

---

NAZIV GRADNJE

**RTP 110/20 kV  
ŠKOFJA LOKA**

---

NAČRT:

**3/3. NAČRT S PODROČJA  
ELEKTROTEHNIKE,  
OZEMLJITVE IN STRELOVODNA  
INŠTALACIJA OBJEKTA RTP +  
KN**

---

INVESTITOR:

**ELEKTRO GORENJSKA, D.D.  
Ul. Mirka Vadnova 3a, 4000 Kranj**

---

VRSTA DOKUMENTACIJE:

**PROJEKTNÁ DOKUMENTACIJA  
ZA IZVEDBO GRADNJE  
(PZI)**



---

ŠT. PROJEKTA:

**7656/18**

---

ŠT. NAČRTA:

**7656-7E3**

---

KRAJ IN DATUM IZDELAVE:

**Kranj, marec 2020**

---

---

**IZVOD ŠT. 1**

---

## NASLOVNA STRAN NAČRTA

### OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje

**RTP 110/20 kV ŠKOFJA LOKA**

kratek opis gradnje

Odstranitev opuščene stavbe nekdanjega 35/10 kV stikališča; izgradnja nove stavbe 110 kV stikališča, z nameščenim novim kompaktnim 110 kV GIS stikališčem s pripadajočo opremo zaščite, vodenja lastne rabe in meritev; izgradnja novih temeljev ter pokritih boksov za namestitve dveh energetskih transformatorjev, premik obstoječih energetskih transformatorjev 110 kv/20 kV 40 MVA; izgradnja nove stavbe krajevnega nadzorništva KN Škofja Loka-Medvode s pomožnimi prostori (garaže, priročno skladišče, delavnica); Izgradnja novega dvosistemskega 110 kV priključnega kablovoda med RTP in strojnim mestom SM3 na DV 2x 110 kV DV Kleče - Škofja Loka - Okroglo; izgradnja novega končnega DV štebra SM3 na DV 2x 110 kV DV Kleče - Škofja Loka - Okroglo; odstranitev dvosistemskega DV 2x 110 kV DV Kleče - Škofja Loka - Okroglo, na delu trase med RTP in SM3; izgradnja novega dvosistemskega 1x 110 kV + 1x 20kV priključnega kablovoda med RTP in SM1 na DV 110/20 kV Škofja Loka - Železniki; izgradnja novega končnega DV štebra SM1 na DV 110/20 kV Škofja Loka - Železniki, odstranitev obstoječega SM1; odstranitev obstoječega zunanjšega prostozračnega 110 kV stikališča; rekonstrukcija ozemljitvenega sistema RTP; končna zunanja ureditev objekta RTP.

vrste gradnje

- novogradnja – novozgrajen objekt
- odstranitev

### DOKUMENTACIJA

vrsta dokumentacije

PZI (projektna dokumentacija za izvedbo gradnje)

številka projekta

7656/18

### PODATKI O NAČRTU

strokovno področje načrta 3/3 Načrt s področja elektrotehnike, ozemljitve in strelvodna inštalacija objekta RTP +KN

številka načrta 7656-7E3

datum izdelave marec 2020

### PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA

ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja ali druge osebe Matej LOGONDER, univ. dipl. inž. el.

identifikacijska številka IZS E-1624

podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja ali druge osebe

### PODATKI O PROJEKTANTU

projektant (naziv družbe) ELEKTRO GORENJSKA, D.D.

sedež družbe Ul. Mirka Vadnova 3a, 4000 Kranj

vodja projekta Matej LOGONDER, univ. dipl. inž. el.

identifikacijska številka IZS E-1624

podpis vodje projekta

odgovorna oseba projektanta dr. Ivan Šmon, MBA

podpis odgovorne osebe projektanta



PO POBLASTILU  
FLORIJAN CERKOVNIK



## **KAZALO VSEBINE NAČRTA št. 7656-7E3**

### **NASLOVNA STRAN NAČRTA**

---

### **KAZALO VSEBINE NAČRTA**

---

### **TEHNIČNO POROČILO**

---

#### **I.) TEHNIČNA REGULATIVA**

#### **II.) SPLOŠNO O NAMERAVANI GRADNJI**

#### **III.) OZEMLJITVE**

1. Splošno
2. Potencialne razmere okrog ozemljil
3. Izračun ozemljitev
4. Izvedba ozemljitev

#### **IV.) STRELOVODNA ZAŠČITA**

1. Zaščita pred delovanjem strele
2. Izračun strelovodne inštalacije
3. Izvedba strelovodne inštalacije

#### **V.) POPIS MATERIALA, ELEKTROMONTAŽNIH IN GRADBENIH DEL S PROJEKTANTSKO OCENO STROŠKOV**

1. Elektromontažna dela in material
2. Gradbena dela
3. Skupna rekapitulacija izvedbe ozemljitev in strelovodne inštalacije objekta

#### **VI.) PRILOGE**

1. Poročilo o gostoti strel

### **TEHNIČNI PRIKAZI**

---

- 7E3.1. Grafični prikaz zunanjega ozemljitvenega sistema, M 1:200
  - 7E3.2. Načrt ozemljitev – tloris kleti
  - 7E3.3. Načrt ozemljitev – tloris pritličja
  - 7E3.4. Načrt ozemljitev – prečni prerez (A-A)
  - 7E3.5. Jarki za polaganje ozemljitvenega vodnika
  - 7E3.6. Strelovodna zaščita objektov – tloris strehe
  - 7E3.7. Strelovodna zaščita objektov – severna fasada
  - 7E3.8. Strelovodna zaščita objektov – vzhodna fasada
  - 7E3.9. Strelovodna zaščita objektov – zahodna fasada
-

---

## TEHNIČNO POROČILO

### I.) TEHNIČNA REGULATIVA

---

- Načrt električnih inštalacij in električne opreme je izdelan na osnovi **pravilnika o zaščiti nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj** (Ur. list RS, št. 90/15).
- Načrt električnih inštalacij in električne opreme je izdelan na osnovi **Slovenskega standarda SIST EN 61936-1:2011 "Elektroenergetski postroji za izmenične napetosti nad 1 kV – 1. del: Skupna pravila"**.
- Načrt električnih inštalacij in električne opreme je izdelan na osnovi **Slovenskega standarda SIST EN 50522:2011 "Ozemljitve elektroenergetskih postrojev, ki presegajo 1 kV izmenične napetosti"**.
- Načrt električnih inštalacij in električne opreme je izdelan na osnovi **Priročnika "Pregled vrst ozemljil in izračuni"**, IZS, november 2016.
- Načrt električnih inštalacij in električne opreme je izdelan na osnovi **tehnične smernice TSG-N-002:2013 "Nizkonapetostne električne instalacije"** v skladu s 13. členom Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Ur. list RS, št. 41/09, 2/12 in 61/17-GZ).
- Načrt električnih inštalacij in električne opreme je izdelan na podlagi **tehnične smernice TSG-N-003:2013 "Zaščita pred delovanjem strele"** v skladu s 5. členom Pravilnika o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Ur. list RS, št. 28/09, 2/12 in 61/17 – GZ).

## II.) SPLOŠNO O NAMERAVANI GRADNJI

Razdelilna transformatorska postaja RTP 110/20 kV Škofja Loka je bila zgrajena leta 1980. Večji del primarne 110 kV oprema je star skoraj 40 let in je po izkušnjah strokovnjakov za vzdrževanje 110 kV zunanjih prostozračnih AIS stikališč na robu življenjske dobe. Kovinske konstrukcije (portali, podstavki opreme) in betonski temelji portalov in podstavkov so dotrajani. Zanesljivost obratovanja s tako opremo je zelo kritična. Problem obnove primarne opreme je v tem, da ni mogoče dobiti rezervnih delov. Tudi kakovost celotnega ozemljilnega sistema na področju obstoječega prostozračnega 110 kV stikališča je vprašljiva, zato bi ga bilo potrebno nadomestiti z novim.

Po izkušnjah za rekonstrukcije tovrstnih objektov v Elektro Gorenjska in drugih distribucijskih podjetjih v Sloveniji in Evropi, je najbolj učinkovita rekonstrukcija takih stikališč, izgradnja novega nadomestnega 110 kV GIS stikališča, v bližini ali ob obstoječem prostozračnem 110 kV stikališču. Zelo pomembno je brez prekinitveno obratovanje v času rekonstrukcije, kar edino omogoča tak način rekonstrukcije.

Predvideno novo 110 kV GIS stikališče bo nameščeno v novi zgradbi, zgrajeni na vzhodni strani obstoječega prostozračnega 110 kV stikališča. Dovolj velik prostor na obstoječi lokaciji RTP (rušitev stare opuščene zgradbe 35/10 kV stikališča), omogoča vzporedno izgradnjo novega 110 kV GIS stikališča, ob nemotenem obratovanju obstoječega starega 110 kV stikališča.

Z izgradnjo novega 110 kV GIS stikališča, bo ponovno dolgoročno zagotovljeno zanesljivo obratovanje RTP, s tem pa bo zagotovljena kvalitetna in zanesljiva oskrba napajalnega območja RTP Škofja Loka z električno energijo.

V sklopu nove zgradbe 110 kV stikališča bosta na zahodnem delu zgradbe izvedena nova temelja ter pokrita boksa za namestitev dveh energetskih transformatorjev (premik obstoječih energetskih transformatorjev 110/20 kV, 40 MVA), s čimer se zmanjšuje vpliv zunanjih dejavnikov na transformatorja, zmanjšuje pa se tudi vpliv hrupa transformatorjev na okolico.

Ob zgradbi 20 kV stikališča bo v sklopu izgradnje zgradbe 110 kV GIS stikališča in novih boksov za energetska transformatorja, zgrajeno tudi novo Krajevno nadzorništvo Škofja Loka – Medvode s pomožnimi prostori (garaže, priročno skladišče, delavnica).

V sklopu obnove objekta RTP bodo izvedeni tudi novi kabelski priključki na dovodne 110/20 kV daljnovode:

- izgradnja novega dvosistemskega 110 kV priključnega kablovoda med RTP in stojnim mestom SM3 na DV 2x 110 kV Kleče - Škofja Loka, Škofja Loka – Okroglo, tlorisne dolžine cca. 550 m in
- izgradnja novega dvosistemskega 1x 110 kV + 1x 20 kV priključnega kablovoda RTP – SM1 na DV 110/20 kV Škofja Loka – Železniki, tlorisne dolžine cca. 120 m.

Na celotnem območju RTP-ja se izvede nov ozemljilni sistem.

Po zagonu novega 110 kV stikališča ter vključitvi novih priključnih 110/20 kV kabelskih vodov se obstoječe prostozračno 110 kV stikališče v celoti demontira in odstrani. Obstoječi

prostozračni priključni 110/20 kV vodi se na odsekih tras novih kabelskih vodov v celoti porušijo in odstranijo.

Izvede se nova zunanja ureditev območja RTP z ureditvijo asfaltiranega manipulacijskega dvorišča ter humusiranjem in zatratitvijo ostale površine znotraj ograjenega območja.

Analiza energetike in omrežja je utemeljena v energetskih študijah REDOS, ki sta jo izdelala EIMV v ref. št.: 2285/4 (REDOS 2040 - Spodnja Gorenjska, 2015) in razvojni oddelek Elektro Gorenjske, OE DO – Služba za razvoj.

Obnova objekta RTP 110/20 kV Škofja Loka je uvrščena v naslednje investicijske plane:

- V 10. letnem planu SODO (NRO 2015-2024): »Načrt razvoja distribucijskega omrežja električne energije v Republiki Sloveniji za desetletno obdobje od leta 2015 do 2024«, ki je bil potrjen s soglasjem s strani Vlade Republike Slovenije in Ministrstva za gospodarstvo (Soglasje št.: 360-379/2014/60 – 00911290 z dne 15.12.2015),
- Naložbeni načrt EG 2019-2020-2021
- Plan investicij 2019, 2020 in 2021.

---

## **III.) OZEMLJITVE**

---

### **1. Splošno**

Osnovne naloge ozemljitev v električnih napravah in napeljavah so:

- zagotovitev varnosti ljudi, ki lahko pridejo v stik s temi napravami,
- zaščita opreme,
- kvaliteta obratovanja.

Različne vrste ozemljil imajo v elektrotehniki ter v splošni in specifični uporabi različne naloge. Ločimo:

- zaščitne ozemljitve, namenjene direktni električni zaščiti zaposlenih ali slučajno prisotnih ljudi pred električnim udarom. Te niso nujno vezane v obratovalne električne tokokroge, temveč na izolirane dele naprav, na katerih se zaradi poškodbe izolacije lahko pojavi nevarna napetost.
- Obratovalne ozemljitve, omogočajo brezhibno delovanje električnih naprav in elementov. So sestavni del obratovalnega električnega tokokroga, katerega povratni vodnik je zemlja in ki lahko vpliva na obratovanje omrežja ob zemeljskem stiku.
- Strelovodne ozemljitve, ki so namenjene odvajanju razelektritvenega toka iz strelovodne lovilne mreže oziroma atmosfere v zemljo.

### **2. Potencialne razmere okrog ozemljil**

#### ***Ozemljilo***

Ozemljilo je del ali skupina delov ozemljitvenega sistema, ki omogoča neposredno električno povezavo z zemljo in porazdeljuje električni tok po zemlji.

Ozemljilo je vodnik, položen v zemljo v okolici objekta. Vsebuje lahko ravne vodnike, obroče, zvezde, mreže ali njihovo kombinacijo.

#### ***Temeljno ozemljilo***

Temeljno ozemljilo je ozemljilo položeno v betonske temelje stavbe ter je povezano z zunanjim ozemljitvenim sistemom in notranjim sistemom izenačitvenih povezav.

#### ***Napetostni lijak okrog ozemljil***

Med zemljo v neposredni bližini mesta, kjer je ozemljilo vkopano in oddaljeno točko, do koder vpliv ozemljila ne sega več, se pojavi napetost. Povzroči jo tok, ki teče iz ozemljila v zemljo, pri tem pa se vzdolž upora, ki ga predstavlja upornost zemlje pojavi padec napetosti, to je napetost ozemljila. Napetost tal je najvišja tik ob ozemljilu in je praktično enaka napetosti ozemljila, z oddaljevanjem pa ta napetost pada. Prostorski potek napetosti na površini tal v odvisnosti od oddaljenosti od ozemljila imenujemo napetostni lijak.

