

I. Caiete de sarcini pentru execuția lucrărilor

1. Date Generale

1.1. Denumirea lucrării

Instalații fotovoltaice comuna Stănișești

1.2. Elaborator

S.C. GEX ELECTRIC S.R.L.

1.3. Descrierea lucrărilor

Lucrările constau în:

- Instalarea sistemului fotovoltaic
- Conectarea sistemului fotovoltaic la instalația utilizatorului conform avizelor tehnice de racordare

1.4. Obiectul Caietului de Sarcini

Prezenta specificație cuprinde prezentarea caracteristicilor tehnice și funcționale ale instalațiilor electrice, modul de realizare a lucrării, detalierea condițiilor tehnice de execuție, montaj, probe, teste și verificări.

2. Nominalizarea planșelor, părților componente ale proiectului tehnic de execuție, care guvernează lucrarea

Proiectul Tehnic de Execuție pentru obiectivul „Instalații fotovoltaice comuna Stănișești” este alcătuit dintr-un ansamblu coerent de planșe și scheme tehnice, care stabilesc soluțiile constructive, electrice și funcționale ce trebuie respectate integral la realizarea lucrărilor. Documentația desenată face parte integrantă din proiect și este obligatorie pentru executant, fiind documente cu caracter normativ pentru execuție.

Planșele care guvernează lucrarea sunt următoarele:

- **Planșe de amplasare și încadrare:**
 - Plan de amplasare în zonă – Planșa E01;
 - Plan de amplasament a centralelor fotovoltaice și al traseelor electrice – Planșele E02 - E07.
- **Planșe de conectare și distribuție curent continuu (DC):**
 - Schemele de conectare a stringurilor fotovoltaice în tablourile de curent continuu T.D.C. – Planșele E08, E12, E13, E17, E19, E22 și E24;
- **Planșe de conectare a stringurilor în invertoare:**
 - Schemele de conectare a stringurilor în invertoare – Planșele E09, E14, E17, E20, E22, E24;
- **Planșe aferente tablourilor electrice de curent alternativ și protecțiilor:**
 - Schemele aferente tablourilor electrice de curent alternativ și protecțiilor – Planșele E10, E11, E15, E16, E18, E20, E21, E23 și E25;

Toate planșele menționate anterior trebuie analizate și aplicate unitar de către executant, acestea completându-se reciproc și având rol determinant în stabilirea

traseelor, tipurilor de echipamente, modului de montaj, conexiunilor electrice, măsurilor de protecție și a condițiilor de siguranță în exploatare. Nerespectarea soluțiilor prevăzute în aceste planșe constituie abatere de la Proiectul Tehnic de Execuție și nu este permisă fără acordul scris al proiectantului.

3. Descrierea obiectivului de investiții; aspect, formă, caracteristici, dimensiuni, toleranțe și altele asemenea

Obiectivul de investiții constă în realizarea mai multor **centrale fotovoltaice pentru autoconsum**, amplasate pe acoperiș, destinate producerii de energie electrică din surse regenerabile, în vederea acoperirii parțiale a consumului propriu al beneficiarului și a livrării surplusului în rețeaua electrică, în condițiile reglementărilor aplicabile prosumatorilor.

Centralele fotovoltaice vor fi amplasate pe acoperișul mai multor clădiri care sunt în proprietatea beneficiarului, comuna Stănișești, județul Bacău. Amplasamentul permite organizarea coerentă a sistemelor fotovoltaice, a echipamentelor electrice și a infrastructurii aferente, fără afectarea funcționalităților existente.

Din punct de vedere al **aspectului și formei**, obiectivul este constituit din rânduri ordonate de module fotovoltaice montate pe structură metalică fixă, cu dispunere unitară și orientare optimizată pentru captarea energiei solare.

