

NAČRT IN ŠTEVILČNA OZNAKA NAČRTA: **Načrt električnih instalacij in električne opreme, št. 864/17, mapa 4 .2**

INVESTITOR/NAROČNIK: **REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA KULTURO  
Maistrova ul. 10, 1000 LJUBLJANA**

OBJEKT: **PRENOVA DELA GRADU BORL  
2282 Dolane – NN PRIKLJUČEK**

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE: **PZI**

VRSTA GRADNJE: **Novogradnja**

PROJEKTANTSKA ORGANIZACIJA **EL-PROJEKT d.o.o.,  
Cesta na Ostrožno 152, 3000 Celje**

**Direktor:  
Emil LIPOVŠEK**

ODGOVORNI PROJEKTANT: **Emil LIPOVŠEK el.teh, E - 9220**

ŠTEVILKA, KRAJ IN DATUM IZDELAVE NAČRTA: **864/17, EL-PROJEKT d.o.o.,  
Celje, Marec 2019**

ODGOVORNI VODJA PROJEKTA **Andrej MLAKAR univ.dipl.inž.arh.  
ZAPS A - 0368**

IZVOD: **4/ 1, 2, 3, 4, 5, A**

**EL-PROJEKT d.o.o.**

Cesta na Ostrožno 152, 3000 Celje

**4.1.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA NAČRT ELEKTRIČNIH  
INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME št. 864/17**

<b>4.1</b>	<b>Naslovna stran načrta</b>
<b>4.2</b>	<b>Kazalo vsebine načrta</b>
<b>4.3</b>	<b>Prazno</b>
<b>4.4</b>	<b>Tehnični del</b>
<b>4.5</b>	<b>Risbe</b>  - list R1 - Enopolna shema razdelilca PS-PMO (priključno merilni razdelilec) - list R2 - Izgled razdelilca PS-PMO  - list E1 - Lokacija razdelilca PS-PMO

**4.1.3. PRAZNO**

<b>4.4</b>	<b>Tehnični del</b>
------------	---------------------

4.4.1. Projektna naloga

4.4.2. Tehnično poročilo

4.4.3. Tehnični izračuni

4.4.4. Projektantski popis elektroinstalacijskega materiala in del

<b>4.4</b>	<b>Tehnični del</b>
------------	---------------------

4.4.1. Opis

4.4.2. Tehnično poročilo

4.4.3. Tehnični izračuni

4.4.4. Projektantski popis in ocena investicije

#### **4.4.1 OPIS**

Za naročnika je potrebno izdelati načrt nizkonapetostnega priključka dodatno merilno mesto na Gradu Borl.

Projekt mora biti izdelan v skladu z danes veljavnimi tehničnimi predpisi, standardi, normativi, tipizacijo dobavitelja el.energije ter na osnovi zahtev v projektnih pogojih.

Investitor potrebuje priključitev na distribucijsko omrežje za novo merilno mesto in preureditev dveh obstoječih merilnih mest.

V obstoječi merilni omarici na fasadi objekta sta dva merilna mesta za Grad Borl in gostinski lokal, ki se nahaja v bližini.

Investitor potrebuje novo merilno mesto moči 55kW z glavnimi varovalkami 1x3x80A za splošno rabo v gradu. Obstoječa merilna mesta se ohranita in sicer obstoječe merilno mesto grad se uporabi za kavarno, ki bo v gradu in obstoječe merilno mesto za gostinski lokal v bližini gradu. Oba merilna mesta sta moči 2x17kW z glavnimi varovalkami 2x3x17kW.

Iz soglasja za priključitev št. 1160794-O (3803-23/2019-2) je razvidno, da je energija na razpolago v obstoječi omarici PMO na fasadi objekta..

Omarica se napaja iz NN omrežja z obstoječim dovodnim kablom NAYY-J 4x150+1,5mm<sup>2</sup> izvod I-04: GRAD BORL, ki se napaja iz transformatorske postaje TP 037 BORL- GRAD.

Zaščitni ukrep pred udarom el. toka v objektu mora biti prilagojen na TN sistem napajanja.

Investitor si mora pred izvedbo del pridobiti dovoljenje lastnikov zemljišča, dovoljenje upravne enote, soglasje k projektu priključitve ter ostala potrebna soglasja.

