile vor avea un **număr unic de identificare**. Acestea vor fi incluse într-un registru al cablurilor și prezentate pe schemele electrice aferente. Fiecare cablu va fi identificat la ambele capete cu etichete durabile, rezistente la intemperii. Pentru cablurile multifilare, fiecare conductor va fi identificat individual; conductorii de rezervă vor fi marcați ca atare. Conductoarele de fază vor fi marcate corespunzător la ambele capete. La trecerea prin cămine, cablurile vor avea marcaje de identificare la ambele capete ale căminului.

5.2.4 CABLURI DE PUTERE JT ȘI MT

Toate cablurile JT și MT vor fi **monofazate**, cu conductor multifilar din **cupru sau aluminiu**, izolație **XLPE**, ecran din bandă de cupru și manta exterioară din **HDPE sau PVC**. Construcția cablurilor va include protecție longitudinală împotriva pătrunderii apei. Cablurile vor fi adecvate pentru pozare direct în pământ sau în tuburi și vor fi protejate conform standardelor locale pe întreaga lor lungime.

5.2.5 MONTAREA ȘI TERMINAREA CABLURILOR JT ȘI MT

Ca regulă generală, nu se vor permite îmbinări (mufe) pe cabluri, decât în situații speciale și cu aprobarea BENEFICIARULUI. Montarea și terminarea cablurilor JT și MT se vor realiza numai de către personal calificat și competent. Toate îmbinările și terminațiile vor fi executate și testate conform recomandărilor producătorului. Pentru îmbinările liniare pe trasee lungi se vor utiliza mufe cu șurub de forfecare (shear-bolt), în locul celor de tip compresie. Se vor lua măsuri pentru reducerea rezistențelor de contact ale conductorului și ecranului.

Pentru fiecare îmbinare va fi furnizat un certificat care va include cel puțin:

- Tipul îmbinării

- Testul de rezistență de izolație înainte de îmbinare
- Kitul de terminație utilizat și numărul de serie
- Unealta de dezizolare utilizată
- Secțiunea conductorului
- Testul de rezistență de izolație după realizarea îmbinării
- Instrucțiunile producătorului
- Confirmarea personalului care a executat lucrarea
- Data finalizării îmbinării

5.2.6 CABLURI DE FIBRĂ OPTICĂ

5.2.6.1 GENERAL

Cablurile de fibră optică pentru exterior vor avea structură centrală umplută, protejate cu bare sau fire din fibră de sticlă și manta exterioară rezistentă la rozătoare. Va fi asigurată protecție longitudinală împotriva umezelii.

Rețeaua de fibră optică va urma în general același traseu ca rețeaua de cabluri JT/MT și va permite înlocuirea cablului fără întreruperea sistemului electric. Tuburile utilizate vor avea diametrul interior de **32 mm**, lubrifiate. Vor fi prevăzute cămine de inspecție ori de câte ori sunt necesare îmbinări sau tragerea cablurilor.

Vor fi prevăzute fibre de rezervă: **50%** pentru cabluri cu mai puțin de 12 fibre și **25%** pentru cabluri cu 12 sau mai multe fibre. Fibrele de rezervă vor fi pregătite pentru terminare și fixate ordonat în dulapurile de fibră.

Caracteristicile minime admise ale cablurilor de fibră pentru exterior sunt:

- Rezistență la strivire: **3000 N**
- Rezistență la întindere (scurtă durată): **2000 N**
- Rezistență permanentă la întindere: **1000 N**
- Fără încovoiere permanentă la buclare de 200 mm
- Domeniu de temperatură: **-40 °C ÷ +70 °C**

5.2.6.2 ÎMBINARE ȘI TERMINARE

Cablurile de fibră optică vor fi montate ordonat, lăsând un surplus de cel puțin **5 m** la fiecare capăt. Toate cablurile și conectorii vor fi etichetați permanent de către CONTRACTORUL EPCC, conform planului rețelei de fibră optică.

5.3 STRUCTURI METALICE DE SUSȚINERE

Toate structurile metalice de susținere vor fi proiectate pentru cele mai nefavorabile solicitări ale echipamentelor, vor fi proiectate specific pentru echipamentele pe care le susțin și vor fi galvanizate prin zincare la cald conform **ISO 1461**.

Toate operațiile de găurire, tăiere, sudare și formare a elementelor metalice vor fi realizate în etapa de fabricație și finalizate înainte de zincarea la cald. După finalizarea procesului de galvanizare, elementele metalice vor fi verificate pentru netezime și defecte precum zone neacoperite, acumulări, bășici etc. Orice imperfecțiune va fi remediată înainte de expedierea din fabrica de producție.