Caracteristicile principale ale obiectivului de investiții sunt următoarele:

- putere instalată în curent continuu: **180 kWp**;
- număr total de module fotovoltaice: **360 buc**, tip monocristalin, putere unitară **500 Wp**;
- conversia energiei electrice realizată prin **10 buc invertoare trifazate** de tip string, cu putere nominală totală de **180 kW**.
- funcționare în regim **on-grid**, cu integrare controlată în rețeaua electrică de distribuție.

Modulele fotovoltaice au **dimensiuni constructive standardizate**, fiind montate pe structuri metalice realizate din profile protejate anticoroziv. Structura de susținere este dimensionată astfel încât să preia în siguranță încărcările permanente și variabile (greutate proprie, vânt, zăpadă), în conformitate cu normativele tehnice în vigoare. Toleranțele de montaj admise sunt cele prevăzute de producătorii echipamentelor și de standardele aplicabile sistemelor fotovoltaice, fiind obligatorie respectarea planeității, alinierii și distanțelor dintre rânduri pentru asigurarea funcționării corespunzătoare și a accesului pentru exploatare și mentenanță.

Echipamentele electrice principale (tablouri de curent continuu, invertoare, tablouri de protecție și anti-insularizare) sunt montate în carcase cu grad de protecție adecvat mediului exterior, având o dispunere clară, accesibilă și sigură. Traseele de cabluri de curent continuu și alternativ sunt dimensionate corespunzător parametrilor electrici și sunt pozate ordonat, cu respectarea separării funcționale între circuite și a condițiilor de protecție mecanică.

Instalația este prevăzută cu **sistem de legare la pământ**, conectată la priza de pământ existentă. Valoarea rezistenței de dispersie și continuitatea electrică trebuie să se încadreze în limitele impuse de normativele în vigoare.

Obiectivul de investiții se caracterizează printr-o soluție tehnică standardizată, robustă și fiabilă, adaptată condițiilor locale de amplasament și regimului de exploatare,

având ca scop asigurarea unei producții de energie electrică eficiente, sigure și durabile pe întreaga durată de viață a centralei fotovoltaice.

4. Descrierea execuției lucrărilor, a procedurilor tehnice de execuție specifice și etapele privind realizarea execuției

Execuția lucrărilor aferente obiectivului „Instalații fotovoltaice comuna Stănișești” se va realiza etapizat, pe baza planșelor și pieselor scrise din P.T.E., cu respectarea cerințelor privind calitatea în construcții, a reglementărilor aplicabile instalațiilor electrice și a condițiilor tehnice de racordare stabilite pentru prosumatori. Caietul de sarcini reprezintă parte integrantă a proiectului tehnic și reglementează cerințele tehnice/tehnologice, condițiile de calitate, testele și toleranțele necesare pentru realizarea lucrării.

4.1. Etape de execuție (succesiune recomandată)

a) Mobilizare, organizare operațională și predare amplasament

- preluarea amplasamentului pe baza procesului-verbal de predare-primire;
- verificarea acceselor, zonelor de depozitare, protecția elementelor existente și stabilirea traseelor provizorii, după caz;
- verificarea concordanței dintre situația din teren și documentația tehnică (planuri, cote, limite de proprietate, zone de lucru).

b) Trasare și marcaj

- trasarea rândurilor de structuri, a pozițiilor echipamentelor (invertoare, tablouri) și a traseelor de cabluri (supraterane/subterane), conform planșelor;
- marcarea punctelor de intersecție, a zonelor de trecere și a zonelor de protecție mecanică (subtraversări, intrări în echipamente).

c) Execuția structurii de susținere (montaj mecanic)

- montajul structurii metalice (aliniere, verticalitate, planeitate, rigidizare), cu strângeri la cuplu conform fișelor producătorului;
- asigurarea distanțelor de întreținere și a culoarelor de acces.

d) Montaj module fotovoltaice

- montarea modulelor în rânduri, cu respectarea orientării, a clemelor (capăt/mijloc), a cuplului de strângere și a toleranțelor admise de producător;
- protecția mecanică a cablurilor modulelor (fără tensionări, fără muchii tăietoare), evitarea buclelor și a frecărilor;
- etichetare/identificare rânduri-stringuri conform schemei.