#### **4.4.2.TEHNIČNO POROČILO**

##### **4.4.2.1. SPLOŠNO**

Projekt zajema električno instalacijo za nizkonapetostni električni priključek obdelovanega objekta.

Pri izdelavi načrta je bila upoštevana Tehnična smernica za nizkonapetostne instalacije TSG-N-002:2013, Tehnična smernica za zaščito pred delovanjem strele TSG-N-003:2013 in Pravilniki o tehničnih normativih za zaščito nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj (Ur. RS 90/15), ter ostalimi predpisi in standardi.

Iz soglasja za priključitev št. 1160794-O (3803-23/2019-2) je razvidno, da je energija na razpolago v obstoječi omarici PMO.

##### **4.4.2.2 NAPAJANJE OBJEKTA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO**

Za napajanje objekta se potrebuje priključni varovalni element :

- 1x3x80A za skupno-splošno rabo v gradu,
- 1x3x25A za kavarno v gradu in
- 1x3x25A za obstoječi gostinski lokal

Dovod je obstoječ iz obstoječe transformatorske postaje TP 037 Borl Grad. Obstoječi kabel NAYY-J 4x150+1,5mm<sup>2</sup> se v TP varuje z varovalnim elementom 160A.

## **EL-PROJEKT d.o.o.**

Cesta na Ostrožno 152, 3000 Celje

Zaradi zastarelosti in dotrajanosti obstoječega merilne mesta se obstoječe merilno mesto odstrani in se izvede novo merilno mesto v prostostoječi omarici 1m od obstoječega merilnega mesta na fasadi objekta.

Predvidena je postavitev novega merilnega mesta PS-PMO. Razdelilec PS-PMO je po soglasju za priključitev predviden za namestitev na fasado objekta, vendar je pri terenskem ogledu z rajonskim vodjem dogovorjeno, da se postavi nova prostostoječa merilna omarica z merinimi mesti. Razdelilec je sestavljen iz omarice PS 5NT in PS4 NT komplet z tipskim plastičnim temeljem in streho. Razdelilec je dim.1530x770x320mm. V omarici bodo izvedena merilna mesta za posamezno enoto.

Novo merilno mesto bo opremljeno z direktnim trifaznim dvosmernim števcem delovne in jalove energije 10-120A razreda točnosti B ali 1 za delovno energijo ter 2 za jalovo energijo, s komunikacijskim vmesnikom za odjemalce in proizvajalce. Merilna naprava mora ustrezati naboru merilnih naprav (SODO verzija 6 veljavnost od 1.4.2018). Sistemski števec električne energije je opremljen z stikalno napravo – odklopnikom, ki v skladu s Sistemskimi obratovalnimi navodili nadomšča glavno varovalko kot obračunski element za ugotavljanje obračunske moči in služi za ustavitev distribucije električne energije.

Obstoječa števca za kavarno in gostinski objekt se prestavita. V razdelilcu bodo poleg števec še prenapetostnimi odvodniki in glavne varovalke (1x 1x3x80A in 2x 1x3x25A).

Omarica se bo vgradila na tipski temelj. Omarica mora biti nameščena na stalno dostopnem mestu izven zaščitne ograje in odmaknjena od objekta vsaj 1m. Katodni odvodniki so predvideni v priključno merilni omarici PS-PMO. Predvideni so katodni odvodniki Protec B 60kA.

Obstoječi dovodni kabel se preusmeri v novo prostostoječo omarico.

Pred pričetkom gradbenih del je potrebno na kabelski trasi zakoličiti oz. označiti vse podzemne komunalne vode in druge naprave. Vsa ostala križanja ali približevanja se naj izvedejo po navodilih oz. soglasju upravljalca tangirane naprave.

Iz nove priključno merilne omarice PS-PMO je predvidena položitev novih kablov NYY-J 4x35+1x35mm<sup>2</sup>, NYY-J 5x10mm<sup>2</sup> in prestavitev obstoječega kabla NYY 5x6mm<sup>2</sup> za gostinski objekt, kar pa je predmet ločenega načrta. Odvodni kabli se položijo v zaščitno cev.