#### ***Napetost koraka***

Ena od posledic napetostnega lijaka, to je spreminjanja napetosti v odvisnosti od



oddaljenosti od ozemljila, je napetost koraka. Napetost koraka  $U_k$  je enaka razliki napetosti tal v dveh točkah, ki sta v radialni smeri od ozemljila 1 m narazen.

### ***Napetost dotika***

Napetost dotika  $U_d$  je razlika med napetostjo ozemljila  $U_z$  in napetostjo tal v točki, ki je 1 m oddaljena od ozemljenega kovinskega predmeta.

### ***Oblikovanje potenciala***

Če se na nevarnih mestih v primeru okvare pojavi prevelika napetost dotika, moramo po veljavnih predpisih uporabiti dodatni zaščitni ukrep, to je oblikovanje potenciala. Na mesta, kjer se lahko pojavi previsoka napetost dotika, se na razdalji  $\approx 1$  m od mesta nevarnosti položi dodatni ozemljilni trak, v globini min. 0,5 m.

### ***Referenčna zemlja***

Referenčna zemlja je območje zemljišča, ki je od ustreznega ozemljila oddaljeno toliko, da med nobenimi točkami na njem ni pomembnejših potencialnih razlik.

### ***Ozemljitvena upornost***

Ozemljitvena upornost je upornost, izmerjena med ozemljitvenim sistemom in referenčno zemljo, pri stacionarni industrijski frekvenci.

## **3. Izračun ozemljitev**

V sklopu gradbenega dela rekonstrukcije 110 kV stikališča RTP 110/20 kV Škofja Loka je tudi izgradnja novega zunanega ozemljitvenega sistema, ki naj omogoča varno in zanesljivo obratovanje. Ozemljitveni sistem RTP sestavljajo:

- mrežasto ozemljilo pod celotnim novim objektom RTP+KN,
- temeljno ozemljilo celotnega objekta RTP+KN,
- 1. obroč za oblikovanje potenciala na razdalji 1 m od stene objekta RTP+KN,
- 2. obroč za oblikovanje potenciala na razdalji 2 m od stene objekta RTP+KN,
- 3. obroč za oblikovanje potenciala na notranji strani ograje RTP+KN (1 m od ograje),
- 4. obroč za oblikovanje potenciala na zunanji strani ograje RTP+KN (1 m od ograje),
- mrežasto ozemljilo na celotni površini znotraj ograje RTP,
- medsebojne povezave mrežastega ozemljila ter posameznih obročev,
- ozemljitev novega zaključnega stebra dvosistemskega 110/20 kV daljnovoda (SM1), ki je opremljen z zaščitno vrvjo, priključeno na ozemljitveni sistem RTP,
- kompenzacijski vodi ob novih odsekih 110 kV priključnih kablovodih (ni predmet tega načrta),
- obstoječ ozemljilni sistem objekta 20 kV stikališča,
- obstoječe ozemljitve TP 20/0,4 kV, ki so preko kovinskih kabelskih plaščev 20 kV kablov ter vzporedno položenih obstoječih tračnih ozemljil, povezane z ozemljitvenim sistemom RTP,

- armatura celotnega novega objekta RTP+KN.

Na opisan ozemljitveni sistem so v skladu s predpisi priključene naslednje ozemljitve:

- visokonapetostna zaščitna ozemljitev,
- visokonapetostna obratovalna ozemljitev,
- sredjenapetostna zaščitna ozemljitev,
- sredjenapetostna obratovalna ozemljitev,
- nizkonapetostna zaščitna ozemljitev,
- nizkonapetostna obratovalna ozemljitev,
- izenačitev potencialov,
- strelovodna ozemljitev.

Z izgradnjo novega 110 kV GIS stikališča in rušitvijo obstoječega prostozračnega stikališča je potrebno obstoječ ozemljilni sistem objekta 20 kV stikališča dopolniti s kompletno novim ozemljilnim sistemom skupnega objekta RTP+KN ter novim ozemljilnim sistemom na celotnem območju znotraj ograje RTP, kar bo omogočilo tudi vnaprej varno in zanesljivo obratovanje.

Parametri, ki veljajo za dimenzioniranje ozemljitvenega sistema, so povzeti po naslednjih dokumentih:

- Elaborat kratkostičnih parametrov za RTP 110/20 kV Škofja Loka (VENO 3856, EIMV, marec 2018),
- Perspektive ozemljevanja nevtralne točke v slovenskih srednje napetostnih omrežjih čez maloohmski upor (EIMV, Ref. št. 1458, september 1999),
- Slovenski standard SIST EN 50522:2011 Ozemljitev elektroenergetskih postrojev, ki presegajo 1 kV izmenične napetosti.

Osnovni podatki za dimenzioniranje ozemljitvenega sistema so v glavnem odvisni od načina ozemljitve nevtralne točke visokonapetostnega omrežja:

- velikost zemeljskostičnega toka,
- trajanje okvare,
- ter karakteristik zemlje.

Načrtovan ozemljitveni sistem bo po oceni projektanta del globalnega ozemljitvenega sistema širšega območja Škofje Loke, saj bo preko ozemljitvenega sistema ob obstoječi kabelski SN in NN mreži povezan z ozemljitvami na širšem območju. Kljub temu je v nadaljevanju opravljen izračun predvidene ozemljitvene upornosti sistema, brez upoštevanja povezovanja v širši ozemljitveni sistem.

Rezultati izračuna in analize pričakovanih kratkostičnih razmer na 110 kV zbiralnicah RTP 110/20 kV Škofja Loka, pomembni za dimenzioniranje ozemljitvenega sistema, so zbrani v naslednji tabeli:

Napetostni nivo	110 kV	20 kV	20 kV
Obratovanje TR	-	ločeno	vzporedno
<b>Trifazne kratkostične razmere</b>			
Maksimalni tok trifaznega kratkega stika	$I_k'' = 16,1 \text{ kA}$	$I_k'' = 7,9 \text{ kA}$	$I_k'' = 14,3 \text{ kA}$
Udarni tok	$i_p = 35,1 \text{ kA}$	$i_p = 20,8 \text{ kA}$	$i_p = 37,0 \text{ kA}$
Maksimalna kratkostična moč	$S_k'' = 3,1 \text{ GVA}$	$S_k'' = 273 \text{ MVA}$	$S_k'' = 494 \text{ MVA}$
Minimalni trifazni kratkostični tok	$I_k'' = 2,0 \text{ kA}$	$I_k'' = 4,5 \text{ kA}$	$I_k'' = 6,2 \text{ kA}$
<b>Enofazne kratkostične razmere</b>			
Ozemljitev 110 kV nevtralne točke TR1 in TR2	<i>trenutno se ne ozemlji</i>	<i>ozemljitev z R+L</i>	<i>ozemljitev z R+L</i>
Maksimalni tok enofaznega kratkega stika	$I_{k1}'' = 12,7 \text{ kA}$	$I_{k1}'' = 159 \text{ A}$	$I_{k1}'' = 318 \text{ kA}$
Minimalni tok enofaznega kratkega stika	$I_{k1}'' = 1,3 \text{ kA}$	$I_{k1}'' = 144 \text{ A}$	$I_{k1}'' = 286 \text{ A}$
Faktor zemeljskega stika na 110 kV zbiralnicah	$k_0 = 1,22$	-	-
<b>Ozemljitveni vodniki</b>			
Prez ozemljitvenih vodnikov	$Cu \geq 70 \text{ mm}^2$	<i>Minimalni po SIST EN 50522</i>	
Prez prevodnega ekrana kablov	$Cu \geq 90 \text{ mm}^2$	<i>Minimalni po SIST EN 50522</i>	
Ozemljevanje prevodnih ekranov kablov	<i>enostransko</i>	<i>obojestransko</i>	

Upornost ozemljitve je v največji meri odvisna od specifične upornosti zemlje. Vrednost specifične upornosti zemlje je skladno z geološkim poročilom ocenjena na osnovi tabele specifičnih upornosti tal (SIST HD 60364-5-54) in v našem primeru znaša:

VRSTA TAL	$\rho$ ( $\Omega\text{m}$ )
ilovnat prod	150
beton 1/3 (cement/pesek)	150

Pri izračunu ozemljitvene upornosti združene ozemljitve objekta upoštevamo prispevke posameznih sistemov ozemljil.

- Prispevek mrežastega ozemljila pod celotnim objektom RTP+KN izračunamo po naslednjih enačbah:

$$R_{Em1} = 0,318 \cdot \frac{\rho}{l_{tm}} \cdot \left( \ln \left( 20 \cdot \frac{l_{tm}}{\sqrt{d_{tm} \cdot H_m}} \right) + K_1 \cdot \frac{l_{tm}}{\sqrt{S_m}} - K_2 \right) = 2,742 \Omega$$

$$K_1 = -0,03846 \cdot x_m + 1,407692 = 1,3115$$

$$K_2 = 0,157143 \cdot x_m + 5,442857 = 5,8357$$

$$x_m = \frac{a_m}{b_m} = 2,5$$

pri čemer je:

$\rho$  = specifična upornost zemlje (150  $\Omega\text{m}$ )

$l_{tm}$  = skupna dolžina vodnikov mrežastega ploskovnega ozemljila (393 m)

$d_{tm}$  = računski premer vodnika (0,011 m)

$H_m$  = srednja globina vkopa (2,6 m)

$a_m, b_m$  = dimenzije zajetega ozemlja pri mrežastem ozemljilu (50x 20 m)  
 $S_m$  = površina zajetega ozemlja (850 m<sup>2</sup>)

- Prispevek temeljnega ozemljila celotnega objekta RTP+KN izračunamo po naslednjih enačbah:

$$R_{Ept1} = \frac{\rho}{\Pi \cdot D_{(RTP)}} = 7,496 \Omega$$

$$D_{(RTP)} = 1,57 \cdot \sqrt[3]{V} = 6,37 \text{ m (za objekt RTP)}$$

$$R_{Ept2} = \frac{\rho}{\Pi \cdot D_{(KN)}} = 10,224 \Omega$$

$$D_{(KN)} = 1,57 \cdot \sqrt[3]{V} = 4,67 \text{ m (za objekt KN)}$$

pri čemer je:

$\rho$  = specifična upornost temeljnega betona (150 Ωm)

$D$  = koeficient  $D = f(V)$ , odvisen od volumna temelja po celotni dolžini ozemljila (m)

$V$  = volumen temelja (m<sup>3</sup>)

- Prispevek mrežastega ozemljila platoja znotraj ograje RTP+KN izračunamo po naslednjih enačbah:

$$R_{Em2} = 0,318 \cdot \frac{\rho}{l_{tm}} \cdot \left( \ln \left( 20 \cdot \frac{l_{tm}}{\sqrt{d_{tm} \cdot H_m}} \right) + K_1 \cdot \frac{l_{tm}}{\sqrt{S_m}} - K_2 \right) = 1,280 \Omega$$

$$K_1 = -0,03846 \cdot x_m + 1,407692 = 1,3673$$

$$K_2 = 0,157143 \cdot x_m + 5,442857 = 5,6079$$

$$x_m = \frac{a_m}{b_m} = 1,05$$

pri čemer je:

$\rho$  = specifična upornost zemlje (150 Ωm)

$l_{tm}$  = skupna dolžina vodnikov mrežastega ploskovnega ozemljila (1934 m)

$d_{tm}$  = računski premer vodnika (0,011 m)

$H_m$  = srednja globina vkopa (0,6 m)

$a_m, b_m$  = dimenzije zajetega ozemlja pri mrežastem ozemljilu (60x 57 m)

$S_m$  = površina zajetega ozemlja (3543 m<sup>2</sup>)

- Prispevke obročastih ozemljil izračunamo po naslednjih enačbah:

$$R_{EO} = 0,159 \cdot \frac{\rho}{l_0} \cdot \ln \frac{1,62 \cdot l_0^2}{h \cdot D_{ek}}$$

$$D_{ek} = 1,13 \cdot \sqrt{a \cdot b}$$

pri čemer je:

$\rho$  = specifična upornost zemlje (150  $\Omega$ m)

$l_0$  = obseg obroča ( $l_1 = 116$  m,  $l_2 = 119$  m)

$h$  = globina vkopa ( $h_1 = 0,2$  m,  $h_2 = 0,5$  m)

$D_{ek}$  = ekvivalentni premer obročastega ozemljila pravokotne oblike

( $D_{ek1} = 34,24$  m,  $D_{ek2} = 36,79$  m)

$$R_{EO1} = 1,658 \Omega$$

$$R_{EO2} = 1,429 \Omega$$

- Združeno upornost novega ozemljitvenega sistema objekta izračunamo kot paralelno nadomestno upornost vseh posameznih prispevkov ozemljitvenih sistemov:

$$\frac{1}{R_{ZS}} = \frac{1}{R_{Em1}} + \frac{1}{R_{Ept1}} + \frac{1}{R_{Ept2}} + \frac{1}{R_{Em2}} + \frac{1}{R_{EO1}} + \frac{1}{R_{EO2}}$$

$$R_{ZS} = 0,373 \Omega$$

Rezultat izračuna upornosti združenega ozemljitvenega sistema je približek dejanske vrednosti. Pri izračunu ni upoštevan vpliv obstoječe ozemljitvene mreže ob VN, SN in NN omrežju RTP.