La șantier, fiecare element al structurii de susținere va fi aliniat imediat după montaj. Nu se vor efectua operații de strângere sau torque-uire până la realizarea alinierii corecte. Structura nu va fi forțată sau tensionată pentru realizarea conexiunilor.

Grosimea tratamentelor și a straturilor de protecție ale elementelor metalice va fi verificată și confirmată la fața locului prin măsurători electromagnetice sau ultrasonice, prin sondaje aleatorii. Se vor efectua minimum **trei verificări per structură**, distribuite uniform. Dacă grosimea măsurată este sub valoarea minimă admisă, structura va fi retratată. Orice deteriorare a stratului de protecție va fi remediată cât mai curând posibil pentru a respecta cerințele de protecție.

Toate piulițele, șuruburile și șaibele utilizate pentru structurile de susținere vor fi galvanizate la cald și centrifugate. Toate șuruburile vor fi livrate cu șaibe plate și piulițe corespunzătoare dimensional.

Vor fi prevăzute găuri dedicate pentru împământarea structurilor. Paratrăsnetele vor fi montate pe structuri metalice separate, distincte de suporturile echipamentelor.

Dacă nu se convine altfel cu BENEFICIARUL, solicitările de proiectare vor respecta standardele locale aplicabile pentru proiectarea structurilor metalice.

Toleranțele producătorului vor fi aplicate la montajul structurilor. În lipsa toleranțelor specificate de producător, toleranța va fi de maximum **±1 mm/m** în toate direcțiile.

5.3.1 DULAPURI EXTERIOARE DE CONEXIUNI (MARSHALLING) ȘI PANOURI EXTERIOARE

Dulapurile exterioare de conexiuni și panourile exterioare vor fi robuste, realizate din construcție cu cadru din tablă de oțel cu grosime minimă de **2,5 mm** și galvanizate la cald. Gradul de protecție va fi minimum **IP66**.

Dulapurile și panourile vor include:

- termostat;
- încălzitor anti-condens;
- iluminat interior protejat cu grilă și comandat prin contact de ușă.

Echipamentele auxiliare (relee, comutatoare de comandă etc.) vor fi dimensionate pentru temperatura minimă de operare, fără a lua în considerare efectul încălzitorului intern (presupunând defectarea acestuia).

Dulapurile vor fi proiectate pentru evacuarea eficientă a apei, vor fi prevăzute cu uși ce pot fi încuiate cu lacăt și cu dispozitive robuste pentru menținerea ușilor în poziție deschisă. Intrarea cablurilor va fi permisă strict **numai pe la bază**. Va fi prevăzută o placă de presetupe detașabilă.

Toate cablurile exterioare vor fi introduse prin presetupe. Presetupele vor fi protejate cu manșoane PVC speciale împotriva coroziunii și condițiilor meteo. În cazul plăcilor de presetupe găurite dar neutilizate, se vor monta dopuri din cauciuc dimensionate corespunzător.

5.4 ÎNTRERUPTOARE DE CIRCUIT (JT, MT)

Întreruptoarele de circuit vor fi proiectate și dimensionate pentru manevrarea liniilor aeriene, cablurilor subterane, secțiunilor de bare, echipamentelor de compensare a puterii reactive și transformatoarelor de ridicare a tensiunii, corespunzător fiecărei celule.

Mediul de întrerupere va fi **vid sau aer**. Utilizarea **SF_6** trebuie conformata cerintelor Europene. Întreruptoarele vor fi echipate cu monitor de presiune și întrerupător de densitate, toate fiind vizibile de la nivelul solului.

Proiectarea întreruptorului va include comandă electrică locală și la distanță, precum și comandă mecanică de deschidere de urgență.

Întreruptoarele vor fi dotate cu:

- două bobine independente de declanșare alimentate în curent continuu;
- o bobină de închidere alimentată în curent continuu.

Bobinele vor funcționa între **80% și 110%** din tensiunea nominală. Va fi prevăzută protecție anti-pompaj. Secvența minimă de funcționare acceptată: **O-0,3s-CO-3m-CO**. Mecanismul de acționare va fi de tip cu arc. Alimentarea tuturor bobinelor și motoarelor va fi din sursa DC, astfel încât defectarea circuitelor auxiliare să nu afecteze declanșarea.

Cablajele auxiliare vor fi integrate în dulapul de comandă montat pe întreruptor. Orice MCB necesar declanșării va fi supravegheat și va genera alarmă în SCADA.

Vor fi furnizate **patru seturi suplimentare** de contacte auxiliare (deschis/închis), cablate la borne.

5.5 SURSE DC ALE STAȚIEI

5.5.1 GENERAL

Sistemul DC va asigura alimentare sigură pentru bobinele întreruptoarelor, circuitele de comandă, motoarele DC și alimentarea auxiliară a releelor de protecție. Tensiunea DC va fi de **220 V**.

