

PROIECT TEHNIC DE EXECUȚIE

III. a) Breviar de calcul - INSTALATII

” CONSTRUIRE CENTRALĂ FOTOVOLTAICĂ (PROSUMATOR) GRADINILE DOTATA CU STATIE DE REINCARCARE PENTRU MASINI ELECTRICE”

Beneficiar: U.A.T. Gradinile

Proiectant: E-Motion Electric S.R.L

București

Iunie, 2025

1. CARACTERISTICI TEHNICE

Caracteristicile tehnice ale sistemului fotovoltaic propus prin detalierea la nivel de Proiect Tehnic de Execuție sunt:

- a) S-a propus implementarea a 720 panouri fotovoltaice de tip monocristalin cu puterea de vârf a fiecărui panou fotovoltaic $P_{\text{panou}}=570 \text{ Wp}$. Prin implementarea panourilor fotovoltaice se va atinge o capacitate electrică de 410,4 kWp instalați la nivelul celulelor fotovoltaice. Puterea electrică ce va fi evacuată este de 400 kW, aferentă celor 4 invertoare.
- b) S-a propus implementarea a 4 invertoare cu 10 MPPT-uri fiecare, având o putere instalată de 100 kW.

În urma implementării panourilor fotovoltaice de 570 Wp s-au dimensionat invertoarele ținând cont de curentul maxim de funcționare al unui panou fotovoltaic este de 13,47 A. S-a optat pentru invertoare de 100 kW deoarece se pot lega 2 șiruri în paralel pe MPPT la curentul maxim de funcționare per MPPT de 30 A. Se pot lega pe fiecare string câte maxim 21 panouri fotovoltaice, optimizând astfel puterea inverterului.

Fiecare panou are o tensiune de ieșire pe care o trimite către inverter. Tensiunile specifice sunt:

- Tensiune de circuit deschis (V_{oc}) – tensiunea furnizată atunci când circuitul este deschis, adică atunci când curentul nu trece prin circuit. Această stare apare atunci când inverterul nu este pornit.
- Tensiunea de funcționare la putere maximă (V_{mp}) – tensiunea panoului după ce acesta este pornit și funcționează normal sub sarcină (curentul trece prin circuit).

Se va lua în considerare și tensiunea de intrare maximă nominală de funcționare în curent continuu deoarece dacă se depășește această tensiune se va supraîncărca inverterul. Pentru calculele de dimensionare a șirurilor sistemului fotovoltaic s-au folosit următoarele caracteristici tehnice:

- Caracteristici ale panourilor fotovoltaice:

Tabelul 1.2. – Caracteristicile tehnice ale modulelor PV monocristaline 570 Wp

Caracteristică tehnică	Valoare	Unitate de Măsură
Tip celule	Monocristalin	-
Aranjare celule	144 (2x78)	-
Dimensiuni	2278 x 1134 x 30	mm
Greutate	32,7	kg
Putere maximă (P_{max})	570	Wp
Tensiune de operare (V_{mp})	42,34	V
Intensitate curent de operare (I_{mp})	13,47	A
Tensiune de mers în gol (V_{oc})	51,07	V
Intensitate curent de mers în scurtcircuit (I_{sc})	14,25	A
Eficiență modul	22,07	%
Temperaturi de exploatare	-40 – 85	°C
Tensiunea maximă a sistemului	1.500	V curent continuu
Capacitate de rupere siguranță serie	30	A
Clasificare aplicație	A	-

- Caracteristici ale invertorului:

Tabelul 1.3. – Caracteristicile tehnice ale invertoarelor trifazate de 100 kW

Caracteristică tehnică	Valoare	Unitate de Măsură
Putere nominală (AC)	100	kW
Putere nominală aparentă (AC)	110	kVA
Tensiunea nominală la ieșire	400	V
Frecvența nominală la ieșire	50	Hz
Intensitatea curentului electric nominal la ieșire	144,4	A
Caracteristică tehnică	Valoare	Unitate de Măsură
Intensitatea maximă a curentului electric	400,4	A
Reglajul factorului de putere	0,8 ind. – 0,8 cap.	-
Valoarea maximă a THD	3	%
Dimensiuni	1035 x 700 x 365	mm
Greutate	90	kg
Temperaturi de exploatare	- 25 – 60	°C
Altitudine maximă de exploatare	4000	m
Grad de protecție	IP66	-
Consum pe timp de noapte (stand-by)	<=5,5	W