**Rezultat se mora obvezno po izdelavi ozemljitve preveriti z meritvami. Če meritve pokažejo, da so dejanske vrednosti prevelike, je potreben ponoven, natančnejši preračun z dodajanjem oziroma razširitvijo ozemljila!**

Ob upoštevanju prispevka obstoječe združene upornosti ozemljitve ( $R_{OZ\ obst.} = 0,086 \Omega$ ; podatek iz BTP EG), bo po povezavi na vse obstoječe ozemljitve obravnavanega območja, vrednost združene ozemljitvene upornosti (ocenjeno) znašala:

$$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_{ZS}} + \frac{1}{R_{OZ\ obst.}}$$

$$R_E = 0,070 \Omega$$

### ***Ozemljitvena napetost***

Ozemljitvena napetost  $U_E$ , je napetost med ozemljitvenim sistemom in referenčno zemljo. Določimo jo po enačbi:

$$U_E = I_E \cdot R_E$$

Merodajni tok določimo po enačbi:

$$I_E = r \cdot (I_{K1} - I_N)$$

pri čemer je:

$r$  = redukcijski faktor trifaznega linijskega sistema, določen skladno z dodatkom I in L

slovenskega standarda SIST EN 50522 (0,2)  
 $I_{k1}''$  = maksimalni tok enofaznega kratkega stika (12,7 kA)  
 $I_N$  = tok nevtralnega ozemljitvenega vodnika transformatorja (0 A)

$$I_E = 2540 \text{ A}$$

Ozemljitvena napetost tako znaša:

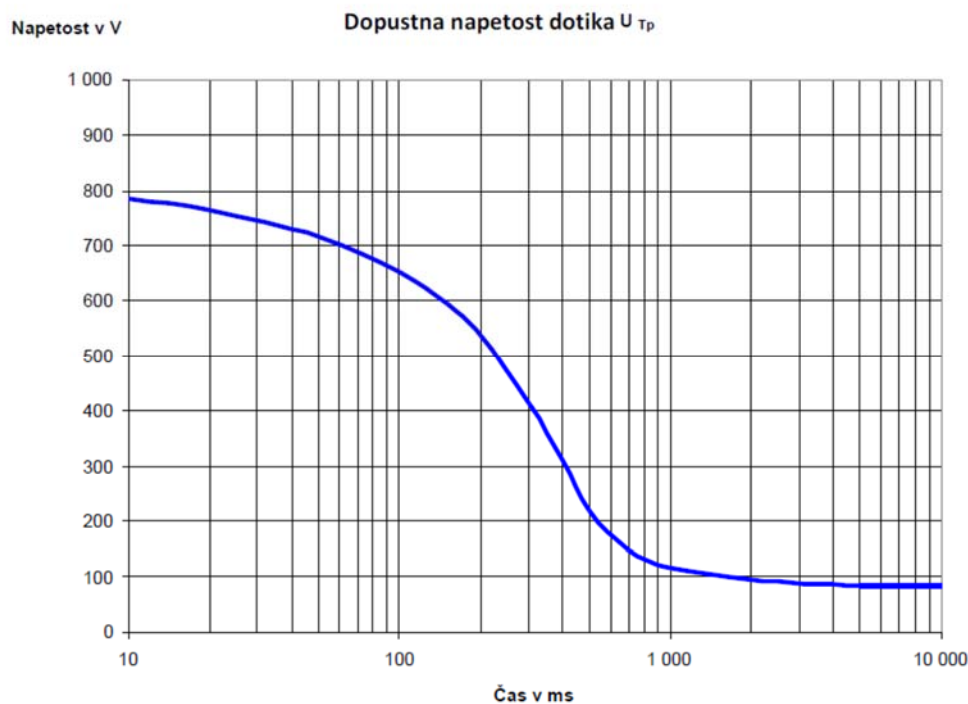
$$U_E = 177,8 \text{ V}$$

### Napetost dotika in koraka

Napetost dotika  $U_T$  je razlika med napetostjo ozemljila  $U_E$  in napetostjo tal v točki, ki je 1 m oddaljena od ozemljenega kovinskega predmeta.

Napetost koraka  $U_S$  je enaka razliki potencialov v dveh točkah na tleh, ki sta razmaknjeni 1 m v radialni smeri od ozemljila.

Najvišjo dovoljeno napetost dotika za naš primer določimo iz diagrama SIST EN 50522 (slika 4):



Napetost dotika in koraka sta odvisni od porasta potenciala na ozemljilu, ki je posledica toka strele ali toka zemeljskega stika oziroma toka, ki se preko ozemljila vrača v nevtralno točko napajalnega transformatorja:

- tok zemeljskega stika v VN-omrežju,
- tok zemeljskega stika v SN-omrežju,
- okvarni tokovi v NN-omrežju in električnih inštalacijah,
- povratni tokovi pri nesimetričnih obremenitvah v TN-sistemu napajanja inštalacij.

$$U_E = I_E \cdot R_E \text{ (V)}, \text{ napetost ozemljila}$$

$U_T = U_E - U_X$  (V), napetost dotika

$U_S = U_{X2} - U_{X1}$  (V), napetost koraka

$U_x$ ,  $U_{x1}$  in  $U_{x2}$  so potenciali tal v oddaljenosti  $x$  m od ozemljitve.

Možnost nastanka previsoke napetosti dotika se zmanjšuje z naslednjimi ukrepi:

- uporaba neprevodnega materiala za zunanje stene objektov,
- izogibanje ozemljenim kovinskim delom, ki se jih je možno dotakniti od zunaj,
- oblikovanje potenciala s potencialnimi obroči okrog objekta na razdalji cca. 1 m in globini največ 0,5 m,
- oblikovanje potenciala z osnovno ozemljitveno mrežo, vgrajeno pod temeljno ploščo zgradbe,
- oblikovanje potenciala z osnovno ozemljitveno mrežo, vgrajeno na celotnem območju znotraj ograje RTP,
- izoliranje stojišč za ozemljitveno napetost znotraj in zunaj objekta.

Za naš primer znaša:

$$U_E = 177,8 V \leq U_T(5 ms) = 210 V$$

Po določenih standarda SIST EN 50522:2011 so dopustne vrednosti za napetost koraka nekoliko višje kot dopustne vrednosti napetosti dotika; zato se lahko šteje, da na splošno nevarne napetosti koraka ne nastajajo, če ozemljitveni sistem izpolnjuje zahteve glede napetosti dotika.

### ***Ozemljitveni vodniki***

Ker so ozemljila v neposrednem stiku z zemljo, morajo biti izdelana iz materialov, odpornih proti koroziji (kemično ali biološko delovanje, oksidacija, tvorba galvanskega člana, elektroliza itd.). Med montažo in nato med normalnim obratovanjem morajo vzdržati mehanske obremenitve. Sprejemljiva je uporaba jekla v betonskih temeljih in jeklenih palic ali drugih temeljnih ozemljil kot dela ozemljitvenega sistema. Mehanska trdnost in korozijska obstojnost določata najmanjše mere ozemljil, kot so podane v tabeli 11 (tehnična smernica TSG-N-003:2013 "Zaščita pred delovanjem strele"), skladno s SIST EN 62305-3: 2011.

Za izvedbo ozemljitvenih vodnikov so glede na mehansko trdnost in korozijsko odpornost v splošnem določeni naslednji najmanjši prerezi vodnikov:

- goli bakreni vodnik 25 mm<sup>2</sup>,
- vroče cinkan jeklen trak 90 mm<sup>2</sup> (minimalna debelina 3 mm).

Ozemljitveni sistem RTP 110/20 kV Škofja Loka mora biti izveden tako, da lahko prenese tako situacije z ozemljeno kot z neozemljeno 110 kV nevtralno točko na obravnavani lokaciji. Za namen dimenzioniranja elementov ozemljitvenega sistema RTP 110/20 kV Škofja Loka je potrebno opraviti kratkostično neugodnejše situacije, ki praviloma nastopijo pri stanjih, ko je v postroju prisoten TR z ozemljeno nevtralno točko.

Tok, ki ga je potrebno upoštevati za ozemljitvene vodnike in ozemljila pri RTP z ozemljeno nevtralno točko nam predstavlja Maksimalni tok enofaznega kratkega stika  $I_{k1}''$ .

V ozemljitvenem sistemu se tok na mestu okvare često razdeli, zato je dopustno, da se vsako ozemljilo in ozemljitveni vodnik dimenzionirata le za del toka na mestu okvare.

Končne temperature, ki jih je treba upoštevati pri projektiranju povzamemo po SIST EN 50522; dodatek D, so izbrane tako, da se prepreči zmanjšanje trdnosti materiala, kakor tudi poškodovanje materialov v okolici, npr. betona ali izolacijskih materialov. Za toke okvare, ki so prekinjeni v času, krajšem od 5 s, se prerez ozemljitvenega vodnika ali ozemljila izračuna iz naslednje formule:

$$A = \frac{I_{k1}''}{K} \cdot \sqrt{\frac{t_f}{\ln\left(\frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}\right)}}$$

pri čemer je:

$A$  = prerez ( $mm^2$ )

$I_{k1}''$  = maksimalni tok enofaznega kratkega stika (12,7 kA)

$t_f$  = čas trajanja okvare (0,5 s)

$K$  = konstanta, odvisna od materiala, ki prevaja tok (baker =  $226 A\sqrt{S}/mm^2$ ,  
jeklo =  $78 A\sqrt{S}/mm^2$ )

$\beta$  = obratna vrednost temperaturnega koeficienta upornosti komponente, skozi katero teče tok, pri 0 °C (baker = 234,5 °C, jeklo = 202 °C)

$\Theta_i$  = začetna temperatura v °C. (prevzame se 20 °C kot temperaturo obdajajoče zemlje v globini 1 m)

$\Theta_f$  = končna temperatura v °C. (prevzame se 300 °C)

$$A_{Cu\ min} = 46,13\ mm^2$$

$$A_{Fe\ min} = 127,46\ mm^2$$

#### **4. Izvedba ozemljitev**

S primerno razporeditvijo ozemljil dosežemo zmanjšanje napetosti dotika in napetosti korake ter razpršitev toka strele v zemljo, s čimer se zmanjšujejo prenapetosti. S stališča zaščite elektroenergetskih in telekomunikacijskih naprav, je enoten in združen ozemljitveni sistem vseh povezanih ozemljil na objektih najprimernejši. Za ozemljila se lahko uporabijo posebej v ta namen v zemljo položeni vodniki v obliki:

- vodoravno položenih žic in trakov (tračna ozemljila),
- navpičnih cevi ali profilov (palična ozemljila),
- navpičnih plošč (ploščna ozemljila),
- kovinske konstrukcije in mreže ter cevi v zemlji.

#### ***Ozemljitveni vodniki***

Za izvedbo ozemljitvenega sistema novega objekta izberemo tračna ozemljila. Ozemljitveni sistem bo delno izveden z ozemljitvenim trakom, Fe-ZN valjancem dimenzij 40x 5 mm (temeljno ozemljilo) ter z bakrenim vodnikom E-Cu vrv 95 mm<sup>2</sup>, (osnovna ozemljitvena



mreža, potenciali obroči, povezave na obstoječe ozemljitve, povezave na odvode strelovodne zaščite,...).

### ***Temeljno ozemljilo***

Temeljno ozemljilo je ozemljilo položeno v betonske dele konstrukcije objektov (temeljno ploščo, ploščo nad kletjo, AB stene objekta GIS stikališča, temelje ter AB požarne stene TR boksov in pasovne temelje objekta KN) ter je povezano z zunanjim ozemljitvenim sistemom in notranjim sistemom za izenačitev potenciala.

Temeljno ozemljilo bo izvedeno z ozemljitvenim trakom, Fe-ZN valjancem dimenzij 40x 5 mm. Ozemljilo bo v obliki mreže položeno v temeljno ploščo objekta 110 kV stikališča pod obodnimi stenami ter pod predelno steno med kabelskim prostorom ter kabelskim hodnikom. Temeljno ozemljilo bo na več mestih v AB stenah z vertikalami povezano na ozemljitveno mrežo v AB plošči nad kletjo. Na nivoju AB plošče bo temeljno ozemljilo povezano s temeljnim ozemljilom v temeljih transformatorjev, v požarnih stenah med TR boksi so izvedene vertikale do kovinskega ostrešja nad TR boksi. Iz AB plošče so izvedeni 4 obroči ozemljila v AB stenah ter AB strešnih poševninah, do slemena objekta.

V temelju objekta KN bo temeljno ozemljilo izvedeno z ozemljitvenim trakom, Fe-ZN valjancem dimenzij 40x 5 mm, položenim v obliki mreže, v vseh pasovnih temeljih objekta.

Geometrija in detajli izvedbe temeljnega ozemljila so razvidni iz priloženih risb in načrtov.

Ozemljitveni valjanec temeljnega ozemljila se polaga tako da trak stoji pokonci in je zalit z betonom, obdan vsaj z 10 cm betona. Vsi spoji bodo izvedeni z varjenjem oziroma vijačenjem, pri čemer je minimalna dimenzija vijaka M10. Varjeni spoji so ustrezno zaščiteni proti koroziji. Za spoj valjanca z Cu vrvjo so uporabljene za to namenjene križne sponke. V primeru zavoja temeljnega ozemljila mora biti radij zavoja večji od 20 cm. Vidni deli temeljnega ozemljila morajo biti zaščiteni pred mehanskimi poškodbami in zaščiteni pred korozijo.

Temeljno ozemljilo je povezano na jekleno gradbeno armaturo objekta na vsakem 1,0 m. Jeklena gradbena armatura mora biti dobro medsebojno povezana, varjena na vsaj 40 % spojev. Varjenje mora biti izvedeno pozorno, da ne pride do pregrevanja same armature in s tem do slabljenja nosilnosti.

### ***Potencialni ozemljitveni obroči***

Okoli nove stavbe RTP+KN stikališča ter stavbe obstoječega 20 kV stikališča bosta položena dva ozemljitvena obroča za oblikovanje potenciala in posledično zmanjševanje napetosti dotika in napetosti koraka.

Obroča bosta izvedena s s položitvijo ozemljila (E-Cu vrvi 95 mm<sup>2</sup>). Notranji obroč, bo položen na oddaljenosti 1 m od sten objekta, na globino 20 cm. 1 m od notranjega bo položen zunanji potencialni obroč. Zunanji obroč bo položen na globino 50 cm. Za znižanje prehodne upornosti bo vrv obložena z zasipnim materialom z nizko specifično upornostjo. Zunanji obroč na južnem in vzhodnem delu stavbe 20 kV stikališča povežemo z vsemi obstoječimi ozemljitvami ob obstoječi 20 kV kabelski mreži.