Vor fi prevăzute **două redresoare independente**. Protecția principală va fi alimentată dintr-o sursă DC, iar protecția de rezervă din cealaltă.

Circuitele de protecție vor fi separate de circuitele de comandă și semnalizare.

5.5.2 DIMENSIONARE

Capacitatea bateriilor și a redresoarelor va fi dimensionată la minimum **125%** din sarcina maximă DC.

Bateria va asigura:

- autonomie de **4-8 h**;
- declanșarea tuturor întreruptoarelor la sfârșitul perioadei de autonomie;
- menținerea tensiunii peste **90%** din valoarea nominală.

5.5.3 REDRESOARE

Redresoarele vor fi alimentate din rețea monofazată și vor fi de tip tensiune constantă, capabile de funcționare continuă.

Va fi prevăzut un sistem de supraveghere a bateriei, conectat la SCADA, pentru supratensiune, subtensiune și defecte de pământ. Curentul de încărcare va fi limitat automat.

5.5.4 MCB-URI DC

Toate MCB-urile DC vor fi **bipolare**. Vor fi prevăzute minimum **25% MCB-uri de rezervă** și spațiu pentru încă **25%** extindere.

5.5.5 TEST AUTOMAT DE DESCĂRCARE

Sistemul DC va include posibilitatea de test automat de descărcare a bateriei, inițiat manual, cu revenire automată la regim normal.

5.5.6 INDICAȚII

Fiecare redresor va fi echipat cu afișaj LCD care va indica:

- tensiunea AC de intrare;
- tensiunea bateriei;
- curentul bateriei;

- tensiunea sarcinii;
- curentul sarcinii;
- temperatura bateriei;
- procentul de încărcare/descărcare.

5.5.7 INSTALARE ȘI ACCESORII

Bornele bateriei vor fi protejate. Va fi inclus un sistem de monitorizare a temperaturii. Sistemul va permite acces local și de la distanță prin SCADA.

5.5.8 STAȚII FĂRĂ CAMERĂ DE BATERII INTEGRATĂ

Unitatea DC (baterie, redresoare, tabloul DC) va fi montată în dulapuri pe pardoseală, cu rafturi rezistente la acid și uși încuiabile.

5.5.9 STAȚII CU CAMERĂ DE BATERII SEPARATĂ

Bateriile vor fi montate pe suporți rezistenți la acid într-o cameră dedicată; redresoarele și tablourile DC vor fi amplasate în camera de comandă.

5.6 DESCĂRCĂTOARE DE SUPRATENSIUNE

Descărcătoarele de supratensiune pentru exterior vor fi de tip stație, **oxid metalic**. Acestea vor avea rezistență mare în regim normal și rezistență mică în regim de supratensiune, cu capacitate ridicată de absorbție a energiei.

Fiecare descărcător va fi echipat cu:

- bază izolată;
- contor de descărcări;
- ampermetru pentru curent de scurgere.

Descărcătoarele vor avea **împământare dedicată**, independentă de structura metalică.

Pentru transformatoare, descărcătoarele vor fi amplasate cât mai aproape de borne, pentru protecție maximă.

6 STAȚII DE TRANSFORMARE / PUNCTE DE TRANSFORMARE

6.1 GENERAL

Transformatoarele vor ridica tensiunea AC de joasă tensiune (JT) de la ieșirea invertoarelor la nivel de medie tensiune. Centrala fotovoltaică va fi prevăzută cu două posturi de transformare JT/MT, fiecare echipat cu un transformator cu puterea nominală de 6 MVA și raportul de transformare corespunzător nivelurilor de tensiune 0,8/6 kV.Transformatoarele vor fi de tip uscate sau tip **umplute cu ulei, etanșe ermetic, răcire ONAN**. Uleiul utilizat nu va conține PCB-uri; mențiunea **„No PCBs”** va fi inscripționată pe plăcuța de identificare.

Transformatoarele vor fi echipate, cel puțin, cu următoarele:

- Comutator de reglaj de tensiune fără sarcină (minimum 5 poziții), cu posibilitate de blocare cu lacăt
- Dispozitiv de descărcare a suprapresiunii
- Dispozitiv pentru prelevarea probelor de ulei
- Indicator de nivel al uleiului, cu contacte auxiliare pentru alarmă și declanșare
- Indicator de temperatură a uleiului, cu contacte auxiliare pentru alarmă și declanșare
- Releu de acumulare gaze, cu contacte auxiliare pentru alarmă și declanșare
- Supapă de golire și filtrare
- Bornă de împământare a cuvei
- Urechi de ridicare
- Plăcuțe de identificare și marcare a bornelor
- Urechi pentru cricuri
- Bară centrală de împământare

Proiectarea va permite acces facil al operatorilor la toate dispozitivele de mai sus, în scopul inspecției și mentenanței.