- Date climatice ale localității unde se realizează investiția:

Localitate	Gradinile
Temperatură minimă t_{min}	-20
Temperatură maximă t_{max}	42

2. STABILIREA NUMĂRULUI MINIM/MAXIM DE PANOURI FOTOVOLTAICE, FĂRĂ CORECȚIA DE TEMPERATURĂ

Numărul minim preliminar de panouri fotovoltaice dispune în cadrul unui șir:

$$N_{minPV} = \frac{U_{minMPPT}}{V_{mp}} = \frac{200}{42,34} = 4,72 \Rightarrow 5 \text{ panouri fotovoltaice}$$

Numărul maxim preliminar de panouri fotovoltaice dispune în cadrul unui șir:

$$N_{maxPV} = \frac{U_{minMPPT}}{V_{oc}} = \frac{1100}{51,07} = 21 \text{ panouri fotovoltaice}$$

3. VERIFICAREA LA FUNCȚIONAREA ÎN REGIM MPPT

Se va calcula tensiunea maximă de intrare MPPT cu numărul maxim preliminar de panouri fotovoltaice obținute pentru a se verifica dacă acestea se încadrează în intervalul de eficiență maximă a invertorului ales:

$$U_{maxMPPT} = N_{maxPV} * V_{mp} = 21 * 42,34 = 889,14 \text{ V} < 1100 \text{ V}$$

4. STABILIREA NUMĂRULUI MAXIM DE PANOURI FOTOVOLTAICE, CU CORECȚIA DE TEMPERATURĂ

Pentru acest calcul s-au luat în considerare temperatura minimă și temperatura maximă pentru localitatea Gradinile, precum și caracteristicile de temperatură ale panoului fotovoltaic ales.

Acești coeficienți de temperatură arată cum se modifică tensiunea provenită de la panouri pe măsură ce temperaturile se îndepărtează de condițiile standard de testare.

Specificații	Date
Coeficient de temperatură (Pmax), CTPmax	-0,25 (%/°C)
Coeficient de temperatură (Voc), CTVoc	-0,3 (%/°C)
Coeficient de temperatură (Isc), CTIsc	0,045 (%/°C)
Temperatură nominală de funcționare a modului, NMOT	45 ± 2 °C

$$\begin{aligned}\frac{V_{OC} * CTV_{oc}}{100} &= \frac{(51,07 * 0,0025)}{100} = 0,00127 \frac{V}{^{\circ}C} \\ \frac{V_{OC} * CTV_{oc}}{100} * (t_{NMOT} - t_{min}) &= \frac{(51,07 * 0,0025)}{100} * (42 - (-20)) = 0,079 V \\ V_{oc} + \left[\frac{V_{OC} * CTV_{oc}}{100} * (t_{NMOT} - t_{min}) \right] &= 51,07 + 0,079 = 51,15 V \\ \{V_{oc} + \left[\frac{V_{OC} * CTV_{oc}}{100} * (t_{NMOT} - t_{min}) \right]\} * N_{maxPV} &= 51,15 * 21 = 1,074.13 V < 1100 V \\ \Rightarrow N_{maxPV} &= 21 \text{ panouri.}\end{aligned}$$

5. STABILIREA NUMĂRULUI MINIM DE PANOURI FOTOVOLTAICE, CU CORECȚIA DE TEMPERATURĂ

Pentru acest calcul s-au luat în considerare temperatura minimă istorică și temperatura maximă istorică pentru localitatea Gradinile, precum și caracteristicile de temperatură ale panoului fotovoltaic ales.

Acești coeficienți de temperatură arată cum se modifică tensiunea provenită de la panouri pe măsură ce temperaturile se îndepărtează de condițiile standard de testare.

$$\begin{aligned}\frac{(V_{mp} * CTP_{max})}{100} &= \frac{42,34 * 0,003}{100} = 0,0012 \\ \frac{(V_{mp} * CTP_{max})}{100} * (t_{-t_{NMOT}}) &= 0,0012 * (38 - 42) = -0,005 \\ V_{mp} + \left[\frac{(V_{mp} * CTP_{max})}{100} * (t_{-t_{NMOT}}) \right] &= 42,34 - 0,005 = 42,33V \\ \{V_{mp} + \left[\frac{(V_{mp} * CTP_{max})}{100} * (t_{-t_{NMOT}}) \right]\} * N_{minPV} &= 42,33 * 5 = 211,67V > 200 V \\ \Rightarrow N_{minPV} &= 5 \text{ panouri.}\end{aligned}$$