Obroča na vogalih in na sredinah daljših stranic povežemo med seboj. Spoji bakrene vrvi

v zemlji se izvedejo s posebnimi vročimi (Cadweld) spoji.

Zunanji obroč na vseh križanjih povežemo z osnovno ozemljitveno mrežo.

Za oblikovanje potenciala in posledično zmanjševanje napetosti dotika in napetosti koraka na zunanji meji območja RTP+KN položimo potencialni ozemljitveni obroč na razdalji 1 m znotraj ograje območja ter drugi obroč na razdalji 1 m zunaj ograje območja (globina polaganja obročev je 60 cm). Obroča povežemo med seboj na vsakem drugem stebričku ograje (cca. na razdalji 5 m), z izpustom iz povezave za ozemljitev ograje. Lokacije povezav se uskladijo z razporeditvijo stebričkov ograje, delno se lahko uporabijo obstoječi izpusti ozemljitve na ograji.

Notranji obroč ob ograji, na vseh križanjih povežemo z osnovno ozemljitveno mrežo, zunanji obroč povežemo na vse obstoječe zunanje ozemljitve.

### ***Osnovna ozemljitvena mreža***

Osnovna ozemljitev objekta RTP bo izvedena s položitvijo ozemljila (E-Cu vrvi 95 mm<sup>2</sup>) v obliki ozemljitvene mreže preko celotnega platoja RTP ter pod objektom. Raster polaganja vrvi znaša cca. 4,55x 4,55 m, raster polaganja pod objektom pa 4,2x 4,2 m, z delnimi odstopanji zaradi oblike in velikosti objekta ter velikosti platoja. Bakrena vrv bo položena v jarek globine 0,6 m. Za znižanje prehodne upornosti bo vrv obložena z zasipnim materialom z nizko specifično upornostjo.

Spoji bakrene vrvi v zemlji se izvedejo s posebnimi vročimi (Cadweld) spoji.

Osnovna ozemljitev platoja bo povezana na obstoječ ozemljitven sistem na vseh stikih z obstoječim sistemom (proti objektu 20 kV stikališča ter proti zunanji ograji stikališča. Ob izkopu se vse ozemljitvene vodnike priključi na nov ozemljilni sistem. Vrsto in izvedbo spoja se prilagodi tipu materiala obstoječega ozemljila.

Oblika ozemljilne mreže je razvidna iz risbe 7E3.1 »Grafični prikaz ozemljitvenega sistema«, ki je sestavni del tega načrta.

### ***Spoji zunanje ozemljitvene mreže s temeljnim ozemljilom objekta – uvod zunanje ozemljitve v objekt***

Temeljno ozemljilo na vseh križanjih vertikalno povežemo na osnovno ozemljitveno mrežo pod objektom. Povezave izvedemo z E-Cu vrvjo 95 mm<sup>2</sup>. Spoje bakrene vrvi na vrv osnovne ozemljitvene mreže izvedemo s posebnimi vročimi (Cadweld) spoji. Vrv povezave spojimo z ustreznimi križnimi sponkami valjanec/vodnik.

Iz temeljnega ozemljila v betonski steni kletne etaže objekta položimo vertikalne krake ozemljitvenega valjanca Fe-Zn 40x 5 mm, do vstopnih točk zunanje ozemljitvene mreže v betonsko konstrukcijo objekta.

Zunanjo ozemljitev z vodotesnimi prehodnimi uvodnicami tipa HEA-PK-M16/300, Haufftechnik, vgrajenimi v betonske stene kletne etaže objekta uvedemo v notranjost objekta. Prehodne uvodnice v AB steni s križno sponko na uvodnici povežemo s temeljnim ozemljilom objekta oz. armaturo betonske konstrukcije objekta.

Ozemljitveno bakreno vrv na zunanji strani objekta na uvodnico priključimo s priključno sponko tip Z-KG-D-M16, Haufftechnik.

S tem zagotovimo povezavo zunanje ozemljitve s temeljnim ozemljilom in armaturo betonske konstrukcije objekta.

### ***Spoji ozemljitve na odvode strelovodne zaščite***

Strelovodna zaščita celotnega objekta RTP+KN bo izvedena z desetimi odvodi strelovoda na ozemljitveni sistem. Odvodi bodo izvedeni na vogalih objekta ter na sredinah daljših stranic objekta.

Povezave med merilnimi spoji (križna Rf sponka 70x 70 mm) strelovodne zaščite in 1. ozemljitvenim obročem bodo izvedene z bakreno vrvjo E-Cu vrvjo 95 mm<sup>2</sup>. Odvode na 1. obroč spojimo s posebnimi vročimi (Cadweld) spoji.

### ***Ozemljitve znotraj objekta 110 kV GIS stikališča***

Za ozemljevanje opreme v objektu 110 kV stikališča se na betonske stene v kletni etaži objekta (v kabelskem prostoru) namesti ozemljitveni obroč - Cu zbiralka za izenačitev potenciala, dimenzij 40x 5 mm. Zbiralko ozemljitvenega obroča se montira na višino 170 cm, Na zahodni steni se obroč sklene z zbiralko montirano na strop. Na vzhodni steni, pod omarami z opremo za zaščito in vodenje ter lastno rabo se montira dodatna ozemljitvena Cu zbiralka 40x 5 mm, na višini 239 cm. Obroč povežemo z ozemljitveno mrežo (Cu zbiralka 40x 5 mm), montirano na strop kletnega kabelskega prostora. Raster mreže na stropu je cca. 2,9x 2,5 m. Zbiralke namestimo v kovinske nosilce, s sidrnimi vijaki pritrjene na steno objekta.

Notranji ozemljitveni obroč se na združeno ozemljitev objekta priključi preko ozemljitvenih uvodnic, vgrajenih v AB stene objekta s priključno sponko tip Z-KG-M16-V4A, Haufftechnik. V vse štiri podporne stebre kabelskega prostora se vgradijo ozemljitvene uvodnice tip HEA-PK-M16/400, v stebru povezane na vertikale temeljnega ozemljila, v prostoru pa s sponko tip Z-KG-M16-V4A ter Cu zbiralnico 40x 5 mm na stropno ozemljitveno mrežo.

Z bakreno vrvjo preseka 25 mm<sup>2</sup>, se na združeno ozemljitev objekta povežejo:

- jeklene pločevine za prekrivanje odprtín v tleh,
- kabelske police,
- nosilci kabelske vezi,
- kovinski podboji vrat,
- vrata, okna,
- odtočni žlebovi,
- kovinske ograje ter fiksne lestve,
- ostali manjši kovinski deli v objektu.

Vsi kovinski deli se povežejo na najbližjo zbiralko, obroč za izenačitev potenciala ali na najbližjo ozemljitveno uvodnico. Spoj bakrenih vrvi na Cu ozemljitveno zbiralko izvedemo z odcepnimi tunnelskimi sponkami ustreznega preseka glede na presek posamezne bakrene vrvi.

Spoj bakrenih vrvi na ozemljitveno uvodnico izvedemo s ustreznimi Cu kabelskimi čevlji in vijaki tip Z-B-M16-V4A. S tem zagotovimo povezavo ozemljitve opreme z zunanjim ozemljilom in armaturo objekta.

Vsi priključki ozemljitve opreme v RTP se izvedejo z dvema pocinkanima vijakoma M10.

Vsa vgrajena oprema v RTP se ozemlji na vseh, za to predvidenih ozemljitvenih priključkih.

Vse stike, kjer se zahteva zanesljiva prevodnost, je potrebno izvesti na sledeč način:

- pri pocinkani izvedbi se uporabijo vzmetne podložke,
- pri obarvanih izvedbah se uporabijo zobate podložke.

### ***Ozemljitve v prostorih za namestitve energetskih transformatorjev***

Za ozemljevanje opreme, nameščene v posameznem TR boks, vključno z ozemljevanjem nevtralne točke transformatorja na VN strani, se v posameznem TR boks na betonske stene namestita dva ozemljitvena obroča - Cu zbiralka za izenačitev potenciala, dimenzij 40x 5 mm. Zbiralko spodnjega ozemljitvenega obroča se montira na višino 40 cm, zbiralko zgornjega obroča pa na višino 420 cm nad vrhom temelja za postavitev TR. Obroča med seboj povežemo s petimi vertikalami (Cu zbiralka 40x 5 mm). Zbiralke namestimo v kovinske nosilce, s sidrnimi vijaki pritrjene na steno objekta. Vsak sistem obročev preko ozemljitvenih uvodnic povežemo na temeljno ozemljilo ter nadalje na osnovno ozemljitveno mrežo objekta.

Za ozemljitev ohišij energetskih transformatorjev na vsakem od pasovnih temeljev izvedemo direktni izpust iz temeljnega ozemljila (pocinkan valjanec Fe-Zn 40x 5 mm).

### ***Ozemljitve v prostorih za namestitve opreme ozemljevanja nevtralne točke na sekundarni (20 kV) strani TR***

Za potrebe ozemljevanja opreme (upor, dušilka) za ozemljevanje nevtralne točke na sekundarni strani energetskih transformatorjev se fazi izvedbe gradbenih del pripravita po dve ozemljitveni uvodnici v vsak prostor, namenjen namestitvi predvidene opreme (južni del požarnega hodnika za TR1 ter podest na severnem delu požarnega hodnika za TR2).

Ozemljitvene uvodnice se povežejo na temeljno ozemljilo ter nadalje na osnovno ozemljitveno mrežo objekta.

### ***Meritve ozemljitvenega sistema***

Po izvedbi ozemljitvenega sistema se izdelata situacijski načrt ozemljitvenega omrežja, v katerega so vneseni vsi podatki o materialu, položaju ozemljil, njihovih razcepnih točkah ter globini vkopavanja.

Pred prevzemom ozemljitvenega sistema mora biti izdelano poročilo (SI: protokol), ki dokazuje, da so bile upoštevane vse zahteve PZI projektne dokumentacije ter, da je ozemljitveni sistem izveden skladno s standardom SIST EN 50522.

Zasnova in vgradnja ozemljitvenega sistema morata omogočati periodično izvajanje meritev ali sledenje glavnim spremembam, ki prizadevajo osnovne zahteve, ali celo preskuse neprekinjenosti.

Meritve se morajo izvesti po dograditvi, kjer je potrebno, za preveritev skladnosti s projektiranimi podatki. Meritve naj vključujejo impedanco ozemljitvenega sistema,

pričakovane napetosti dotika in koraka na ustreznih mestih in preneseni potencial, če je to primerno. Ko se merita napetost dotika in koraka pod preskušanimi pogoji, npr. preskus z vsiljenim tokom, sta možni dve izbiri. Ali se merijo pričakovane napetosti dotika in koraka z uporabo visokoimpedančnega voltmetra ali pa se meri efektivna vrednost napetosti dotika in koraka s ustrezno upornostjo, ki predstavlja upornost človeškega telesa.

O stanju ozemljitvene naprave je potrebno voditi stalno evidenco, skladno s trenutno veljavno regulativo!

## IV.) STRELOVODNA ZAŠČITA

### 1. Zaščita pred delovanjem strele

Strelovodna inštalacija in prenapetostna zaščita električnih inštalacij in električne opreme v novi stavbi razdelilne transformatorske postaje (RTP) ter na stavbi krajevnega nadzorništva (KN) morata biti izvedeni skladno z veljavnimi predpisi in standardi.

Sistem zaščite pred strelo (LPS) je medsebojno povezan sistem s katerim se zmanjšuje verjetnost škodnega nastanka zaradi udara strele. Sestavljen je iz zunanjega in notranjega LPS.

Notranji LPS – del LPS znotraj objekta, ki ga tvorijo izenačitve potencialov (onemogočanje visoke napetosti dotika in koraka) in usklajene ločilna razdalje med deli strelovodne inštalacije med seboj in med deli objekta (onemogočanje pojava iskrenja znotraj objekta).

Zunanji LPS – del LPS zunaj objekta, ki ga tvorijo lovilci, odvodi in sistem ozemljil.

Lovilni sistem – del zunanjega LPS, ki ga sestavljajo kovinske palice ali mreža vodnikov, katerih namen je prestrežanje strele.

Odvodni sistem – del zunanjega LPS, ki ga sestavljajo povezave med lovilnim in ozemljilnim sistemom, katerih namen je odvajanje električnega toka strele do sistema ozemljil.

Ozemljilni sistem – del zunanjega LPS, ki ga sestavlja eno ali več medsebojno povezanih ozemljil (kombinacije trakov, palic, itd), katerih namen je električni tok strele speljati v zemljo.

Glede na vrednotenje rizika in določen sprejemljiv rizik se za izbrano učinkovitost določi zaščitni nivo zaščite pred strelo in sicer:

- za učinkovitost 0,98 zaščitni nivo I,
- za učinkovitost 0,95 zaščitni nivo II,
- za učinkovitost 0,90 zaščitni nivo III,
- za učinkovitost 0,80 zaščitni nivo IV.

Glede na izbrani zaščitni nivo so izbrane štiri kategorije (I - IV) izvedb LPS, kot je prikazano v tabeli:

Zaščitni nivo	Vrsta LPS
I	I
II	II
III	III
IV	IV

Kategorije LPS se med seboj razlikujejo po:

- parametrov toka strele,
- polmer končne prebojne razdalje, velikosti lovilne zanke in zaščitnem kotu,

- značilnih razdaljah med odvodi in krožnem ozemljilnem obroču,
- ločilnih razdaljah med posameznimi deli, med katerimi lahko nastane preboj,
- minimalni dolžini ozemljilnih elektrod.

Odnos med maksimalnimi parametri toka strele in zaščitni nivoji so zbrani v naslednji tabeli:

Parameter toka strele	Zaščitni nivo (LPL)		
	I	II	III-IV
Temenska vrednost toka $I(kA)$	200	150	100
Celotni naboj celotni $Q (C)$	300	225	150
Udarni naboj $Q_{udar} (C)$	100	75	50
Specifična energija $W/R (M/\Omega) MJ/\Omega$	10	5,6	2,5
Povprečna strmina $di/dt_{30/90\%}(kA/\mu s)$	200	150	100

Škodljivi učinki, ki jih povzroča inducirana napetost, so odvisni od strmine toka strele. Za namene načrtovanja se uporablja povprečna strmina med 30 % in 90 % temenske vrednosti toka strele.