Za ozemljitev katodnih odvodnikov je potrebno izvesti ozemljitev s pocinkanim valjancem FeZn 25x4 mm položenim direktno v zemljo. Ozemljitev se izvede z kraki, udarna ponikalna upornost ozemljila ne sme presegati 10Ω.

### **4.4.2.2.1 Polaganje kablov**

Pred pričetkom zemeljskih del mora izvajalec z upravljajci komunalnih vodov na trasi projektiranega kablovoda pridobiti ustrezna soglasja in zakoličbo morebitnih obstoječih komunalnih vodov (vodovod, plinovod, kanalizacija, telefon, CA televizija, elektrovedi itd...).

Kabel se pri polaganju pod vozišče oz. pod utrjenimi površinami položi v zaščitne obbetonirane alkatene cevi  $\phi$ 110 mm oz. 160mm, ki so položene v globini od 0,9 do 1,15m globoko, 30 cm pod vrhom trase pa je potrebno položiti zaščitni opozorilni trak "Pozor energetski kabel".

Pri polaganju kablov je potrebno upoštevati ustrezne polmere krivljenja kabla (minimalno  $15 \times D_{\text{kabla}}$ ) in temperaturo kabla pri polaganju ( minimalno 5 °C ).

Pri križanjih oz. paralelnem vodenju energetskih kablov z ostalimi obstoječimi energetskimi, telekomunikacijskimi in drugimi instalacijami je potrebno upoštevati veljavne tehnične predpise, normative in standarde. Pred pričetkom izkopov je potrebno na mestih predvidenih križanj z drugimi instalacijami naročiti zakoličbo le teh. Vse izkope je potrebno opraviti ročno. Pri delih mora biti prisoten predstavnik upravljalca teh instalacij.

## **EL-PROJEKT d.o.o.**

Cesta na Ostrožno 152, 3000 Celje

Po položitvi trase je potrebno izvesti posnetek dejanske trase kabla v skladu z določili o katastru komunalnih naprav ter urediti dokumentacijo o kablu.

### **4.4.2.3 ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM**

#### **4.4.2.3.1. ZAŠČITA PRED NEPOSREDNIM DOTIKOM**

Zaščita pred neposrednim ( direktnim ) dotikom preprečuje vsak dotik z deli pod napetostjo električne instalacije.

Zaščita je v obravnavani instalaciji izvedena z:

- zaščito delov pod napetostjo z izolacijo
- zaščito s pregradami in okrovi

#### **4.4.2.3.2 ZAŠČITA PRED POSREDNIM DOTIKOM:**

Zaščitni ukrep pred posrednim dotikom je izveden s samodejnim odklopom napajanja. Zaščita s samodejnim odklopom napajanja v primeru okvare v izolaciji onemogoči, da bi na izpostavljenih prevodnih delih naprav nevarna napetost obstajala dalj časa kot to dovoljujejo predpisi.

Za pravilno delovanje zaščite s samodejnim odklopom napajanja je potrebno izpolniti naslednja temeljna načela:

a) Vse izpostavljene prevodne dele (ohišja ščitenih naprav, zaščitne kontakte vtičnic, ohišja svetilk, strojev in druge kovinske mase) je potrebno vezati z zaščitnim vodnikom z ozemljitveno točko napajalnega sistema. Ozemljitvena točka je hkrati tudi nevtralna točka sistema. Dostopni izpostavljeni prevodni deli se morajo povezati na isti ozemljitveni sistem.

b) V vsaki stavbi je potrebna glavna izenačitev potenciala.

c) Zaščitna naprava, ki zagotavlja zaščito pred posrednim dotikom tokokroga ali opreme, mora v primeru okvare v izolaciji med deli pod napetostjo in izpostavljenimi prevodnimi deli samodejno odklopiti napajanje tokokroga v predpisanem času.

Zaščitni vodniki morajo biti ozemljeni v pripadajoči transformatorski postaji in enakomerno razporejenimi vzdolž NN omrežja zato, da v primeru okvare ostane potencial zaščitnega vodnika čim bližje potencialu zemlje.