6. STABILIREA SECȚIUNII FAZEI PE PARTEA DE CURENT CONTINUU

Curent continuu

Curentul de sarcină pentru fiecare modul / panou / șir component al stringului:

$$I_{B1} = 1,25 * I_{sc} = 1,25 * 14,25 = 17,8 \text{ A}$$

Se utilizează cablu solar pozat în tub de protecție:

- Factor de corecție pozare în tub de protecție, $k_1=0,9$;
- Factor de corecție pozare la 70 °C, $k_2=0,58$.

Curentul maxim admisibil nominal I_2 , se determină din normativul I7/2011 privind modul de pozare al cablului, temperature conductorului și temperature ambiantă de referință (Abexa 5.10 – I7/2011, modificat și completat în 2023).

Modul de pozare al cablului este B1 – conductor izolat în tub pe perete sau în perete.

Curent maxim admisibil $I_2=41\text{A} \Rightarrow$ pentru $s=6 \text{ mm}^2$

Curent maxim admisibil corectat:

$$I_2 = \frac{I_{g1}}{k_1 * k_2} = \frac{17,8}{0,9 * 0,58} = 34,12 \text{ A} > 22 \text{ A}$$

\Rightarrow Secțiunea cablului pentru tronsonul dintre șiruri și inverter, $s=6\text{mm}^2$

Curent alternativ

● Inverter

Se utilizează cablu CYABY pozat în tub de protecție cu o secțiune minimă de 95 mm².

- Factor de corecție pozare în tub de protecție, $k_1=0,97$;
- Factor de corecție pozare la 70 °C, $k_2=0,7$.

Curentul de sarcină pentru fiecare inverter:

$$I_{B1}=1,05*I_{sc}=1,25*160,4=168,42 \text{ A (inverter 1-4)}$$

Curentul maxim admisibil:

$$I_2 = \frac{I_{g1}}{k_1 * k_2} = \frac{168,42}{0,97 * 0,7} = 248,04 \text{ A (inverter 1-4)}$$

● Alimentare de la PTAB

Se utilizează două cabluri CYABY pozat în tub de protecție cu o secțiune minimă de 185 mm².

Se utilizează cablu solar pozat în tub de protecție:

- Factor de corecție pozare în tub de protecție, $k_1=0,9$;
- Factor de corecție pozare la 70 °C, $k_2=0,89$.

Curentul de sarcină:

$$I_{B1}=1,05*I_{sc}=1,25*641,6=673,68\text{A}$$

Curentul maxim admisibil:

$$I_2 = \frac{I_{g1}}{k_1 * k_2} = \frac{673,68}{0,97 * 0,89} = 780,35 \text{ A}$$

● Consumator (stație de încărcare)

Se utilizează cablu CYABY pozat în tub de protecție cu o secțiune de 16 mm².

- Factor de corecție pozare în tub de protecție, $k_1=0,97$;
- Factor de corecție pozare la 70 °C, $k_2=0,89$.

$$I_{B1}=1,25 \cdot I_{sc}=1,25 \cdot 64=80 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{I_{g1}}{k_1 \cdot k_2} = 80 / (0,97 \cdot 0,89) = 92,66 \text{ A}$$

7. STABILIREA CĂDERII MAXIME DE TENSIUNE PE PARTEA DE CURENT CONTINUU

Căderea de tensiune pe circuit deschis se calculează cu formula:

$$\Delta U\% = \frac{2 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot (N_{PV} \cdot V_{oc})^2 \cdot s} \cdot 100 < 2\%$$

unde:

- P – puterea electrică de vârf generată de un șir sau mai multe șiruri componente ale stringului;
- l – lungimea cablului ce alimentează șirul sau șirurile componente ale stringului;
- γ – conductivitatea cablului (cupru):

$$\gamma = 54 \frac{m}{om \cdot mm^2}$$

- N_{PV} – numărul de panouri fotovoltaice dintr-un șir sau mai multe șiruri componente;
- V_{oc} – tensiunea de circuit deschis a panoului fotovoltaic;
- S – secțiunea cablului folosit pentru alimentarea șirului sau șirurilor componente ale stringului.