Kategorija LPS se izbere na temelju vrednotenja rizika po standardu SIST EN 62305-2.

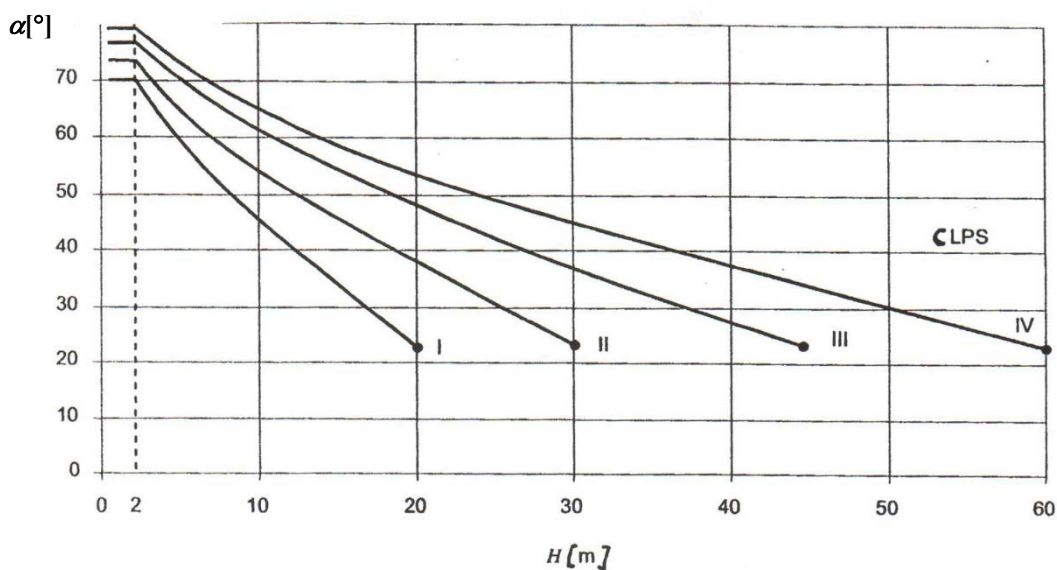
Kategorija LPS za obravnavan objekt, to je razdelilno transformatorsko postajo napetostnega nivoja 110/20 kV, združeno s stavbo krajevnega nadzorništva (poslovni del objekta s pomožnimi prostora) je II. oziroma II. zaščitni nivo.

Za vzpostavitev lovilne mreže se uporabljajo:

- metoda zaščitnega kota (protection angle method),
- metoda kotaleče krogle (rolling sphere method),
- metoda mreže (mesh method).

Vse tri metode se v medsebojni kombinaciji prilagajajo geometrijskim danostim objektov, ki jih ščitijo. Prikazane so v naslednji tabeli in sliki.

Vrsta LPS	Zaščitna metoda		
	Polmer kotaleče krogle $r$ [m]	Velikost mrežne zanke $W$ [m]	Zaščitni kot $\alpha$ [°]
I	20	5 x 5	Slika spodaj!
II	30	10 x 10	
III	45	15 x 15	
IV	60	20 x 20	



Opomba 1: Način ni uporaben pri višinah preko označb •. V takem primeru je zaradi možnosti stranskih udarov potrebno uporabiti metodo kotaleče krogle in metodo lovilne mreže.

Opomba 2:  $H$  je višina namestitve posameznega lovilca nad prostorom, ki se ščiti.

Opomba 3: Zaščitni kot se ne spreminja za  $H$  pod 2 m.

Za osnovno izenačitev potencialov v objektu je montirana glavna ozemljitvena zbiralnica GIP. Nanjo mora biti povezano naslednje:

- glavni zaščitni vodnik PE,
- glavni ozemljitveni vodnik,
- glavni vodnik za izenačevanje potenciala, ki povezuje ozemljene dele vgrajene opreme in vse kovinske elemente objekta,
- strelovodne inštalacije.

Glavni ozemljitveni vod povezuje glavno ozemljitveno zbiralnico z ozemljilom objekta (temeljno ozemljilo, krožno ozemljilo), ki služi kot skupna zaščitna, obratovalna in strelovodna ozemljitev.



## 2. Izračun strelovodne zaščite

Zaščitna cona strelovodne inštalacije je preverjena po metodi kotaleče krogle, po metodi zaščitnega kota in po metodi mreže. Vse tri metode se v medsebojni kombinaciji prilagajajo geometrijskim danostim objekta, ki ga ščitimo.

Glavni pokazatelj nivoja ogroženosti pred atmosferskimi razelektritvami je gostota strel. Gostota strel predstavlja dolgoletno povprečno število atmosferskih razelektritev na nekem geografskem področju in se podaja s številom strel na km kvadrat na leto [strele/km<sup>2</sup>/leto].

Največja gostota strel na leto je odvisna od lokacije objekta. Podatek o vrednosti gostote strel na lokaciji RTP Škofja Loka je določen s programom SKAT, ki ga je izdelal Elektroinštitut Milan Vidmar in s pomočjo Slovenskega centra za avtomatsko lokalizacijo atmosferskih razelektritev – SCALAR, za obdobje 1998 – 2019 določi vrednost gostote strel ( $N_G$ ) na željeni lokaciji.

Vrednost gostote strel na lokaciji RTP Škofja Loka znaša 1,28 n/km<sup>2</sup>/leto (poročilo izračuna je v prilogi tega načrta).

*Kontrola izračuna s pomočjo vdorne globine kotaleče krogle*

Ob upoštevanju namembnosti objekta in lokacije objekta, izberemo standardni, to je II. nivo zaščite. Pri tem nivoju zaščite znaša polmer kotaleče krogle  $r = 30$  m.

Vdorna globina znaša:

$$p = r - \sqrt{r^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

pri čemer je:

$r$  – polmer kotaleče krogle (30 m)

$p$  – vdorna globina

$d$  – razdalja med lovilnimi palicami

Za izvedbo lovilnega sistema strelovodne inštalacije objekta izberemo lovilne palice Al  $\Phi 10$  mm, višine  $h = 0,7$  m.

Vdorna globina na posameznih delih objekta znaša:

- sleme objekta 110 kV stikališča:
  - višina objekta  $h = 9,67$  m
  - razdalja med lovilnimi palicami  $d = 9,28$  m
  - vdorna globina  $p = 0,36$  m (**0,7 m > 0,36 m**)
- sleme strehe nad prostori z energetskimi transformatorji:
  - višina objekta  $h = 9,61$  m
  - razdalja med lovilnimi palicami  $d = 9,10$  m
  - vdorna globina  $p = 0,35$  m (**0,7 m > 0,35 m**)

- sleme objekta KN:
  - višina objekta  $h = 8,15$  m
  - razdalja med lovilnimi palicami  $d = 10,55$  m
  - vdorna globina  $p = 0,47$  m (**0,7 m > 0,47 m**)

#### *Kontrola izračuna s pomočjo zaščitnega kota*

Zaščitni kot, ob upoštevanju skupne višine objekta in lovilne palice, za II. zaščitni razred, za posamezne dele objekta odčitamo iz grafa  $\alpha(h)$ .

Celotno zaščiteno področje, gledano s tal na posameznih delih objekta izračunamo po enačbi:

$$X = 2 \cdot \tan(\alpha) \cdot h$$

pri čemer je:

$h$  – višina objekta, vključno z višino lovilne palice

$\alpha$  – zaščitni kot

$X$  – zaščiteno področje, gledano s tal

- sleme objekta 110 kV stikališča:
  - skupna višina objekta (9,67 m) in lovilne palice (0,7 m) znaša  $h = 10,37$  m
  - zaščitni kot  $\alpha = 53^\circ$  (graf  $\alpha(h)$ )
  - zaščiteno področje gledano s tal  $X = 27,5$  m
- sleme strehe nad prostori z energetskimi transformatorji:
  - skupna višina objekta (9,61 m) in lovilne palice (0,7 m) znaša  $h = 10,31$  m
  - zaščitni kot  $\alpha = 53^\circ$  (graf  $\alpha(h)$ )
  - zaščiteno področje gledano s tal  $X = 27,4$  m
- sleme objekta KN:
  - skupna višina objekta (8,15 m) in lovilne palice (0,7 m) znaša  $h = 8,85$  m
  - zaščitni kot  $\alpha = 57^\circ$  (graf  $\alpha(h)$ )
  - zaščiteno področje gledano s tal  $X = 27,3$  m

#### *Najmanjše razdalje med odvodi in kovinskimi deli*

Pri polaganju strelovodne zaščite je potrebno paziti na ločilno razdaljo med kovinskimi deli v (na) objektu in sistemom LPS. Ločilna razdalja mora biti večja kot varnostna razdalja s in sicer:

$$s = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l$$

kjer je:	$k_i$	odvisen od izbrane vrste LPS (glej tabelo)
	$k_c$	odvisen od toka strele, ki teče po odvodu (glej tabelo)
	$k_m$	odvisen od električnega izolacijskega material (glej tabelo)
	$l$	dolžina vodnika LPS na katerem je ločilno razdaljo treba vzpostaviti do najbližje točke izenačitve potencialov

Izolacija zunanjega LPS – vrednost koeficienta  $k_i$

Vrsta LPS	$k_i$
I	0,08
II	0,06
III in IV	0,04

Izolacija zunanjega LPS – vrednost koeficienta  $k_c$

Število odvodov $n$	$k_c$ (več glej v SIST EN 62305-3)
1	1
2	1...0,5
4 ali več	1...1/ $n$

Izolacija zunanjega LPS – vrednost koeficienta  $k_m$

Material	$k_m$
Zrak	1
Beton, opeka	0,5

Varnostna razdalja na slemenu objekta 110 kV stikališča znaša:

$$s = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l = 0,06 \cdot \frac{0,2}{1} \cdot 15 = 0,18 \text{ m}$$

Varnostna razdalja na slemenu strehe nad prostori z energetskimi transformatorji:

$$s = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l = 0,06 \cdot \frac{0,2}{1} \cdot 12 = 0,15 \text{ m}$$

Varnostna razdalja na slemenu objekta KN znaša:

$$s = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l = 0,06 \cdot \frac{0,25}{1} \cdot 13 = 0,20 \text{ m}$$

Varnostna razdalja od zunanje enote klimata 110 kV stikališča znaša:

$$s = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l = 0,06 \cdot \frac{0,33}{1} \cdot 14 = 0,28 \text{ m}$$

Varnostna razdalja od zunanje enote klimata KN znaša:

$$s = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l = 0,06 \cdot \frac{0,33}{1} \cdot 11 = 0,22 \text{ m}$$

### **3. Izvedba strelovodne inštalacije**

Strelovod je namenjen prestrezanju, odvajanju in porazdelitvi toka strele v zemljo. Pri tem se na ščitnem objektu ne smejo pojaviti škode. Glavni deli strelovodnega sistema so:

- lovilni sistem,
- odvodni sistem,
- ozemljilni sistem.

Naloga lovilnega sistema je prestreči neposreden udar strele v objekt. Tok strele nato steče po lovilni inštalaciji do odvodnega sistema, katerega naloga je prevesti ta tok do ozemljilnega sistema. Ozemljilni sistem omogoči toku strele razdelitev v zemlji. Pri tem je pomembna oblika ozemljila. Ob pravilni obliki ozemljila se na površini ne pojavijo prevelike spremembe potenciala, ki bi bile nevarne za človeka.

#### *Izvedba lovilnega sistema*

Izvedba lovilne mreže objekta 110 kV stikališča s transformatorskimi prostori je narejena po sistemu štirih linij, ene na slemenu stavbe 110 kV stikališča, ene na slemenu strehe nad transformatorskimi prostori ter dveh na kapeh strehe stavbe 110 kV stikališča. Linije na slemenih in vzhodnem delu strehe so kombinirane s po tremi lovilnimi palicami Al  $\Phi 10$  mm, dolžine 0,7 m na koncih in sredini vsake od linij.

Izvedba lovilne mreže objekta KN je narejena po sistemu treh linij, ene na slemenu ter dveh na kapeh strehe stavbe KN. Linije so kombinirane s po dvema lovilnima palicama Al  $\Phi 10$  mm, dolžine 0,7 m na koncih vsake od linij.

Referenčna ravnina se vzame na višini slemena posameznega dela objekta. V primerih, kjer je streha zgrajena iz negorljivega materiala, se lahko prevodnike lovilne mreže polaga na samo površino negorljive strešne kritine. Glede na kritino, ki predvideva negorljivo kritino z negorljivim ostrešjem se lahko linija polaga na min. oddaljenosti 0,12 m od strehe. Za lovilno mrežo naj bo uporabljen okrogli Al vod  $\Phi 8$  mm, na strešnih nosilcih HERMI.

#### *Izvedba odvodov*

Strelovodni odvodi odvajajo tok strele od točke udara do zemlje. Omogočajo:

- več paralelnih tokovnih poti,
- dolžina paralelnih poti naj bo minimalna, če je mogoče navpična, brez sprememb smeri,
- izenačitev potencialov s prevodnimi deli objekta.

Razdalje med posameznimi navpičnimi odvodi in med posameznimi horizontalnimi krožnimi povezavami so prikazane v spodnji tabeli.

Vrste LPS	Razdalje med odvodi [m]
I	10
II	10
III	15
IV	20

Glede na izbrani II. zaščitni nivo je potrebno izvesti odvod iz lovilne mreže na vsakih 10 m, kar pomeni, da so na vsakem delu stavbe 110 kV stikališča izpeljani 3 odvodi in sicer na začetku na koncu in v sredini stavbe, na vsakem delu stavbe KN pa sta izpeljana po dva odvoda. Odvodi naj bodo izvedeni z okroglimi Al vodi preseka 8 mm, ki so zaradi estetskega videza stavbe lahko montirani kar na odtočne žlebove z ustreznimi nosilci HERMI (kjer linije odvodov in žlebov sovpadajo), sicer pa so odvodni vodniki pritrjeni na steno objekta z zidnimi nosilci HERMI. Število in izvedba odvodov je prilagojena geometrijskim značilnostim celotnega objekta. Na nove odvode se povežejo tudi obstoječi odvodi stavbe 20 kV stikališča.