e) Execuția circuitelor de curent continuu (DC) și tablouri DC

- realizarea stringurilor conform schemelor (alocare pe MPPT, evitarea amestecării de stringuri cu caracteristici diferite pe același MPPT);
- pozare cabluri DC pe trasee protejate, cu separare de circuitele AC și cu protecție mecanică la traversări;
- realizarea conexiunilor cu conectori compatibili, sertizare cu scule dedicate, verificare polaritate;
- echiparea tablourilor DC (siguranțe pe string, separatoare DC, SPD tip 2 etc.) și verificarea strângerilor/continuității.

f) Montaj invertoare și execuția circuitelor AC până la tablourile de protecție/anti-insularizare

- montajul invertoarelor pe suport rigid, în condiții de ventilare și acces mentenanță conform instrucțiunilor producătorului;
- realizarea racordurilor AC (3/N/PE), dimensionate conform proiectului, cu terminații (papuci) sertizate și strângeri la cuplu;
- realizarea tablourilor de protecție/anti-insularizare, inclusiv separare, protecții la supracurenți/supratensiuni și circuite de comandă/semnalizare;
- amplasarea protecțiilor de interfață cât mai aproape de punctul de racordare/delimitare, cu reglaje coordonate, conform cerințelor tehnice aplicabile prosumatorilor.

g) Legare la pământ, egalizare potențiale și protecție la supratensiuni/descărcări atmosferice

- Conectarea la prizele de pământ existente, continuitate și interconectare la toate elementele metalice relevante (structuri, cadre, carcase tablouri, invertoare);
- realizarea conductoarelor de protecție, a legăturilor echipotențiale și a punctelor de separație/îmbinare, cu protecție anticorozivă și marcaje;
- montarea SPD pe DC/AC conform proiectului și coordonarea acestora cu sistemul de împământare.

h) Verificări, încercări, punere în funcțiune și recepție

Se vor realiza, consemna și arhiva încercările/inspecțiile specifice unei centrale fotovoltaice conectate la rețea, în linie cu cerințele de documentare și verificare la punerea în funcțiune (inspecție + verificări electrice).

În mod uzual, includ (fără a se limita la):

- verificări vizuale (trasee, etichetări, protecții mecanice, IP, separare DC/AC, fixări);
- continuitate conductor de protecție/echipotentializare și măsurători PRAM (inclusiv rezistența de dispersie, după caz);
- verificarea polarității stringurilor, măsurători Voc/Isc pe string, verificarea izolației față de pământ;
- verificarea funcționării protecțiilor (inclusiv anti-insularizare), a setărilor cerute de operatorul de rețea și a funcțiilor de suport de rețea, după caz;
- probe funcționale sub sarcină (pornire/oprire, comunicare/monitorizare, alarmare), întocmire rapoarte de test și dosar de punere în funcțiune.

La final, executantul va preda beneficiarului documentația de calitate: certificate/declarații de conformitate pentru echipamente, procese-verbale de lucrări ascunse (unde este cazul), buletine PRAM, rapoarte de încercări și recepție, precum și „as-built” (planuri actualizate dacă au intervenit modificări). Cerințele de calitate și responsabilitățile generale în execuție se vor derula în cadrul sistemului calității în construcții, conform legislației aplicabile.

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

Pe parcursul execuției obiectivului de investiții, executantul are obligația de a efectua toate **măsurătorile, probele, testele și verificările** prevăzute de legislația în vigoare, de normativele tehnice aplicabile instalațiilor electrice și de documentația de proiect (P.T.E.), în scopul asigurării calității lucrărilor, a siguranței în exploatare și a conformității cu cerințele operatorului de rețea.

Activitățile de verificare se vor desfășura etapizat, corelat cu stadiul execuției, și vor fi documentate prin procese-verbale, rapoarte de încercări și buletine de măsurători, care vor face parte din documentația de recepție a lucrării.