Va fi prevăzut un **bazin de retenție a uleiului**, dimensionat pentru **110% din volumul de ulei al transformatorului**. Zona de retenție nu va permite pătrunderea apei (de exemplu, din precipitații).

Transformatoarele vor fi echipate fie cu un dispozitiv de protecție IEC 60076-22, fie cu următoarele protecții individuale, care vor asigura semnal de declanșare către sistemul de protecție și semnal de alarmă către sistemul SCADA:

- Indicare nivel ulei
- Acumulare gaze
- Temperatură ridicată a uleiului
- Dispozitiv de descărcare a suprapresiunii

6.1.1 INCINTE / CARCASE ALE STAȚIILOR DE TRANSFORMARE

Carcasele stațiilor de transformare vor fi galvanizate, complet rezistente la intemperii și protejate împotriva vandalismului, deteriorărilor intenționate și accesului neautorizat.

Configurația interioară va fi proiectată astfel încât să faciliteze mentenanța și inspecția și să nu obstrucționeze accesul la echipamentele transformatorului.

Carcasa va fi realizată din oțel inoxidabil rigid, adecvat mediilor costiere, sau din oțel galvanizat prin zincare la cald. Grosimea minimă finală a stratului de vopsea va fi de **0,2 mm**, fiind adecvată pentru minimum **10 ani de exploatare** fără tratamente sau mentenanță semnificativă. Sistemul de vopsire va fi echivalent **ISO 12944 – clasa C5 (coastal)**.

Ușile principale de acces vor fi prevăzute cu sistem de închidere sigur, cu **trei puncte**, cu posibilitate de aplicare a lacătelor. Va fi prevăzut și un sistem de fixare a ușilor în poziția deschis.

7 SISTEME DE LEGARE LA PĂMÂNT ȘI PROTECȚIE ÎMPOTRIVA TRĂSNETELOR

7.1 GENERAL

Sistemul de legare la pământ va fi proiectat conform **IEEE 80**, pentru a minimiza creșterea potențialului de pământ, pentru a asigura valori sigure ale tensiunilor de atingere și de pas, conform legislației aplicabile, și pentru a garanta funcționarea corespunzătoare a sistemelor de protecție.

Sistemul va fi proiectat pentru **curentul maxim de defect la pământ** și **timpul de deconectare** estimat pe durata de viață a centralei. Sistemul de legare la pământ și de protecție la trăsnet va respecta cerințele și recomandările producătorilor de module PV, de invertoare și ale operatorului de rețea relevant.

Proiectarea împământării va utiliza un **model de sol multistrat**, folosind un software recunoscut. CONTRACTORUL EPCC va colabora cu operatorul de rețea pentru obținerea tuturor datelor necesare proiectării, inclusiv planuri standard de împământare, nivelul de defect și timpii de declanșare.

CONTRACTORUL EPCC va efectua teste suplimentare de rezistivitate a solului, acolo unde este necesar, pentru a obține modelul multistrat în toate locațiile relevante (stații, clădiri, stâlpi LEA etc.). Testele de rezistivitate a solului vor fi realizate înaintea începerii lucrărilor civile.

După instalarea sistemului de împământare, CONTRACTORUL EPCC va efectua măsurători pentru determinarea rezistenței de dispersie și va compara rezultatele cu valorile proiectate. Dacă rezultatele nu sunt conforme, sistemul va fi modificat până la atingerea valorilor de proiect. Măsurătorile vor fi realizate individual pentru fiecare locație, înainte de conectarea la sistemul general de împământare.

Sistemul de împământare va include puncte/echipamente de testare pentru verificări ulterioare. Dacă amplasamentul este clasificat ca **zonă "hot"**, CONTRACTORUL EPCC va instala protecții adecvate pentru echipamentele de telecomunicații pe bază de cupru.

7.2 ÎMPĂMÂNTAREA STAȚIEI ELECTRICE

7.2.1 GENERAL

În stații, proiectarea sistemului de împământare va include **conexiuni duble** pentru echipamentele unde curentul primar poate circula către pământ (prin contact direct sau arc electric) și **conexiuni simple** pentru celelalte elemente metalice sau structuri.

Suprafața stației va fi acoperită cu **piatră spartă sau asfalt**, pentru menținerea tensiunilor de atingere și pas în limite sigure.

Protecția la trăsnet a tuturor echipamentelor exterioare va fi proiectată și instalată conform **IEC 62305**, iar pentru clădirea stației conform **IS EN 62305 Partea 3 – 2006**.

Toate conexiunile de împământare vor fi tratate pentru a preveni coroziunea sau discontinuitățile. La fiecare punct de conexiune se va utiliza **vaselină conductoare**.