Odvodi naj imajo na prehodih na ozemljilni sistem merilni spoj, katerega je mogoče v namene meritev galvansko ločiti. Ob uporabi naravnih kovinskih mas in armature, kot navadnih odvodov, v kombinaciji z drugimi odvodi je prav tako potrebno izdelati v merilne namene merilno točko, ki se zaradi večkratne paralelne povezanosti ne ločuje. Ločilno merilno mesto se v takih primerih izvede tam, kjer je odvod mogoče ločiti.

Vodniki, ki se medsebojno povezujejo in spojke morajo biti, če je le mogoče iz enakega materiala. Primernost povezave morebitnih različnih materialov, glede na elektrokemični potencial, je prikazana v spodnji tabeli.

	baker	vroče cinkano jeklo	nerjavno jeklo	aluminij
baker	da	ne	da	ne
vroče cinkano jeklo	ne	da	da	da
nerjavno jeklo	da	da	da	da
aluminij	ne	da	da	da

Pri spajanju nezdržljivih materialov po zgornji tabeli, je potrebno uporabiti ustrezen vložek iz nevtralnega materiala, debel vsaj 2 mm.

Pregled strelovodne napeljave se vrši po končani montaži strelovodne naprave, po vsakem udaru strele v napeljavo ali objekt, v rednih periodičnih presledkih (za II. zaščitni nivo vsake 2 leti).

#### *Izvedba ozemljilnega sistema*

Odvode strelovodne inštalacije s kraki ozemljitvene vrvi E-Cu 95 mm<sup>2</sup> povežemo na združeno ozemljitev objekta, opisano v poglavju III. tega načrta.

## V.) POPIS MATERIALA, ELEKTROMONTAŽNIH IN GRADBENIH DEL S PROJEKTANSKO OCENO STROŠKOV

<i>1. Elektromontažna dela in material</i>		enota	količina	cena	vrednost
1.1	Dobava ozemljitvenega vodnika, E-Cu vrvi 95 mm <sup>2</sup> za izvedbo osnovne ozemljitvene mreže in potencialnih obročev objekta	m	2739		
1.2	Dobava ozemljitvenega traku, pocinkan valjanec Fe-Zn 40x 5 mm, za izvedbo temeljnega ozemljila objekta	m	645		
1.3	Dobava ustreznega spojnega materiala, za izvedbo temeljnega ozemljila objekta:				
	- križna sponka 70x 70 mm, valjanec/valjanec (Rf)	kos	105		
	- križna sponka 70x 70 mm valjanec/vodnik (Rf)	kos	48		
		kos	1		
1.4	Dobava ustreznega materiala za vodotesno uvedbo ozemljitvenih vodnikov zunanje ozemljitve v objekt, s priključnim materialom, sistem Haufftechnik:				
	- ozemljitvena uvodnica HEA-PK-M16/300,	kos	23		
	- ozemljitvena uvodnica HEA-PK-M16/400,	kos	4		
	- križna sponka za priklop ozemljitvene vrvi na uvodnico, priključek ozemljitve, tip Z-KG-D-M16, zunaj objekta	kos	5		
	- križna sponka za priklop ozemljitvene zbiralke na uvodnico, priključek ozemljitve, tip Z-KG-M16-V4A, znotraj objekta	kos	27		
	- ozemljitveni priključek za kabelski čevelj na uvodnico tip Z-B-M16-V4A	kos	10		
		kos	1		
1.5	Dobava ustreznega spojnega materiala, za izvedbo osnovne ozemljitvene mreže ter potencialnih obročev objekta:				
	- Cadweld "TA" spoj za Cu vrv 95 mm <sup>2</sup>	kos	255		
	- Cadweld "XB" spoj za Cu vrv 95 mm <sup>2</sup>	kos	210		
	- Cadweld "SS" spoj za Cu vrv 95 mm <sup>2</sup>	kos	45		
	- križna sponka 70x 70 mm valjanec/vodnik (Rf)	kos	10		

	- ostali drobni material	kompl.	1
		kompl.	1
1.6	Izvedba temeljnega ozemljila objekta RTP+KN, kompletno s polaganjem in spajanjem vodnikov	kompl.	1
1.7	Izvedba osnovne ozemljitvene mreže pod objektom RTP+KN, kompletno s polaganjem in spajanjem vodnikov, izvedba izpustov na temeljno ozemljilo ter ozemljitvene obroče	kompl.	1
1.8	Izvedba potencialnih obročev okrog objekta RTP+KN, kompletno s polaganjem in spajanjem vodnikov	kompl.	1
1.9	Izvedba zunanje ozemljitvene mreže znotraj ograje RTP+KN, izvedba zunanjega obroča 1 m zunaj ograje, kompletno s polaganjem in spajanjem vodnikov, izvedba izpustov ter povezav na ograjo, zunanje kovinske konstrukcije, omarice,... Povezave novega zunanjega ozemljitvenega sistema na obstoječe ozemljitve.	kompl.	1
1.10	Ozemljevanje kovinskih delov (ograj, rešetk, pokrovov, podbojev,...) zunaj in znotraj objekta, kompletno s potrebnim materialom	kompl.	1
1.11	Dobava ustreznega materiala za izvedbo ozemljitvene mreže v kabelskem prostoru 110 kV stikališča:		
	- Cu zbiralka, ploščati baker 40x 5 mm, 1,8 kg/m	m	155
	- kovinski nosilec za pritrditev zbiralke na steno/strop	kos	200
	- vijačni material za spajanje zbiralk	kompl.	1
	- ostali drobni, spojni in vezni material	kompl.	1
		kompl.	1
1.12	Izvedba ozemljitvene mreže v kabelskem prostoru 110 kV stikališča, kompletno z montažo nosilcev zbiralk, montažo in spajanjem zbiralk, povezave		

	na ozemljitvene uvednice	kompl.	1
1.13	Dobava ustreznega materiala za izvedbo ozemljitvene mreže v transformatorskih prostorih TR1 in TR2:		
	- Cu zbiralka, ploščati baker 40x 5 mm, 1,8 kg/m	m	120
	- kovinski nosilec za pritrnitev zbiralke na steno/strop	kos	150
	- vijalni material za spajanje zbiralk	kompl.	1
	- ostali drobni, spojni in vezni material	kompl.	1
		kompl.	1
1.14	Izvedba ozemljitvene mreže v prostorih energetskih transformatorjev TR1 in TR2, kompletno z montažo nosilcev zbiralk, montažo in spajanjem zbiralk, povezave na ozemljitvene uvednice	kompl.	1
1.15	Dobava opreme za izvedbo strelovodne inštalacije objekta RTP+KN (Hermi):		
	- okrogli vodnik iz aluminija AH2, dimenzije $\Phi 10$ mm, za izvedbo lovilnih palic	m	13
	- okrogli vodnik iz aluminij legure AH1, dimenzije $\Phi 8$ mm, za izvedbo odvodnih vodov	m	370
	- strešni nosilec za pločevinaste kritine	kos	120
	- slemenski nosilec za pločevinaste kritine	kos	50
	- zidni nosilec za trde stene (za okrogli vodnik)	kos	100
	- cevna objemka za pritrjevanje okroglega vodnika na odtočno cev - vijalna	kos	50
	- strešni nosilec za ravne strehe	kos	30
	- sponka za spajanje okroglih vodnikov Al/Al	kos	50
	- sponka za spajanje okroglih vodnikov Al/Cu	kos	10
	- merilna križna sponka za spajanje okroglega vodnika	kos	10
	- vertikalna zaščita	kos	10
	- žlebna sponka	kos	10
	- odkapnik	kos	10
		kompl.	1
1.16	Izvedba strelovodne inštalacije objekta RTP+KN, kompletno z montažo lovilnega in odvodnega sistema, povezave odvodov na ozemljilni sistem	kompl.	1



1.17	Izvedba meritev strelovodne inštalacije in izdelava merilnega poročila s strani pooblašene osebe	kos	1
1.18	Ostali drobni in nespecifiran material in dela	%	5
<b>SKUPAJ EUR:</b>			

<b>2. Gradbena dela</b>		<b>enota</b>	<b>količina</b>	<b>cena</b>	<b>vrednost</b>
2.1	Trasiranje konfiguracije novega ozemljitvenega sistema objekta RTP+KN	kompl.	1		
2.2	Kombiniran izkop v zemlji III kategorije dimenzij 0,4x 0,7 m, za polaganje ozemljitvenega traku, zasipavanje z izkopanim materialom ali s pripeljanim materialom z nizko specifično upornostjo nabijanjem v plasteh po 0,2 m, čiščenje trase, zasajanje trave, nakladanje viška materiala na kamion in odvoz na deponijo z vsemi stroški	m	1915		
2.3	Kombiniran izkop v zemlji III kategorije dimenzij 0,4x 0,6 m, za polaganje ozemljitvenega traku, zasipavanje z izkopanim materialom ali s pripeljanim materialom z nizko specifično upornostjo nabijanjem v plasteh po 0,2 m, čiščenje trase, zasajanje trave, nakladanje viška materiala na kamion in odvoz na deponijo z vsemi stroški	m	222		
2.4	Kombiniran izkop v zemlji III kategorije dimenzij 0,4x 0,3 m, za polaganje ozemljitvenega traku, zasipavanje z izkopanim materialom ali s pripeljanim materialom z nizko specifično upornostjo nabijanjem v plasteh po 0,2 m, čiščenje trase, zasajanje trave, nakladanje viška materiala na kamion in odvoz na deponijo z vsemi stroški	m	609		
2.5	Ustrezne poglobitve jarka na spojih posameznih ozemljitvenih sistemov	kompl.	1		
2.6	Dobava humusa oziroma drugega materiala z nizko specifično upornostjo, prevoz na objekt (ocenjeno)	m <sup>3</sup>	105		

2.7	Izdelava geodetskega posnetka tras vodnikov novega ozemljitvenega sistema, z označitvijo globine polaganja, lokacije spojev ter vnos v kataster	kompl.	1
2.8	Priprava in nadzor del, transport in projektantski nadzor	kompl.	1
2.9	Morebitna dodatna in nepredvidena dela v višini 10 % od načrtovanih del - obračun po dejanskih stroških in potrjeni gradbeni knjigi	%	10
<b>SKUPAJ EUR:</b>			

---

**3. SKUPNA REKAPITULACIJA IZVEDBE OZEMLJITEV IN STRELOVODNE  
INŠTALACIJE OBJEKTA:**

**1. Elektromontažna dela in material: EUR**

**2. Gradbena dela EUR**

---

**SKUPAJ: EUR**

---

---

## **VI.) PRILOGE**

---

### **1. Poročilo o gostoti strel**

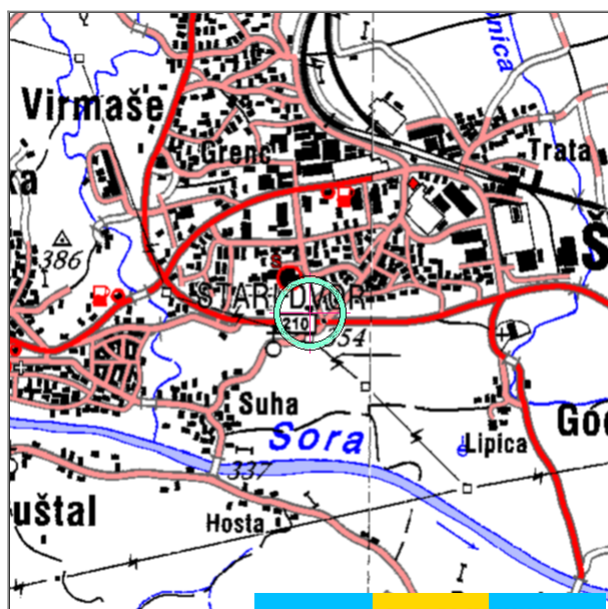


**ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR**  
Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo  
Ljubljana

# Poročilo o gostoti strel

Poročilo št.: SKAT-20200302-73744-47

## Podatki o lokaciji proizvodnje



**Izbrana lokacija:**

**Gauss-Krugerjeve koordinate**

Y: 448622.4420 m

X: 114013.3260 m

**Vrednost gostote strel ( $N_G$ ):**

**1.28 n/km<sup>2</sup>/leto**

# Dodatek

## 1. Splošno o sistemu SCALAR

Leta 1998 je bil v Sloveniji vzpostavljen sistem za avtomatsko lokalizacijo atmosferskih razelektritev - SCALAR. Z njegovo pomočjo se zbirajo podatki o strelah med oblakom in zemljo na širšem območju Slovenije. V letu 2006 smo začeli sistem SCALAR nadgrajevati z modernejšimi senzorji, ki je postavljen pri kraju Bate na Banjški planoti, nato v letu 2008 smo postavili nov senzor v kraju Jelše na Krškem polju. Do danes smo sistem SCALAR razširili tudi na Hrvaškem, Bosni in Hercegovini, Srbiji in Črni Gori.



Lokacije senzorjev sistema SCALAR

Zabeležena strela ima več parametrov. Numerični podatki, ki jo definirajo so:

- časovna značka udara,
- zemljepisna širina in zemljepisna dolžina lokacije,
- amplituda toka v kA,
- število povratnih udarov,
- večja in manjša polos elipse napake,
- naklon elipse in
- parameter kakovosti.

Glavna parametra, ki govorita o kakovosti sistema, sta točnost in učinkovitost detekcije strel. Sistem SCALAR zagotavlja točnost lokacij pod 250 m. Dejanska korelacija med izračunano lokacijo strele in znano lokacijo (dobi se jo s primerjavo posledic udarov v objekte in izpadov daljnovodov) pa nakazuje, da je dejansko odstopanje lokacij pod 150 m. Učinkovitost, ki govori, koliko strel, večjih od 5 kA, se detektira, je več kot 98- odstotna. Zaradi teh parametrov se sistem SCALAR uvršča med najboljše sisteme za lokalizacijo strel v svetu.