Căderea maximă de tensiune se calculează cu formula:

$$\Delta U_c\% = \frac{2 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot (N_{PV} \cdot V_{mp})^2 \cdot s} \cdot 100 < 2\%$$

Căderea maximă de tensiune pentru partea de curent continuu:

Traseu de la	Către	Cădere de tensiune			
		ΔU [V]	ΔU [%]	ΔU_c [V]	ΔU_c [%]
I1	S1+	0,2135775878	0,4182%	0,2576147238	0,61%
S1-	I1	0,2211561473	0,4330%	0,2667558915	0,63%
I1	S2+	0,1722399901	0,3373%	0,2077538095	0,49%
S2-	I1	0,1798185497	0,3521%	0,2168949772	0,51%
I1	S3+	0,1377919921	0,2698%	0,1662030476	0,39%
S3-	I1	0,1453705517	0,2846%	0,1753442153	0,41%

I1	S4+	0,192908789	0,3777%	0,2326842667	0,55%
S4-	I1	0,2004873485	0,3926%	0,2418254343	0,57%
I1	S5+	0,1550159911	0,3035%	0,1869784286	0,44%
S5-	I1	0,1625945507	0,3184%	0,1961195962	0,46%
I1	S6+	0,1136783935	0,2226%	0,1371175143	0,32%
S6-	I1	0,1212569531	0,2374%	0,1462586819	0,35%
I1	S7+	0,07578559566	0,1484%	0,0914116762	0,22%
S7-	I1	0,08336415523	0,1632%	0,1005528438	0,24%
I1	S8+	0,03444799803	0,0675%	0,04155076191	0,10%
S8-	I1	0,04202655759	0,0823%	0,05069192953	0,12%
I1	S9+	0,2239119872	0,4384%	0,2700799524	0,64%
S9-	I1	0,2314905467	0,4533%	0,27922112	0,66%
i2	S10+	0,1619055907	0,3170%	0,195288581	0,46%
S10-	i2	0,1694841503	0,3319%	0,2044297486	0,48%
I2	S11+	0,122290393	0,2395%	0,1475052048	0,35%
S11-	I2	0,1298689526	0,2543%	0,1566463724	0,37%
I2	S12+	0,08267519527	0,1619%	0,09972182858	0,24%
S12-	I2	0,09025375483	0,1767%	0,1088629962	0,26%
I2	S13+	0,04305999753	0,0843%	0,05193845239	0,12%
S13-	I2	0,0506385571	0,0992%	0,06107962001	0,14%
I2	S14+	0,1963535888	0,3845%	0,2368393429	0,56%
S14-	I2	0,2039321483	0,3993%	0,2459805105	0,58%
I2	S15+	0,1550159911	0,3035%	0,1869784286	0,44%
S15-	I2	0,1625945507	0,3184%	0,1961195962	0,46%
I2	S16+	0,1154007934	0,2260%	0,1391950524	0,33%
S16-	I2	0,122979353	0,2408%	0,14833622	0,35%
I2	S17+	0,07578559566	0,1484%	0,0914116762	0,22%
S17-	I2	0,08336415523	0,1632%	0,1005528438	0,24%
I2	S18+	0,03548143797	0,0695%	0,04279728477	0,10%
S18-	I2	0,04305999753	0,0843%	0,05193845239	0,12%
I3	S19+	0,2135775878	0,4182%	0,2576147238	0,61%
S19-	I3	0,2211561473	0,4330%	0,2667558915	0,63%
I3	S20+	0,1722399901	0,3373%	0,2077538095	0,49%
S20-	I3	0,1798185497	0,3521%	0,2168949772	0,51%
I3	S21+	0,1309023925	0,2563%	0,1578928953	0,37%
S21-	I3	0,1384809521	0,2712%	0,1670340629	0,39%
I3	S22+	0,09128719477	0,1787%	0,1101095191	0,26%
S22-	I3	0,09886575434	0,1936%	0,1192506867	0,28%
I3	S23+	0,05167199704	0,1012%	0,06232614286	0,15%
S23-	I3	0,05925055661	0,1160%	0,07146731048	0,17%
I3	S24+	0,192908789	0,3777%	0,2326842667	0,55%
S24-	I3	0,2004873485	0,3926%	0,2418254343	0,57%
I3	S25+	0,1532935912	0,3002%	0,1849008905	0,44%
S25-	I3	0,1608721508	0,3150%	0,1940420581	0,46%
I3	S26+	0,1136783935	0,2226%	0,1371175143	0,32%
S26-	I3	0,1212569531	0,2374%	0,1462586819	0,35%