7.2.2 ÎMPĂMÂNTAREA ECHIPAMENTELOR DIN STAȚIE

Toate structurile metalice vor fi împământate independent. Toate echipamentele prevăzute cu puncte dedicate de împământare vor fi conectate la pământ, utilizând vaselină de contact între papuc și suprafața de contact.

Împământările flexibile vor fi protejate cu manșoane din PVC transparent. Toate legările la pământ supraterane vor fi realizate cu conductoare izolate PVC. Fiecare echipament va fi conectat **direct** la rețeaua de împământare a stației; legarea în buclă între echipamente este **interzisă**.

Transformatoarele de putere vor fi împământate independent în **minimum două puncte opuse**.

7.2.3 CLEME DE ÎMPĂMÂNTARE – PUNCTE FIXE DE ÎMPĂMÂNTARE

Vor fi prevăzute cleme de împământare astfel încât fiecare secțiune de bară să poată fi împământată folosind echipamente standard. În general, conductorul primar nu va fi utilizat pentru împământare, cu excepția barelor rigide orizontale cu secțiune adecvată.

Clemele vor fi amplasate astfel încât să nu reducă distanțele minime de izolație sub valorile admisibile.

7.2.4 ÎMPĂMÂNTAREA DESCĂRCĂTOARELOR DE SUPRATENSIUNE

Fiecare descărcător de supratensiune va avea **conexiune independentă** la rețeaua principală de împământare. Conductorii de legare la pământ (minimum două conexiuni) vor fi rutați pe traseul cel mai scurt și fără colțuri ascuțite.

7.2.5 ALTE ÎMPĂMÂNTĂRI ÎN STAȚIE

Porțile principale ale stației vor fi împământate corespunzător. Împământările flexibile vor fi montate pe interiorul stației și protejate cu manșoane PVC. Gardul perimetral va fi împământat cel puțin la fiecare al doilea stâlp. Ramele metalice ale ușilor clădirilor vor fi legate la pământ cu legături flexibile. Stâlpii de iluminat ai incintei vor fi împământați.

8 8 PROTECȚII

8.1 GENERAL

Va fi asigurat un sistem de protecție integrat și coordonat care să acopere toate echipamentele electrice. Sistemul de protecție va fi proiectat pentru a detecta rapid defectele din instalațiile electrice și pentru a acționa cât mai rapid posibil, menținând în același timp o selectivitate adecvată, pentru a minimiza deteriorările instalației și echipamentelor și perturbațiile asupra sistemului electric.

Proiectarea sistemului de protecție va respecta cerințele Operatorului de Rețea și prevederile Codului Rețelei / Codului de Distribuție.

8.1.1 SISTEME DE PROTECȚIE

Cel puțin următoarele sisteme de protecție vor fi prevăzute:

- Protecții la supracurent și defect de pământ de tip **IDMT (Inverse Definite Minimum Time)** și cu timp definit, pentru toate circuitele radiale și de intrare ale proiectului.
- Protecție de interfață (subtensiune, supratensiune, subfrecvență, suprafrecvență, variația rapidă a frecvenței – ROCOF), inclusiv protecții la supracurent și defect de pământ la punctul de racordare la rețea.
- Protecții diferențiale și de defect de pământ restricționat (REF), inclusiv supracurent și defect de pământ, pentru toate transformatoarele conectate la rețea (Transformatorul Principal de Putere).
- Protecție de rezervă la defect de pământ pentru echipamentele de împământare a neutrului transformatorului.
- Pentru proiecte cu două sau mai multe linii de colectare, protecție diferențială a barelor MT.
- Releu de protecție tip **Bay Controller** (1 pentru fiecare celulă de aparataj).
- Sincronizarea în timp a tuturor dispozitivelor de protecție prin ceas GPS sau altă metodă adecvată; este necesară o sincronizare cu diferență mai mică de **10 ms**.
- Sistem de monitorizare pentru toate releele de protecție, schemele și circuitele de protecție.
- Comunicații în topologie inel Ethernet/fibră optică între releele de protecție și echipamentele electronice inteligente (IED), utilizând switch-uri Ethernet.
- Înregistrator centralizat de perturbații și evenimente.
- Releu de echilibru al curentului (PV trebuie să fie permanent echilibrat).

8.1.2 RELEE DE PROTECȚIE ȘI MONITORIZARE

CONTRACTORUL EPCC va furniza domeniul complet de lucrări pentru sistemul de monitorizare a defectelor și înregistrare a perturbațiilor.

Va fi instalat un sistem de monitorizare a defectelor și de înregistrare a perturbațiilor (FMS), care va acoperi toate elementele sistemului electric al centralei, incluzând:

- Transformatoarele de putere și transformatoarele auxiliare.
- Toate plecările din tablourile MT instalate în PVPP.
- Intrările și cuplajele tuturor tablourilor principale DC și AC de joasă tensiune.