Da se izpolni zahteva pod točko “c” mora biti izpolnjen naslednji pogoj:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

kjer je:

$Z_s$  -impedanca okvarne zanke ( $\Omega$ ), ki zajema energetske vir, fazni vodnik do mesta okvare in zaščitni vodnik med mestom okvare in energetskimi virom

$U_0$  -nazivna napetost proti zemlji (V)

$I_a$  -izklopilni tok, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave za avtomatski izklop naprave v predpisanem času (A),

Najdaljši dovoljeni odklopni čas naprav za samodejni odklop v tokokrogih, ki napajajo vtičnice, ročne aparate razreda I ali aparate, ki se med uporabo premikajo ročno sme biti največ 0.4 sek pri nazivni napetosti 230 V.

Daljši odklopni čas, ki pa ne sme preseči 5 sek je dovoljen za:

**EL-PROJEKT d.o.o.**

Cesta na Ostrožno 152, 3000 Celje

- napajalne tokokroge
- končne tokokroge, ki napajajo samo neprenosno opremo, če so priključeni na razdelilnik na katerega niso priključeni tokokrogi za kater se zahteva odklopni čas 0.4sek
- končne tokokroge, ki napajajo samo neprenosno opremo, če so priključeni na razdelilnik na katerega so priključeni tokokrogi za katere se zahteva odklopni čas 0.4 sek s pogojem, da obstaja dodatna izenačitev potenciala na nivoju razdelilnika.

Dodatna izenačitev potenciala pa se ne zahteva, če je izpolnjen naslednji pogoj:

$$R_{PE} \leq \frac{50 \cdot Z_s}{U_0}$$

kjer pomenijo:

$R_{PE}$  - upornost zaščitnega vodnika ( $\Omega$ ) med razdelilnikom in glavnim izenačevanjem potenciala

$Z_s$  - impedanca okvarne zanke ( $\Omega$ )

$U_0$  - nazivna napetost proti zemlji (V)

V kolikor se zahtevani odklopni časi z uporabo nadtokovne zaščite ne morejo izpolniti, je potrebno izvesti dodatno izenačevanje potenciala ali diferenčno tokovno zaščito.

**Po končani montaži potrebno z meritvami preveriti učinkovitost zaščite proti električnemu udaru.**



### 4.3. TEHNIČNI IZRAČUN Z REZULTATI

Kabelski vodniki so dimenzionirani glede na nazivno obremenitev in padec napetosti v skladu s tehničnimi predpisi in standardi.

#### 1. IZRAČUN TRAJNO DOVOLJENEGA TOKA DOVODNEGA KABLA

Pri dimenzioniranju kabla na tokovno obremenitev je potrebno upoštevati tabele o dopustni tokovni obremenitvi proizvajalca kablov, kakor tudi faktorje, ki jih je pri izračunu potrebno upoštevati /faktor v odvisnosti od načina polaganja kabla, faktor v odvisnosti od števila paralelno položenih kablov, itd.).

Polaganje kabla:

V našem primeru imamo dovodi kabel E-AY2Y-J 4x150+1.5 mm<sup>2</sup>. Po navodilih proizvajalca kabla Elka Zagreb smemo kabel pri polaganju v zemljo obremeniti s tokom 275 A. Z upoštevanjem zgoraj navedenih faktorjev, ki znašajo

k 1 = faktor v odvisnosti od temperature	k 1 = 1.00
k 2 = faktor v odvisnosti od specifične upornosti tal	k 2 = 1.00
k 3 = faktor v odvisnosti od števila položenih kablov	k 3 = 1.00

smemo izbrani kabel obremeniti s tokom:

$$\begin{aligned}
 I_z &= I * k_1 * k_2 * k_3 \\
 &= 275 * 1 * 1 * 1 \\
 &= 275A
 \end{aligned}$$

#### Izračun maksimalne vrednosti varovalke:

Nazivni tok varovalke določimo po enačbi:

$$\begin{aligned}
 I_{nv} &= \frac{1,45 * I_z}{k} & I_{nv} &= \frac{1,45 * 275}{1,6} = 249 \text{ A}
 \end{aligned}$$

kjer pomeni:

$I_z$  ..... trajno zdržni tok vodnika oz. kabla

$I_{nv}$  ... nazivni tok varovalnega elementa

$k$  ..... faktor za varovalke ( $k = 1,6$  za varovalke nad 10A)

Vod je lahko maksimalno varovan z varovalkami NV 1x3x225A. Izvod bo v TP varovan z 1x3x160A tako da kabel ustreza!