I3	S27+	0,07406319576	0,1450%	0,08933413811	0,21%
S27-	I3	0,08164175532	0,1599%	0,09847530573	0,23%
I4	S28+	0,05683919675	0,1113%	0,06855875715	0,16%
S28-	I4	0,06441775631	0,1261%	0,07769992477	0,18%
I4	S29+	0,1932532689	0,3784%	0,2330997743	0,55%
S29-	I4	0,2008318285	0,3932%	0,2422409419	0,57%
I4	S30+	0,1550159911	0,3035%	0,1869784286	0,44%
S30-	I4	0,1625945507	0,3184%	0,1961195962	0,46%
I4	S31+	0,1150563134	0,2253%	0,1387795448	0,33%
S31-	I4	0,122634873	0,2401%	0,1479207124	0,35%
I4	S32+	0,07578559566	0,1484%	0,0914116762	0,22%
S32-	I4	0,08336415523	0,1632%	0,1005528438	0,24%
I4	S33+	0,03548143797	0,0695%	0,04279728477	0,10%
S33-	I4	0,04305999753	0,0843%	0,05193845239	0,12%
I4	S34+	0,2239119872	0,4384%	0,2700799524	0,64%
S34-	I4	0,2314905467	0,4533%	0,27922112	0,66%
I4	S35+	0,1274575927	0,2496%	0,1537378191	0,36%
S35-	I4	0,1350361523	0,2644%	0,1628789867	0,38%
I4	S36+	0,08784239497	0,1720%	0,1059544429	0,25%
S36-	I4	0,09542095454	0,1868%	0,1150956105	0,27%

Căderea maximă de tensiune pentru partea de curent alternativ:

Traseu de la	către	Cădere de tensiune	
		ΔU [V]	ΔU [%]
TES1	TEG	6,227955009	1,56%
TES2	TEG	5,25314466	1,31%
TES3	TEG	4,17002205	1,04%
TES4	TEG	3,574304614	0,89%
TES5	TEG	1,273148148	0,32%
TEG	BMPT	0,7507507508	0,19%

8. CALCULUL PRIZEI DE PĂMÂNT

Având în vedere prevederile legale de legare la pământ a instalațiilor electrice, este necesar să se realizeze o priză de pământ cu o rezistență de dispersie mai mică de 1 Ω .

Detaliile geometrice necesare ale prizei de legare la pământ se regăsesc în planșa cu priza general de legare la pământ DE56. Pentru realizarea unei prize de legare la pământ cu rezistența de dispersie mai mică de 1 Ω , se vor utiliza mărimile rezultate din prezentul calcul de dimensionare.

Priza de punere la pământ se compune din priza orizontală, formată din platbandă de OLZn 40x4 mm și din priza verticală formată din electrod profilat 50x50x3, în lungime de 2m

fiecare, conectați de platbanda orizontală cu prindere mecanică cu șuruburi, șaibe și piulițe. Aceștia vor fi îngropați în pământ cu partea superioară la cel puțin 0,8m adâncime.

a) Calculul prizei verticale de legare la pământ pentru parcul fotovoltaic

Pentru calculul prizei vertical se iau în considerare următoarele elemente:

- Rezistivitatea specifică $\rho=80 \Omega\text{m}$;
- Lungimea electrodului vertical din electrod profilat 50x50x3, se adoptă 2 m;
- Electrod profila 50x50;
- Grosimea peretelui electrodului profila de OLZn, $g=3\text{mm}$;
- Distanța între partea superioară a electrodului și suprafața solului, $q=0,8\text{m}$;
- Distanța dintre centrul electrodului și suprafața solului, $h_e=1,8 \text{ m}$.

$$h = \frac{l}{2} + 1$$

$$h = \frac{1,8}{2} + 0,8 = 1,7 \text{ m}$$

Rezistența de dispersie a unui singur electrod se determină cu relația:

$$r_{pv} = 0,366 * \frac{\rho}{l} * \left[\log \log \left(\frac{2l}{d} \right) + 0,5 \log \log \left(\frac{(4h + 1)}{4h - 1} \right) \right]$$

După înlocuiri și efectuarea operațiilor necesare se obține: $r_{pv}=29,67 \Omega$.

b) Calculul prizei multiple verticale de legare la pământ pentru parcul fotovoltaic

- $r_{pv}=29,67 \Omega$ rezistența de dispersie a prizei vertical
- $n=20$ bucăți de electrozi verticali
- $u_v=0,5$ coeficient de utilizare.