Več informacij o sistemu SCALAR dobite na spletni strani: <http://www.scalar.si>

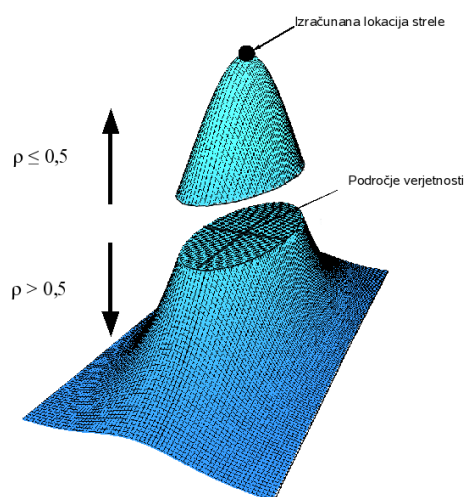
## 2. Karta gostote strel

Glavni pokazatelj nivoja ogroženosti pred atmosferskimi razelektritvami je gostota strel. Gostota strel predstavlja dolgoletno povprečno število atmosferskih razelektritev na nekem geografskem področju in se podaja s številom strel na km kvadrat na leto [strele/km<sup>2</sup>/leto].

Gostota strel se na ozemlju Slovenije giblje v zelo širokem področju od 0,6 - 1,1 strele/km<sup>2</sup>/leto v Prekmurju, 2,5 - 3,7 strele/km<sup>2</sup>/leto v ljubljanski kotlini, pa vse do 6,3 strele/km<sup>2</sup>/leto in več na Trnovski planoti. Predvsem zahodni del Slovenije je tudi v evropskem merilu izrazito ogrožen zaradi udarov strel.

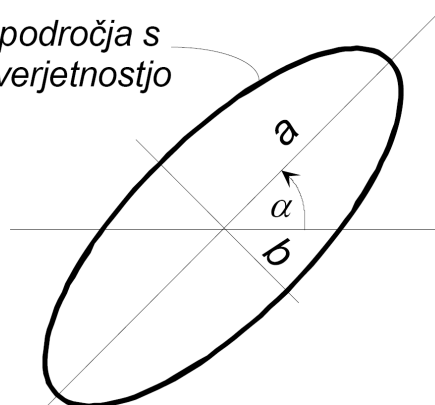
## 3. Izračun gostote strel po metodi z upoštevanjem elipse napake

Mesto udara strele je praviloma točkovni pojav (razen ko gre za viličasto strelo), vendar lahko sistem SCALAR določi le najverjetnejšo točko (koordinato) udara. Negotovost rezultata poda z elipso, ki ji pravimo elipsa napake. Elipsa napake je opisana z večjo in manjšo polosjo ter kotom nagiba. Predstavlja presek 3 dimenzionalne Gaussove ogrinjače, ki predstavlja naključne vplive v zasukanem ortogonalnem sistemu, ki se podrejajo normalni porazdelitvi. Manjši kot je raztros merilnih rezultatov v vsaki osi, manjši sta polosi in manjša je velikost elipse. Manjša površina elipse tako pomeni manjšo negotovost izračunane lokacije atmosferske razelektritve.



Ogrinjača verjetnosti lokacije

meja področja s  
50% verjetnostjo



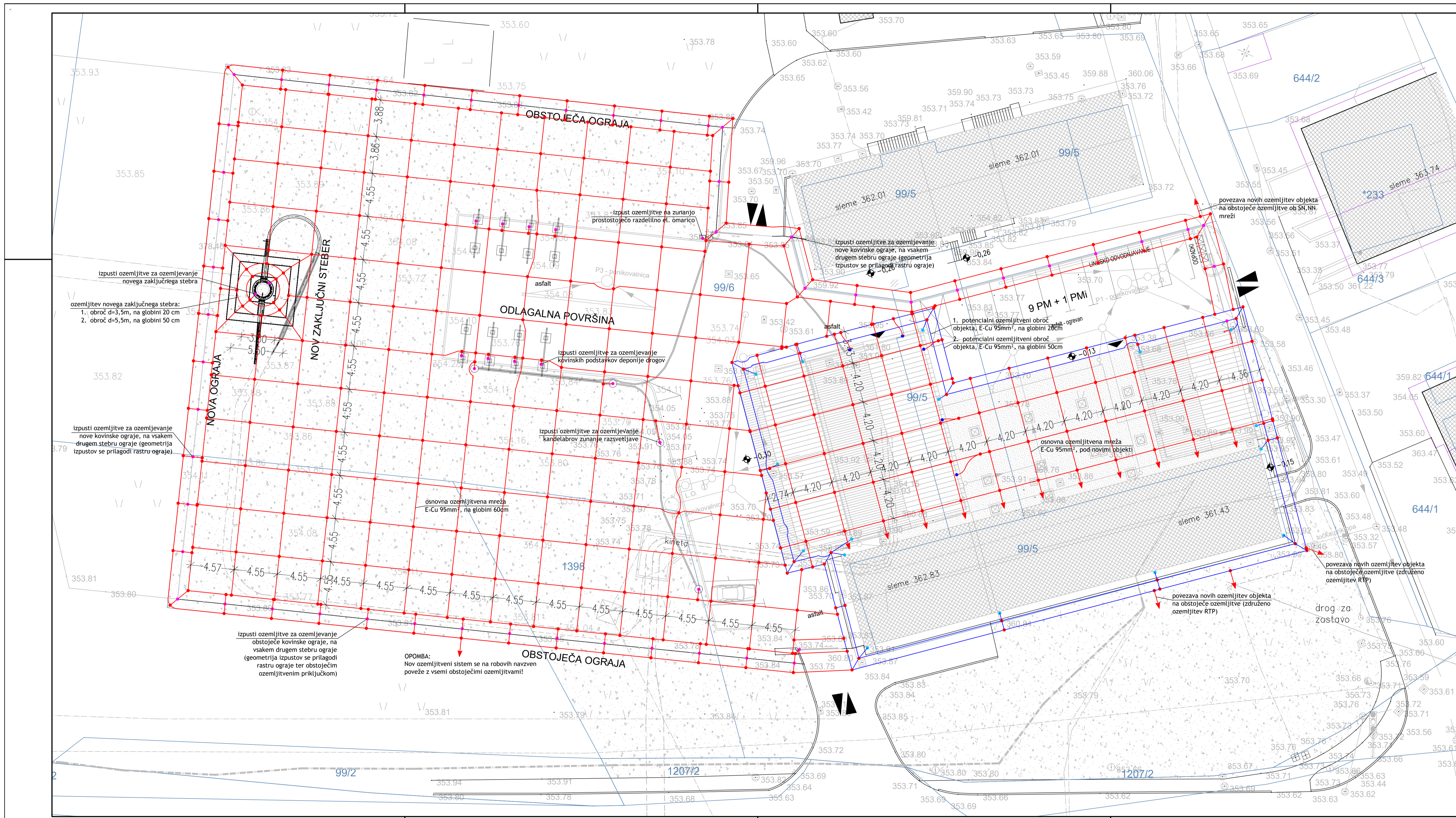
Elipsa napake z polosema a in b in nagibom  $\alpha$



**TEHNIČNI PRIKAZI**

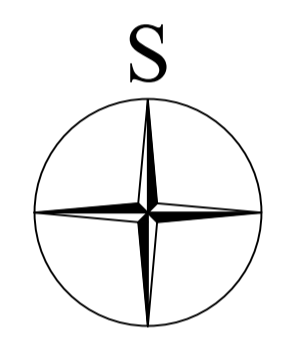
- 7E3.1. Grafični prikaz zunanjega ozemljitvenega sistema, M 1:200**
- 7E3.2. Načrt ozemljitev – tloris kleti**
- 7E3.3. Načrt ozemljitev – tloris pritličja**
- 7E3.4. Načrt ozemljitev – prečni prerez (A-A)**
- 7E3.5. Jarki za polaganje ozemljitvenega vodnika**
- 7E3.6. Strelovodna zaščita objektov – tloris strehe**
- 7E3.7. Strelovodna zaščita objektov – severna fasada**
- 7E3.8. Strelovodna zaščita objektov – vzhodna fasada**
- 7E3.9. Strelovodna zaščita objektov – zahodna fasada**





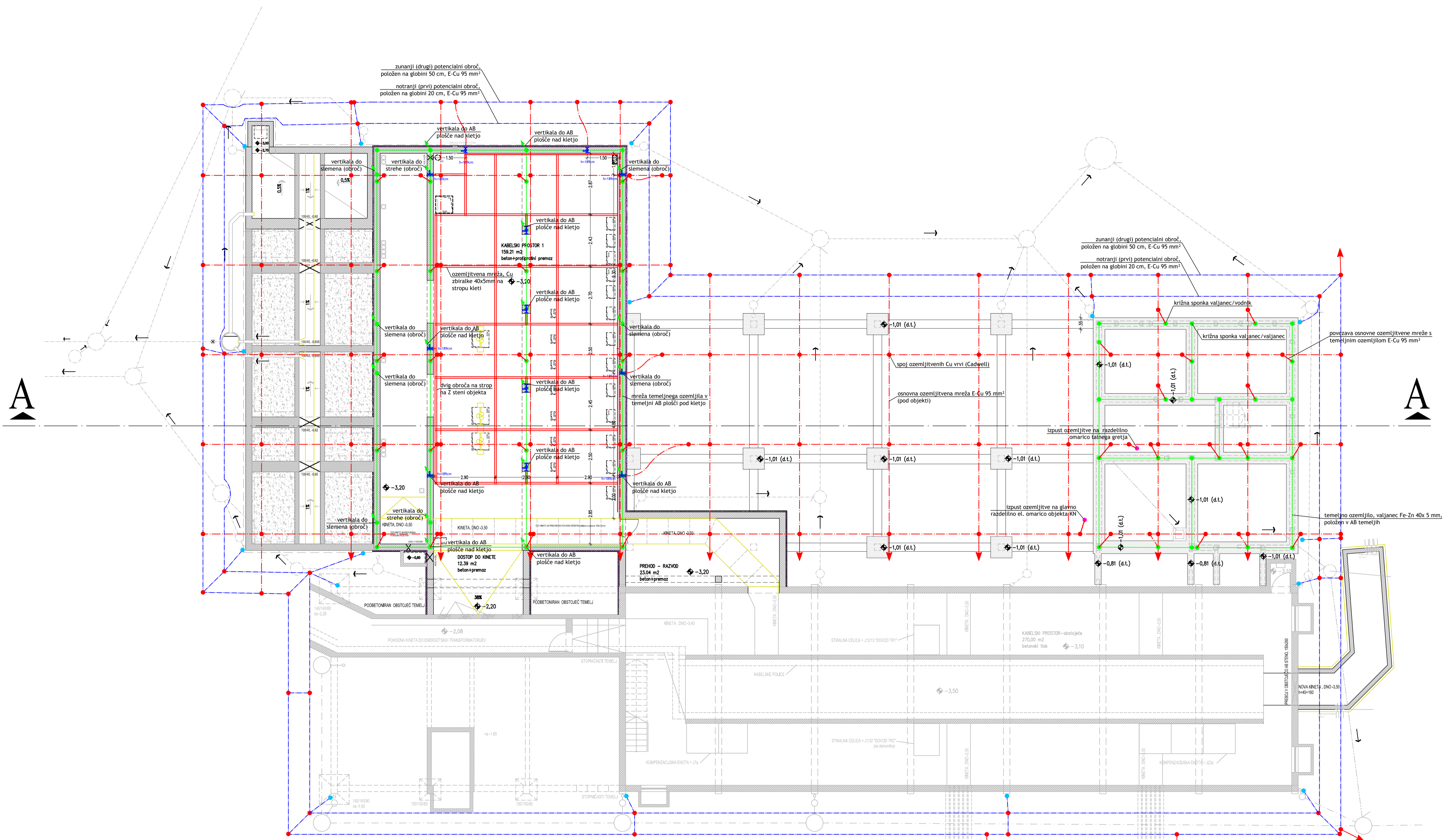
LEGENDA:

- OBRAVNAVANI OBJEKT
- STREŠINE
- UTRJENE POVRŠINE
- ZELENE POVRŠINE
- SOSEDNA OBJEKTI
- DOVOZ
- VHOD
- OSNOVNA OZEMLJITVENA MREŽA E-Cu 95mm<sup>2</sup>
- POTENCIALNI OBRČOČ E-Cu 95mm<sup>2</sup>
- POVEZAVE NA OBSTOJEČO ZDRUŽENO OZEMLJITEV RTP E-Cu 95mm<sup>2</sup>
- SPOJ OZEMLJITVENE Cu VRVI (CADWELD)
- SPOJ ODVODA STRELOVODNE INŠTALACIJE NA OZEMLJITEV
- SPOJ KOVINSKIH MAS (OGRAJA, DRAG,...) NA OZEMLJITEV
- OZEMLJITVENA UVODNICA HEA-PK-M16/300, HAUFFTECHNIK
- ±0,00=354,10 m nmv



		Elektro Gorenjska d.d. Ul. Miro Vodnoga 3a, Kranj SEKTOR INŽENIRING Služba za projektivo
Investitor: <b>ELEKTRO GORENJSKA, d.d.</b> Ul. M. Vodnoga 3a, 4000 KRANJ	Vrsta risbe: Grafični prilog zunanega ozemljitvenega sistema	Številka risbe: <b>7656-7E3</b>
Naziv objekta: <b>RTP 110/20kV ŠKOFJA LOKA</b>	Vrsta projekta: <b>PZI</b>	Številka risbe: <b>7E3.1</b>
Vrsta načrta: <b>3/3 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIŠKE OZEMLJITVE IN STRELOVODNA INŠTALACIJA OBJEKTA RTP-KAN</b>	Merilo: <b>1:200</b>	Datum izdave risbe: <b>marec 2020</b>
Izdelavalec načrta: Matej LOGONDER, univ. dipl. inž. el.	Projektant sodobne: Identifikacijsko število: E-1624	Projektant sodobne: Identifikacijsko število:
Priporočila za evidentiranje sprememb:		