#### 2. PADEC NAPETOSTI

Padec napetosti v dovodu od TP do PS-PMO.

## EL-PROJEKT d.o.o.

Cesta na Ostrožno 152, 3000 Celje

$P_{kon} = 110 \text{ kW}$  (ustreza priključni varovalki 3x160A)

$l = 280 \text{ m}$

kabel = NAYY-J 4x150+1,5mm<sup>2</sup>

Padec napetosti se izračuna po enačbi:

$$u_{\%} = \frac{100 * l * P}{\lambda * S * U_f^2} = \frac{100 * 280 * 110000}{37 * 150 * 400^2} = 3,46\%$$

Padec napetosti ustreza. Ker pa je pričakovati, da ne bo dosežena maksimalna priključna moč, bo padec še manjši.

### 3. KONTROLA ZAŠČITNEGA UKREPA

Izračuni kontrole učinkovitosti zaščitnega ukrepa so bili izvedeni po naslednjih enačbah:

$$Z_{sk} = Z_m + Z_v$$

kjer pomenijo:  $Z_{sk}$  - skupna impedanca okvarne zanke ( $Z_{1p}$ ) (za  $\Omega$ ),  
 $Z_m$  - impedanca mreže ( $\Omega$ ),  
 $Z_v$  - impedanca okvarne zanke vodnika ( $\Omega$ ),

$$Z_v = 2 * l * z_v$$

kjer pomenijo:  $Z_v$  - impedanca okvarne zanke vodnika ( $\Omega$ ),  
 $z_v$  - impedanca okvarne zanke kabla ( $\Omega/\text{km}$ ),  
 $l$  - dolžina kabla

Pri izračunih je bila upoštevana ohmska upornost kabla pri temperaturi 80 °C in induktivna upornost kabla.

Tok enopolnega kratkega stika je bil računan po enačbi:

$$I_k = \frac{0,95 \cdot U_{mf}}{\sqrt{3} \cdot Z_{SK}}$$

kjer je:

$I_k$  - najmanjši tok enopolnega kratkega stika

0,95 - faktor, ki upošteva vpliv zanemarjenih impedanc (zbiralk, sponk, varovalk, stikal...)

$Z_{sk}$  - skupna impedanca okvarne zanke

Časi izklopa varovalnega elementa so določeni na podlagi karakteristik varovalnih elementov iz proizvodnega programa ELEKTROELEMENT IZLAKE.

Zaščitna naprava je izbrana tako, da se ob okvari z zanemarljivo impedanco med faznim in zaščitnim vodnikom ali izpostavljenim prevodnim delom kjerkoli v instalaciji v določenem času avtomatično odklopi napajanje.

Ta zahteva je izpolnjena, če je:

$$Z_{sk} * I_A \leq U_0$$

kjer je:

## EL-PROJEKT d.o.o.

Cesta na Ostrožno 152, 3000 Celje

$I_A$  – tok, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave za avtomatični izklop napajanja v času, določenim v tabelah, glede na nazivno napetost  $U_0$  ali pod pogoji, ki dovoljujejo čas, ki ne presega 5 sek  
 $U_0$  - nazivna napetost proti zemlji.

Izračunane so bile  $Z_{sk}$ , ki so manjše od maks. upornosti določenih v tabelah. Po končani izvedbi del se z meritvami preveri ustreznost el. instalacije glede na okvarno zanko.

### 3.1. KONTROLA UČINKOVITOSTI ZAŠČITNEGA UKREPA:

( Izračun najmanjšega toka enopolnega kratkega stika )

Impedanca dovodnega kabla od TP do nove PS-PMO znaša:

$$Z_{sk} = Z_v + Z_{nno}$$

kjer pomenijo:  $Z_{sk}$  - skupna impedanca okvarne zanke ( $\Omega$ ),  
 $Z_{nno}$  - impedanca na priključnem mestu ( $\Omega$ ),  
 $Z_v$  - impedanca kabla ( $\Omega$ ),

$z_v$  znaša za obravnavani kabel  $0,27\Omega/\text{km}$  ( upoštevana je ohmska upornost kabla pri temperaturi  $80^\circ\text{C}$  in induktivna upornost kabla ).