Se acceptă utilizarea memoriei de defect (înainte și după eveniment) a releelor digitale, cu o stație centrală de evaluare/inginerie în clădirea de comandă, echipată cu software adecvat. Toate releele de protecție vor fi conectate la această stație și vor fi sincronizate cu un sistem de ceas principal, interconectat la GPS.

Releele de protecție vor fi de tip **microprocesor**, provenind, pe cât posibil, din gama aceluiași producător. Unde este posibil, se vor utiliza **relee multifuncționale**, aceasta fiind soluția preferată.

Fiecare releu de protecție va fi etichetat și identificat unic. Reglajele vor putea fi vizualizate și modificate atât de la panoul frontal, cât și prin intermediul unui laptop, folosind un port de comunicație. Toate releele de protecție vor fi interconectate cu sistemul SCADA pentru monitorizare și raportare a defectelor, utilizând un protocol de comunicație recunoscut internațional (de ex. IEC, Modbus, DNP3), supus aprobării BENEFICIARULUI.

Pe lângă funcțiile de protecție, releele vor include:

- Măsurători de curent, tensiune, putere activă, putere reactivă și energie, cu diferențierea direcției fluxului.
- Indicații de funcționare și de defect cu marcaj temporal (tip defect, mărimea curentului de defect, tensiune, putere activă/reactivă, momentul declanșării). Se vor stoca ultimele **10 evenimente**, cu rezoluție de **1 ms**.
- Înregistrarea mărimilor analogice în timpul defectelor (curenți de fază, curenți de pământ, curenți de secvență zero).
- Funcție de sincronizare în timp.
- Interfețe de comunicație și interfață PC locală.
- Funcție de blocare (lockout).
- Funcție de defect al întreruptorului, cu transmiterea semnalelor către protecțiile amonte/aval.
- Interblocări inverse și funcții de comunicare asociate pentru blocarea protecțiilor la supracurent amonte/aval.

Releele de tip Bay Controller vor include suplimentar:

- Funcții de comandă și monitorizare pentru operarea aparatajului MT.
- Scheme de interblocare configurabile și secvențe de manevră.

Releele diferențiale vor include funcție de **restrângere la curentul de pornire (inrush)**.

Sursele de alimentare pentru protecții și circuitele de declanșare vor fi monitorizate permanent, cu transmiterea alarmelor către SCADA.

8.1.3 COORDONAREA PROTECȚIILOR

Setările finale ale protecțiilor vor respecta cerințele Codului Rețelei și vor fi adecvate instalației.

Dacă nu se convine altfel cu BENEFICIARUL, se va aplica următoarea filosofie:

- Protecțiile vor fi cât mai sensibile posibil.
- Protecțiile vor rămâne stabile în regim normal și la suprasarcini temporare admise.
- Setările de supracurent de fază cu timp invers vor fi de regulă la **125%** din curentul maxim de sarcină.
- Setările instantanee pe circuitele transformatoarelor se vor face la **125%** din nivelul maxim de defect pe JT.
- Protecțiile la defect de pământ vor fi setate de regulă la **10–20%** din curentul nominal.
- Protecțiile diferențiale: **20–30%** din curentul nominal, fără întârziere intenționată.
- Protecțiile REF: **10%** din curentul nominal, fără întârziere intenționată.

8.1.4 FUNCȚIA DE AUTO-RESTAURARE

Orice funcție de auto-restaurare sau reanclanșare va fi implementată numai dacă rezultă din studiul de protecții și este aprobată de BENEFICIAR și de operatorii de rețea aplicabili, în coordonare cu schemele și automatizările existente în SRA4.

8.1.5 COMANDĂ LOCALĂ ÎN STAȚIE

În camera de comandă va fi prevăzut un panou de control care să permită deschiderea și închiderea tuturor întreruptoarelor MT, cu indicarea poziției acestora. Panoul va fi echipat cu **HMI**, iar dispunerea va corespunde schemei electrice monofilare.

8.1.6 MCB-URI DC

Toate MCB-urile DC vor fi bipolare. Vor fi prevăzute **25% MCB-uri de rezervă** și spațiu pentru încă **25%** extindere viitoare. Circuitele de protecție nu vor fi alimentate din aceleași MCB-uri ca cele de comandă/semnalizare.

9 SISTEM DE COMPENSARE A PUTERII REACTIVE

9.1 GENERAL

Dacă invertoarele nu pot asigura domeniul factorului de putere cerut de Codul Rețelei, se vor instala sisteme suplimentare de compensare capacitivă sau inductivă. CONTRACTORUL EPCC este responsabil pentru compensarea reactive.