5.1. Verificări și măsurători pe parcursul execuției

a) Verificări preliminare (înainte de punerea în operă)

- verificarea documentelor de calitate pentru materiale și echipamente (certIFICATE de conformitate, declarații CE, fișe tehnice);
- verificarea corespondenței materialelor livrate cu specificațiile din proiect (tip, secțiuni, clase de protecție, grad IP);
- verificarea integrității mecanice a echipamentelor și absența deteriorărilor de transport.

b) Verificări în timpul execuției lucrărilor

- control vizual al modului de montaj al structurii de susținere (aliniere, rigiditate, fixări, protecție anticorozivă);
- verificarea modului de montaj al modulelor fotovoltaice (fixare, distanțe, protecția cablurilor, respectarea cuplurilor de strângere);
- verificarea trasării și poziționării corecte a traseelor de cabluri DC și AC;
- verificarea separării funcționale între circuitele de curent continuu, curent alternativ și comunicații;
- verificarea continuității conductorului de protecție și a legăturilor de egalizare a potențialelor, înainte de închiderea șanțurilor sau mascarea traseelor (lucrări ascunse).

Pentru aceste etape se vor întocmi **procesele-verbale de lucrări ascunse**, conform cerințelor Legii nr. 10/1995 privind calitatea în construcții.

5.2. Măsurători și încercări ale instalației electrice

a) Instalații de curent continuu (DC)

- verificarea polarității fiecărui string fotovoltaic;
- măsurarea tensiunii în gol (V_{oc}) pentru fiecare string;
- măsurarea curentului de scurtcircuit (I_{sc}), în condiții de siguranță;
- măsurarea rezistenței de izolație a circuitelor DC față de pământ;
- verificarea funcționării separatoarelor DC și a siguranțelor fuzibile;
- verificarea corecteii conectării a descărcătoarelor de supratensiune DC.

b) Instalații de curent alternativ (AC)

- verificarea continuității conductoarelor de protecție (PE);
- verificarea succesiunii fazelor;
- măsurarea rezistenței de izolație a circuitelor AC;

- verificarea funcționării întreruptoarelor automate și a protecțiilor la supracurent;
- verificarea conexiunilor mecanice și a cuplurilor de strângere la bornele de putere.

5.3. Verificarea instalației de legare la pământ

- verificarea continuității electrice între toate elementele metalice legate la pământ (structură, invertoare, tablouri, carcase);
- măsurarea rezistenței de dispersie a prizei de pământ, conform metodei standard (cu aparate omologate);
- confirmarea încadrării valorii rezistenței de dispersie în limitele prevăzute de normativele în vigoare și de proiect;
- întocmirea buletinelor de măsurători, semnate de personal autorizat.

5.4. Probe funcționale și teste de sistem

- verificarea funcționării invertoarelor în regim de pornire/oprire controlată;
- verificarea funcțiilor de protecție interne ale invertoarelor (max./min. tensiune, max./min. frecvență, protecție la lipsă rețea);
- testarea funcției de protecție anti-insularizare, în coordonare cu tabloul de interfață;
- verificarea comunicării între invertoare, echipamentele de monitorizare și sistemele de măsură;
- verificarea afișării corecte a parametrilor electrici și a alarmelor.

5.5. Verificări finale și recepție

La finalizarea lucrărilor se vor efectua:

- inspecția vizuală finală a întregii instalații;
- verificarea conformității execuției cu proiectul tehnic de execuție și cu caietul de sarcini;
- centralizarea tuturor rapoartelor de încercări, măsurători și teste;
- întocmirea proceselor-verbale de recepție la terminarea lucrărilor.

Documentația finală predată beneficiarului va cuprinde, fără a se limita la:

- Cartea tehnică a construcției care va cuprinde și următoarele documente fără a se limita la ele:
 - buletine PRAM;
 - rapoarte de măsurători DC și AC;
 - procese-verbale de lucrări ascunse;
 - fișe de testare și punere în funcțiune a invertoarelor;
 - declarații de conformitate și certificate de calitate pentru echipamentele instalate.