$$Z_v = 2 \cdot l \cdot z_v = 2 \cdot 0,28 \cdot 0,27 = 0,15\Omega$$

kjer pomenijo:  $Z_v$  - impedanca okvarne zanke od obstoječe TP do nove omarice PS-PMO ( $\Omega$ ),  
 $z_v$  - impedanca okvarne zanke kabla ( $\Omega/\text{km}$ ),  
 $l$  - dolžina kabla ( $L=280\text{m}$ )

$Z_{nno} = 0,015$  Ohma za transformator 630kVA

$$Z_{sk} = Z_{nno} + Z_v = 0,015 + 0,15 = 0,165\Omega$$

$$I_k = \frac{0,95 \cdot U_f}{Z_{sk}} = \frac{0,95 \cdot 230V}{0,165\Omega} = 1324,24A$$

kjer je:

$I_k$  - najmanjši tok enopolnega kratkega stika

0,95 - faktor, ki upošteva vpliv zanemarjenih impedanc (zbiralk, sponk, varovalk, stikal...)

$Z_{sk}$  - skupna impedanca okvarne zanke

**Po "gL" karakteristiki varovalnih elementov iz proizvodnega programa ELEKTROELEMENT IZLAKE bo varovalka 1x3x160A pregorela v času 0,42sek, kar je manj od  $t_{dop} = 5$  sek.**

Termična kontrola vodnika pri enofaznem kratkem stiku:

$$t = \left( k \cdot \frac{S}{I_k} \right)^2 = 70,28s$$

kjer je:

$t$  - najdaljši dovoljeni čas kratkega stika (sek)

$S$  - presek vodnika ( $\text{mm}^2$ )

$I_k$  - tok kratkega stika

$k = 115$  za Cu vodnike z PVC izolacijo,  $74$  za Al vodnike z PVC izolacijo

## **EL-PROJEKT d.o.o.**

Cesta na Ostrožno 152, 3000 Celje

Ker je čas izklopa kratkega stika krajši od najdaljšega dovoljenega toka kratkega stika izbrani vodnik ustreza.

### **4. IZRAČUN OZEMLJITVE**

S pocinkanim valjancem FeZn 25x4mm se izvedejo ozemljitveni kraki v dolžini cca 20m.

Poj na zbiralko v PS-PMO omarici je izveden z vijachenjem.

Pri ocenitvi specifične upornosti tal  $150\Omega\text{m}$  in položenem valjancu v dolžini cca 70m bo ponikalna upornost pri  $R_p$  znašala:

$$R_p = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \left( \frac{l^2}{h \cdot d} \right)$$

$$R_p = \frac{150}{2 \cdot \pi \cdot 70} \cdot \ln \left( \frac{70^2}{0,8 \cdot 0,0125} \right) = 4,5\Omega$$

$\rho$  - specifična upornost tal ( $\Omega\text{m}$ ),

$l$  - dolžina pocinkanega valjanca (m),

$h$  - globina polaganja pocinkanega valjanca (m),

$d$  - računski polmer pocinkanega valjanca (m)

Izračunana ponikalna upornost izpolnjuje pogoje zaščite pred posrednim dotikom v TN sistemu napajanja, ustreza predpisom za strelkovode o tehničnih normativih za nizkonapetostne električne instalacije, ki predpisuje največjo upornost ozemljila prenapetostnega odvodnika 5  $\Omega$ -ov.

### **5. KONČNE DOLOČBE**

Izvajanje del sme opravljati le za to pooblaščen organizacija z ustrežno registracijo. Izvajalec del je dolžan pravočasno in podrobno proučiti tehnično dokumentacijo in pravočasno zahtevati pojasnila o morebitnih nejasnostih.

Po opravljenih delih mora izvajalec del predati investitorju vso dokumentacijo - ateste in garancijske liste, ki predstavljajo dejansko stanje na objektu in predložiti poročila o opravljenih preizkusih neprekinjenosti zaščitnega vodnika, glavnega in dodatnega vodnika za izenačevanje potenciala, izolacijske upornosti električne instalacije, zaščite pred udarom el. toka, ozemljitvene upornosti in funkcionalnosti.