Sistemul de compensare nu va genera încălcări ale Codului Rețelei (armonici, rezonanțe, fluctuații de tensiune). Se va acorda atenție numărului și mărimii treptelor.

Echipamentele vor fi integrate cu sistemul SCADA. Se acceptă condensatoare și inductoare cu valoare fixă.

9.1.1 CONDENSATOARE – GENERAL

Condensatoarele vor fi de tip dielectric integral, cu ulei izolant biodegradabil fără PCB. Fiecare unitate va avea rezistență internă de descărcare. Pierderi: **< 0,2 W/kVAr**.

Suportarea supratensiunilor:

- 110% UN – 8 h/zi
- 115% UN – 30 min/zi
- 120% UN – 5 min
- 130% UN – 1 min

9.1.2 PROTECȚIA CONDENSATOARELOR

Protecția va fi în general de tip curent de dezechilibru pe neutru pentru baterii cu conexiune dublu-stea. Alternativ, se poate utiliza protecția la dezechilibru de tensiune pe neutru.

9.1.3 AMPLASAREA CONDENSATOARELOR

Condensatoarele vor fi montate în exterior, pe suport tip rack, galvanizat la cald, cu strat de vopsea de minimum **0,2 mm**, conform **ISO 12944 C5**.

9.1.4 REACTOARE CU MIEZ DE AER

Reactoarele cu miez de aer vor fi impregnate cu rășină epoxidică, încapsulate în fibră de sticlă, cu distribuție uniformă a tensiunii. Stratul de protecție: minimum **0,2 mm**, clasă **ISO 12944 C5**.

9.1.5 COMANDĂ ȘI INSTRUMENTAȚIE

Sistemul de comandă al compensării reactive va fi integrat în SCADA. Toate setările, stările și alarmele vor fi disponibile local și de la distanță.

10 TESTE DE FABRICĂ ALE ECHIPAMENTELOR

10.1 GENERAL

Toate echipamentele furnizate vor fi testate în fabrică înainte de expediere. Vor fi respectate cerintele in Caietu de Sarcin și legislația în vigoare. Înainte de efectuarea oricărui test, copiile procedurilor de testare propuse vor fi puse la dispoziția BENEFICIARULUI pentru revizuire și comentarii prealabile. Toate comentariile vor fi implementate de către CONTRACTORUL EPCC. BENEFICIARUL poate decide să participe la testele din fabrică, fără costuri suplimentare.

Niciun echipament nu va fi autorizat pentru livrare pe amplasament până când toate defectele identificate în timpul testelor de fabrică nu vor fi remediate, spre satisfacția BENEFICIARULUI.

Cu excepția cazului în care se specifică altfel în această secțiune, toate echipamentele vor fi supuse testelor de rutină conform standardelor aplicabile și vor include, cel puțin, următoarele:

10.1.1 CABLURI

CONTRACTORUL EPCC va furniza calcule de capacitate de curent (ampacitate) pentru cabluri, pentru a confirma că acestea pot suporta curenții maximi așteptați de la PVPP (factor de sarcină 100%), domeniul factorului de putere la punctul de racordare, rezistivitatea termică maximă a solului, temperatura maximă a solului, temperatura ambiantă maximă, adâncimea maximă de pozare și influența altor instalații (tuburi etc.). Se vor lua în considerare și reducerile de capacitate datorate grupării circuitelor și surselor externe de căldură.

Calculele vor fi realizate conform **IEC 60287 (toate părțile)** și vor demonstra că temperatura cablului nu va depăși **90°C**.

Testele de fabrică pentru cablurile MT vor include:

- test de rezistență a conductorului
- test de rezistență a ecranului
- test cu scânteie pe manta
- test de tensiune pe manta
- test de supratensiune
- test de descărcări parțiale

10.1.2 TABLOURI MT ȘI RMU

Testele de fabrică vor include:

- test funcțional mecanic complet al tuturor componentelor și interblocărilor

- test funcțional electric al cablajelor de comandă și protecție
- test de supratensiune la frecvență industrială cu măsurarea descărcărilor parțiale
- test de rezistență de contact (ductor test)
- test de injecție secundară a tuturor releelor de protecție
- teste de rutină pentru CT și VT
- test de injecție primară pentru CT și VT
- testarea curbei de magnetizare a CT-urilor

10.1.3 TRANSFORMATOARE ȘI REACTOARE CU ULEI

Testele de fabrică vor include:

- teste de supratensiune aplicată și indusă
- măsurarea pierderilor în gol și în sarcină
- măsurarea impedanței și rezistenței înfășurărilor
- confirmarea grupului vectorial
- test de rezistență de izolație (MT-pământ, JT-pământ, MT-JT)
- test de impuls de trăsnet
- test de creștere a temperaturii
- analiză gaze dizolvate (DGA)
- test de descărcări parțiale
- curent de magnetizare