Rezistența de dispersie a n electrozi verticali se determină cu relația:

$$R_{pv} = \frac{r_{pv}}{n} * u_v = 2,96 \Omega$$

c) Calculul prizei orizontale de legare la pământ pentru parcul fotovoltaic

Rezistența unei prize orizontale singular de legare la pământ, formată din electrodul banda de legătura a electrozilor verticali, se calculează cu relația:

$$r_{pv} = 0,366 * \frac{\rho}{l} * \log (2L^2/bq)$$

Unde:

- $b=0,04 \text{ m}$, înălțimea platbandei
- $L=13 \text{ m}$, lunimea platbandei orizontale
- $q=0,8 \text{ m}$, distanța de la nivelul solului la mijlocul electrodului orizontal
- $n=17$ bucăți de electrozi orizontali
- $u_v=0,6$ coeficient de utilizare.

După înlocuiri, rezultă $r_{po}= 9,063 \Omega$ și $R_{po}=0,888 \Omega$.

d) Rezistența echivalentă a prizei generale pentru parcul fotovoltaic

Rezistența echivalentă a celor două prize calculate anterior este:

$$R_{pt} = R_{po} * \frac{R_v}{R_{po} + R_v} = 0,68 \Omega < 1 \Omega$$

e) Calculul prizei verticale de legare la pământ pentru stația de reîncărcare

Pentru calculul prizei vertical se iau în considerare următoarele elemente:

- Rezistivitatea specifică $\rho=80 \Omega\text{m}$;
- Lungimea electrodului vertical din electrod profilat 50x50x3, se adoptă 2 m;
- Electrod profila 50x50;
- Grosimea peretelui electrodului profila de OLZn, $g=3\text{mm}$;
- Distanța între partea superioară a electrodului și suprafața solului, $q=0,8\text{m}$;
- Distanța dintre centrul electrodului și suprafața solului, $h_e=1,8 \text{ m}$.

$$h = \frac{l}{2} + 1$$

$$h = \frac{1,8}{2} + 0,8 = 1,7 \text{ m}$$

Rezistența de dispersie a unui singur electrod se determină cu relația:

$$r_{pv} = 0,366 * \frac{\rho}{l} * \left[\log \log \left(\frac{2l}{d} \right) + 0,5 \log \log \left(\frac{(4h + 1)}{4h - 1} \right) \right]$$

După înlocuiri și efectuarea operațiilor necesare se obține: $r_{pv}=29,67 \Omega$.

f) Calculul prizei multiple verticale de legare la pământ pentru stația de reîncărcare

- $r_{pv}=29,67 \Omega$ rezistența de dispersie a prizei vertical
- $n=2$ bucăți de electrozi verticali
- $u_v=0,5$ coeficient de utilizare.

Rezistența de dispersie a n electrozi verticali se determină cu relația:

$$R_{pv} = \frac{r_{pv}}{n} * u_v = 17,45 \Omega$$

g) Calculul prizei orizontale de legare la pământ pentru stația de reîncărcare

Rezistența unei prize orizontale singular de legare la pământ, formată din electrodul banda de legătura a electrozilor verticali, se calculează cu relația:

$$r_{po} = 0,366 * \frac{\rho}{l} * \log (2L^2/bq)$$

Valoarea finală a rezistenței de dispersie a prizei generale de legare la pământ satisface condiția normativelor în vigoare fiind mai mică de 1Ω , pentru varianta cu 20 electrozi verticali.

Constructorul va prezenta, la punerea în funcțiune a instalației, buletine de verificare a prizelor de pământ, în care se vor indica valorile rezistenței de dispersie și a tensiunilor de atingere și de pas. În cazul în care, în momentul măsurărilor, valorile rezistenței de dispersie a prizelor de pământ sunt sub limita admisă, respectivele prize vor fi amplificate cu electrozi verticali și orizontali până la îndeplinirea condițiilor impuse.

Data
30.06.2025

Intocmit
ing. Teodor-Ioan Diaconu