Toate măsurătorile, probele și testele se vor efectua cu **aparate etalonate**, de către personal calificat și autorizat, iar rezultatele obținute trebuie să demonstreze îndeplinirea cerințelor de siguranță, calitate și performanță ale obiectivului de investiții.

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

Nu este cazul

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

La proiectarea instalațiilor s-a ținut seama de următoarele :

- NP-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”
- P118/3-2015 – “Normativ privind securitatea la incendiu a construcțiilor, Partea a III-a – Instalații de detectare, semnalizare și avertizare incendiu”
- NP-068-02 – “Normativ privind proiectarea clădirilor civile din punct de vedere al cerinței de siguranță în exploatare” .

Pentru realizarea tehnologiilor privind execuția echipamentelor electrice, se va ține seama de:

- SR EN 62271-202/2007 Stații prefabricate de înaltă/joasă tensiune
- SP 552/2001 Standardul de produs
- SR EN ISO 9001/2015 Sisteme de management al calității
- SR EN 60076-1:2001 Transformatori de putere
- SR EN 61140/2002 Protecție împotriva șocurilor electrice
- IEC 50/150/78 Dicționar Internațional de Electrotehnică cap.151.Aparate electrice
- IEC 50/441/84 Dicționar Internațional de Electrotehnică cap 441. Instalații de comutație, comandă și siguranțe
- IEC 60/89 Reglementări pentru încercări de înaltă tensiune
- IEC 24 B-1/88 Metode de verificare a rigidității dielectrice. Încercări la frecvență industrială
- IEC 439/1/91 Echipamente de comutație și comandă de JT
- IEC 1180/1 Metode de încercare de IT pentru instalații de JT, cap.1.
- SR EN 60529/95 Grade de protecție (IP) asigurate de carcasă
- 1 RE- IP 30/2004 Îndreptar de proiectare și execuție a instalațiilor de legare la pământ
- SR EN 61230/97 și CEI 1230/97 Standard român pentru lucrări sub tensiune. Dispozitive mobile de legare la pământ sau de legare la pământ și în scurtcircuit
- Ord. ANRE 239/2019 Norma tehnică privind delimitarea zonelor de protecție și de siguranță aferente capacităților energetice
- NTE 007/08/00 Normativ pentru proiectarea și executarea rețelelor de cabluri electrice
- NTE 006/06/00 Normativ privind metodologia de calcul a curenților de scurtcircuit în rețelele electrice cu tensiunea sub 1 kV
- SR EN 61869-2:2013 Transformatoare de măsură. Partea 2: Cerințe suplimentare pentru transformatoare de curent
- SR EN 60099-4: 2015 Descărcătoare. Partea 4. Descărcătoare cu oxid metalic fără eclator pentru rețele de curent alternativ

- CEI 61643-1: 2005 Dispozitive de protecție contra supratensiunilor conectate în rețelele de distribuție de joasă tensiune. Condiții de funcționare și metode de încercare
- EI-71-88 Instrucțiuni pentru montarea, exploatarea și încercarea mijloacelor de protecție la supratensiuni atmosferice
- PE 116/94 Normativ de încercări și măsurători la echipamente și instalații electrice
- 3.1.RE – I 15/87 Instrucțiune privind calibrarea, înlocuirea și evidența siguranțelor fuzibile

5.8. Condiții privind recepția

Recepția lucrărilor aferente obiectivului de investiții se va realiza în conformitate cu prevederile legislației în vigoare privind calitatea în construcții, cu documentația tehnică aprobată (P.T.E.), cu prezentul caiet de sarcini și cu reglementările aplicabile instalațiilor electrice și centralelor fotovoltaice racordate la rețea. Recepția are ca scop verificarea îndeplinirii cerințelor de **calitate, siguranță, funcționalitate și conformitate** ale lucrărilor executate.