10.1.4 TABLOURI DE DISTRIBUȚIE

Testele vor include:

- test funcțional mecanic complet
- test funcțional electric
- test de supratensiune la frecvență industrială
- test de rezistență de contact
- inspecție vizuală
- verificarea împământării

10.1.5 PANOURI DE COMANDĂ ȘI PROTECȚIE

Testele de fabrică vor include:

- inspecție vizuală completă
- test funcțional electric al cablajelor
- verificarea împământării
- verificarea marcajelor și etichetelor
- test dielectric și test de rezistență de izolație

10.1.6 FIBRĂ OPTICĂ

Testele de fabrică vor include:

- verificarea atenuării la lungimile de undă specificate
- verificarea proprietăților mecanice (strivire, impact, torsiune, îndoire)

10.1.7 CONDENSATOARE

Testele de fabrică vor include:

- test de etanșeitate (2 ore la 20°C peste temperatura maximă de amplasament)
- măsurarea capacității (toleranță ±5%)
- măsurarea tan-delta (<0,03%)
- test de descărcare al siguranțelor interne
- test de tensiune AC între bornă și carcasă
- test de tensiune între borne (2×UN, 1 minut)
- testarea dispozitivului intern de descărcare

10.1.8 REACTOARE CU MIEZ DE AER

Testele de fabrică vor include:

- măsurarea rezistenței înfășurării
- măsurarea inductanței (±3%)
- măsurarea pierderilor în sarcină
- test de tensiune între spire

- test de impuls (undă completă și undă tăiată)
- test de creștere a temperaturii

10.2 TESTE ÎNAINTE DE PUNEREA SUB TENSIUNE

10.2.1 CABLURI MT

După montaj și terminare:

- test de continuitate
- confirmarea fazării
- test de rezistență de izolație 5 kV (minim 500 MΩ·km, deviație <10%)
- test de manta
- test **VLF ≥ 2×U_0**, cu descărcare completă după test

10.2.2 CABLURI JT

Test de continuitate și fazare și teste de rezistență de izolație conform tabelului:

Tensiune circuit	Tensiune test DC	Rezistență minimă
SELV / PELV	250 V	0,25 MΩ
≤500 V	500 V	0,5 MΩ
>500 V	1000 V	100 MΩ

10.2.3 FIBRĂ OPTICĂ

Testare **OTDR**, din ambele capete, la 1300 nm. Limite:

- mufă: 0,2 dB
- conector: 0,4 dB
- multimod: 2,7 dB/km
- monomod: 0,5 dB/km

10.2.4 TABLOURI MT ȘI RMU

Teste la punerea în funcțiune:

- test mecanic complet
- test electric complet
- test de supratensiune (80% din testul de fabrică)
- test IR
- strângere finală și test de rezistență
- injecție secundară și primară

10.2.5 TRANSFORMATOARE ȘI REACTOARE

- inspecție vizuală
- verificare cablaje
- calibrare protecții
- test IR
- test comutator de reglaj
- raport de transformare
- rezistență înfășurări
- prelevare ulei și DGA

10.2.6 ÎNTRERUPTOARE DE CIRCUIT

- verificare funcțională completă
- test timp și cursă
- test curent bobine
- test gaz izolant - dacă este aplicabil tipului de echipament furnizat
- test IR
- inspecție vizuală

10.2.7 TESTE DE PROTECȚIE

Testele vor include:

- verificarea CT/VT
- injecție secundară
- test complet al schemei de protecție

- verificare tele-protecție
- verificare SCADA

11 SCADA

Sistemul SCADA va include **SCADA PVPP** și **SCADA Stație**, conform cerințelor locale, TSO și BENEFICIAR. Se vor asigura monitorizarea completă, operare manuală/automată, integrare SCADA, stocare de date, alarme, securitate, protocoale deschise, drepturi de acces și jurnalizare completă. Limbile **română și engleză** vor fi disponibile.

12 TESTE DE CONFORMITATE CU CODUL REȚELEI

Toate testele vor fi realizate de CONTRACTORUL EPCC înainte de declararea conformității. Lucrările vor fi considerate acceptate doar după confirmarea scrisă a operatorului de rețea.

13 GARANȚII

CONTRACTORUL EPCC garantează:

- adecvarea echipamentelor
- conformitatea materialelor
- consumurile de utilități
- nivelurile de zgomot (dacă este cazul)
- operare sigură și funcțională
- respectarea graficului contractual
- execuție corectă
- performanțe mecanice, electrice și operaționale **minim 2 ani**
- corectarea oricăror neconformități identificate la teste sau în exploatare