Recepția se desfășoară etapizat și cuprinde:

- recepția la terminarea lucrărilor;
- recepția finală, după expirarea perioadei de garanție, dacă este cazul.

a) Condiții generale pentru recepție

Recepția lucrărilor poate fi inițiată numai după îndeplinirea cumulativă a următoarelor condiții:

- finalizarea integrală a lucrărilor prevăzute în proiectul tehnic de execuție și în caietul de sarcini;
- remedierea tuturor neconformităților constatate pe parcursul execuției;
- efectuarea tuturor măsurătorilor, probelor și testelor prevăzute, cu rezultate conforme;
- predarea către beneficiar a documentației tehnice complete de calitate și exploatare.

b) Documente obligatorii pentru recepție

În vederea recepției, executantul va prezenta beneficiarului și comisiei de recepție următoarele documente, fără a se limita la acestea:

- procese-verbale de lucrări ascunse;
- buletine de măsurători (continuitate, rezistență de dispersie, legare la pământ);
- rapoarte de măsurători și teste pentru circuitele DC și AC;
- procese-verbale de testare a protecțiilor și a funcției de anti-insularizare;
- fișe de punere în funcțiune și rapoarte de configurare a invertoarelor;
- declarații de conformitate și certificate de calitate pentru echipamentele și materialele utilizate;
- documentația „as-built”, în cazul în care au intervenit modificări față de proiect;
- instrucțiuni de exploatare și mentenanță ale echipamentelor principale.

5.9. Criterii de acceptare a lucrărilor

Lucrările executate sunt considerate **acceptabile** dacă îndeplinesc cumulativ următoarele criterii:

a) Conformitate tehnică

- execuția respectă în totalitate soluțiile prevăzute în proiectul tehnic de execuție și planșele aferente;

- echipamentele montate corespund tipurilor, caracteristicilor și parametrilor tehnici specificați;
- nu există abateri de la traseele, secțiunile de cabluri, schemele electrice sau soluțiile de protecție aprobate.

b) Calitatea execuției

- montajul mecanic și electric este realizat corect, fără defecte vizibile, improvizații sau soluții neautorizate;
- conexiunile electrice sunt ferme, etanșe și realizate cu respectarea cuplurilor de strângere;
- cablurile sunt pozate ordonat, protejate mecanic și corect identificate.

c) Siguranța în exploatare

- instalația de legare la pământ și egalizare a potențialelor este realizată continuu și verificată;
- protecțiile la supracurent, supratensiune și funcționare în regim insularizat sunt funcționale și corect reglate;
- valorile măsurate se încadrează în limitele admise de normativele tehnice și de proiect.

d) Funcționalitate

- sistemul fotovoltaic funcționează stabil, fără alarme sau declanșări nejustificate;
- invertoarele pornesc, funcționează și se opresc conform parametrilor setați;
- sistemul de monitorizare și măsurare transmite corect datele de funcționare.

5.10. Neconformități și remedieri

În cazul constatării unor neconformități la recepție:

- acestea vor fi consemnate într-un proces-verbal;
- executantul are obligația de a remedia neconformitățile în termenul stabilit de comisia de recepție;
- recepția se poate amâna sau se poate face cu obiecții, după caz, până la remedierea completă a deficiențelor.

5.11. Finalizarea recepției

Recepția la terminarea lucrărilor se consideră finalizată la data semnării procesului-verbal de recepție fără obiecții sau cu obiecții remediate. Din acest moment:

- obiectivul poate fi pus în exploatare;
- începe perioada de garanție a lucrărilor, conform contractului;
- responsabilitatea exploatarei instalației revine beneficiarului, în baza instrucțiunilor predate de executant.

5.12. Prevederi finale

Executarea lucrărilor se va realiza cu respectarea strictă a soluțiilor tehnice prevăzute în proiectul tehnic de execuție. Orice abatere sau modificare față de documentația aprobată se va efectua numai cu acordul proiectantului, pe baza unei dispoziții de șantier.

Întocmit,

Ing. George LUCA