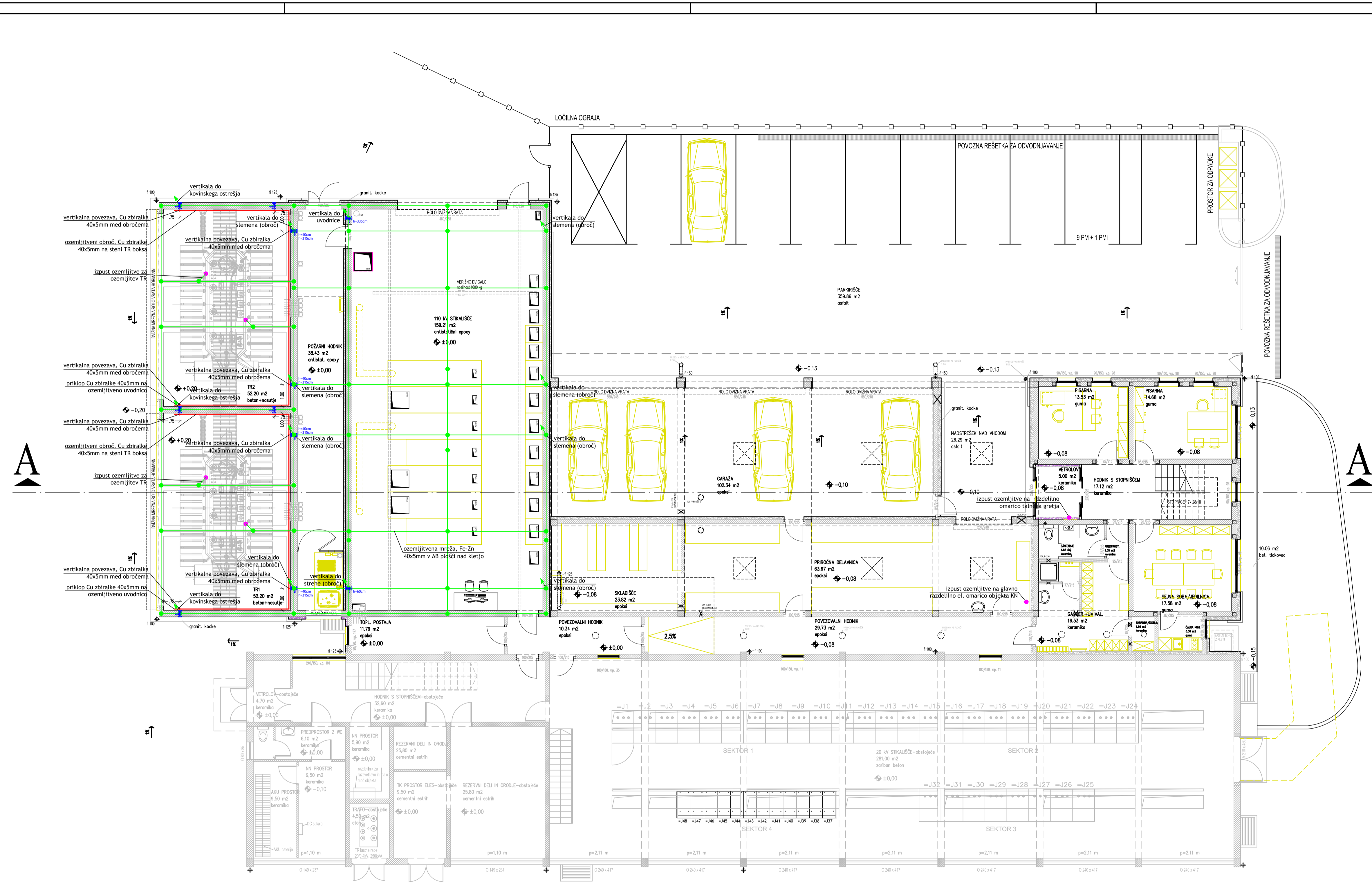
- LEGENDA:**
- osnovna ozemljitvena mreža E-Cu 95mm<sup>2</sup>
  - temeljno ozemljiljo Fe-Zn 40x5mm
  - potencialni obroč E-Cu 95mm<sup>2</sup>
  - ← povezave na obstoječo zrušeno ozemljitev E-Cu 95mm<sup>2</sup>
  - spoj ozemljitvene Cu vrvi (Cadmell)
  - ozemljitvena vodnica HEA-PK-M16/300, Haufftechnik s priključki
  - ozemljitvena vodnica HEA-PK-M16/400, Haufftechnik s priključki
  - spoj odnosa strelododa na ozemljitev
  - ozemljitvena zbiralica Cu 40x5mm
  - spoj kovinskih mas na ozemljitev (privijačeno ali privarjeno)

- PRIKLOP OZEMLJITVENE UVODNICE  
HEA-PK-M16/X, Haufftechnik (X=debelina stene) :**
- prikllop Fe-Zn valjanca 40x5mm ali armature objekta v AB steni; križna sponka na uvodnici
  - prikllop E-Cu ozemljitvene vrvi 95mm<sup>2</sup> zunanji objekta; priključna sponka tip Z-KG-D-M16, Haufftechnik
  - prikllop Cu zbiralke 40x5mm znotraj objekta; priključna sponka tip Z-KG-M16-V4A, Haufftechnik
  - prikllop P/F ozemljitvenih vrvi s kabelskim čevljem znotraj objekta; priključni vijak tip Z-B-M16-V4A, Haufftechnik

**TLORIS KLETI**

Projektant: elektro gorenjska Elektro Gorenjska d.o.o. Ul. Mirna Vojkova 3a, Kranj SEKTOR INŽENIRING Služba za projektivo		
Invešitor: <b>ELEKTRO GORENJSKA d.o.o.</b> Ul. M. Vojkova 3a, 4000 KRANJ	Vsebinski risar: Vrsta projekta: PZI	Številka nošte: 7656-7E3 Številka risbe: 7E3.2 Datum izdelave risbe: marec 2020
Naziv objekta: <b>RTP 110/20KV SKOFJA LOKA</b>	Merilo: 1:100	Projektant sodalovec: Identifikacijska številka: E-1624
Vrsta nošte: 3/3 INŽENIRING S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE, OZEMLJITVENE IN STRELDOVNA INSTALACIJA OBJEKTA RTP-110	Projektant sodalovec: Identifikacijska številka:	Datum izdelave risbe: marec 2020
Prostor za evidentiranje sprememb:		





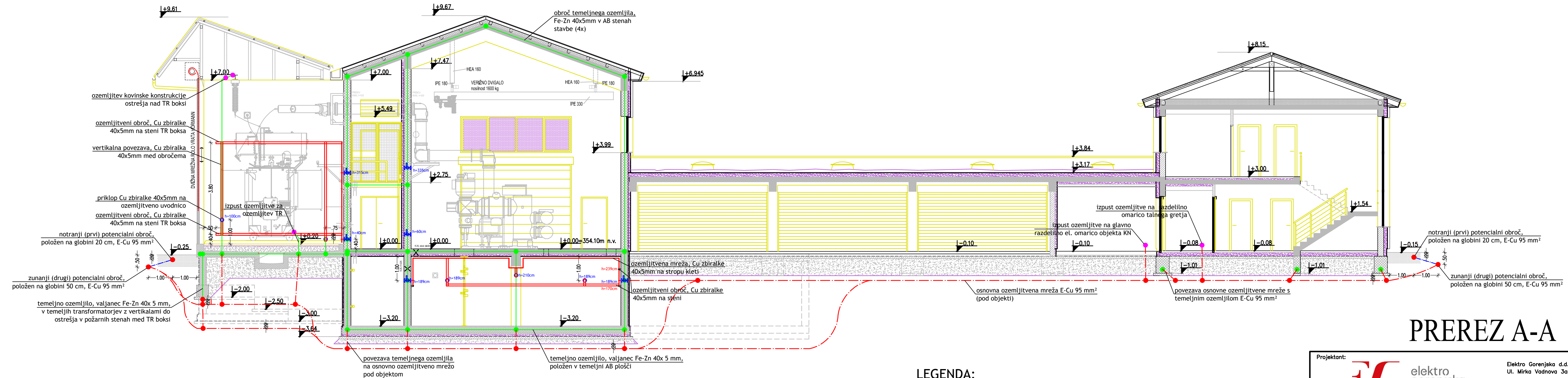
- LEGENDA:**
- osnovna ozemljitvena mreža E-Cu 95mm<sup>2</sup>
  - temeljno ozemljitvo Fe-Zn 40x5mm
  - potencialni obroč E-Cu 95mm<sup>2</sup>
  - povezave na obstoječo združeno ozemljitev E-Cu 95mm<sup>2</sup>
  - ← spoj ozemljitvene Cu vrvi (Cadmited)
  - spoj ozemljitvenega valjanca križna spojka valjanec
  - spoj ozemljitvene uvodnice HEA-PK-M16/300, Haufftechnik s priključki
  - spoj ozemljitvene uvodnice HEA-PK-M16/400, Haufftechnik s priključki
  - spoj odnosa strelododa na ozemljitev
  - spoj ozemljitvene zbiralke Cu 40x5mm
  - spoj kovinskih mas na ozemljitev (privijačeno ali privarjeno)

- PRIKLJOP OZEMLJITVENE UVODNICE HEA-PK-M16/X, Haufftechnik (x-debelina stene) :**
- prikljop Fe-Zn valjanca 40x5mm ali armature objekta v AB steni; križna spojka na uvodnici
  - prikljop E-Cu ozemljitvene vrvi 95mm<sup>2</sup> zunaj objekta; priključna spojka tip Z-KG-D-M16, Haufftechnik
  - prikljop Cu zbiralke 40x5mm znotraj objekta; priključna spojka tip Z-KG-M16-V4A, Haufftechnik
  - prikljop P/F ozemljitvenih vrvi s kabelskim čevljem znotraj objekta; priključni vijak tip Z-B-M16-V4A, Haufftechnik

## TLORIS PRITLIČJA

Projektant: elektro gorenjska		Elektro Gorenjska d.o.o. Ul. Mirna Vojkova 3a, Kranj SEKTOR INŽENIRING Služba za projektivo	
Investitor: ELEKTRO GORENJSKA d.o.o. Ul. Mirna Vojkova 3a, 4000 KRANJ	Vesilna risba: Nošt ozemljitev - tloris pritličja	Številka nošt:	
Naziv objekta: RTP 110/20kV SKOFJA LOKA	Vrsta projekta: PZI	7656-7E3	
Vrsta nošt: SVI NAKRIT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE, OZEMLJITVE IN STRELKOVA INŠTALACIJA OBJEKTA RTP-110	Merilo: 1:100	Številka risbe: 7E3.3	
Izdelovalec nošt: Miroslav LOGONDER, univ. dipl. inž. el.	Projektant sodilovec:	Datum izdelave risbe: marec 2020	
Identifikacijska številka: E-1624	Identifikacijska številka:		
Prostor za evidentiranje sprememb:			





**PRIKLOP OZEMLJITVENE UVODNICE  
HEA-PK-M16/X, Haufftechnik (X=debelina stene) :**

- priklon Fe-Zn valjanca 40x5mm ali armature objekta v AB steni; križna sponka na uvodnici
- priklon E-Cu ozemljitvene vrvi 95mm² zunaj objekta; priključna sponka tip Z-KG-D-M16, Haufftechnik
- priklon Cu zbiralke 40x5mm znotraj objekta; priključna sponka tip Z-KG-M16-V4A, Haufftechnik
- priklon P/F ozemljitvenih vrvi s kabelskim čevljem znotraj objekta; priključni vijak tip Z-B-M16-V4A, Haufftechnik

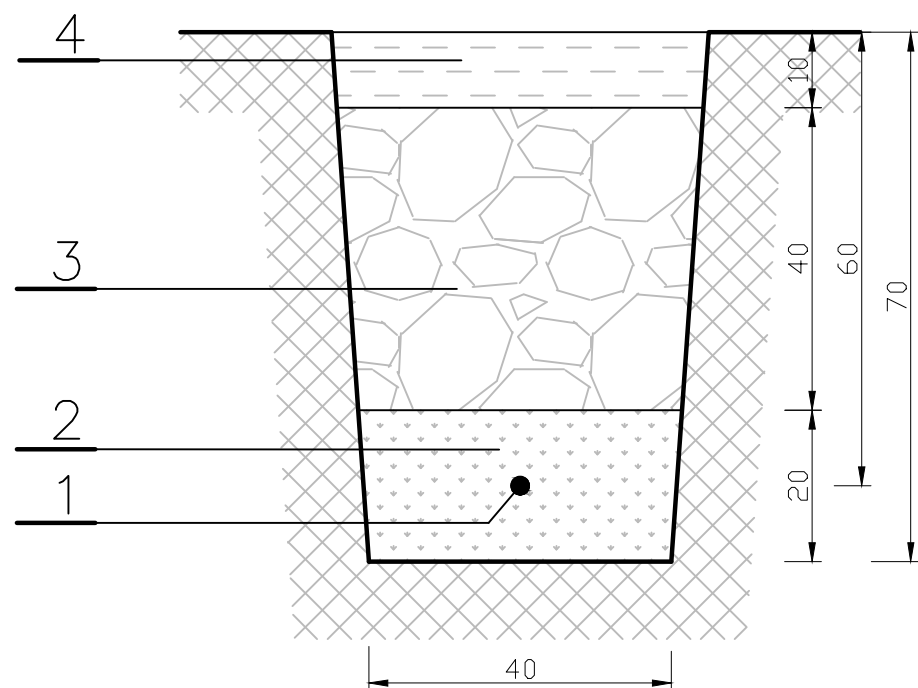
**LEGENDA:**

- osnovna ozemljitvena mreža E-Cu 95mm²
- temeljno ozemljilo Fe-Zn 40x5mm
- potencialni obroč E-Cu 95mm²
- povezave na obstoječo združeno ozemljitev E-Cu 95mm²
- spoj ozemljitvene Cu vrvi (Cadweld)
- spoj ozemljitvenega valjanca križna sponka valjanec/valjanec
- ozemljitvena uvodnica HEA-PK-M16/300, Haufftechnik s priključki
- ozemljitvena uvodnica HEA-PK-M16/400, Haufftechnik s priključki
- spoj odvoda strelododa na ozemljitev
- ozemljitvena zbiralka Cu 40x 5mm
- spoj kovinskih mas na ozemljitev (privrščeno ali privarjeno)

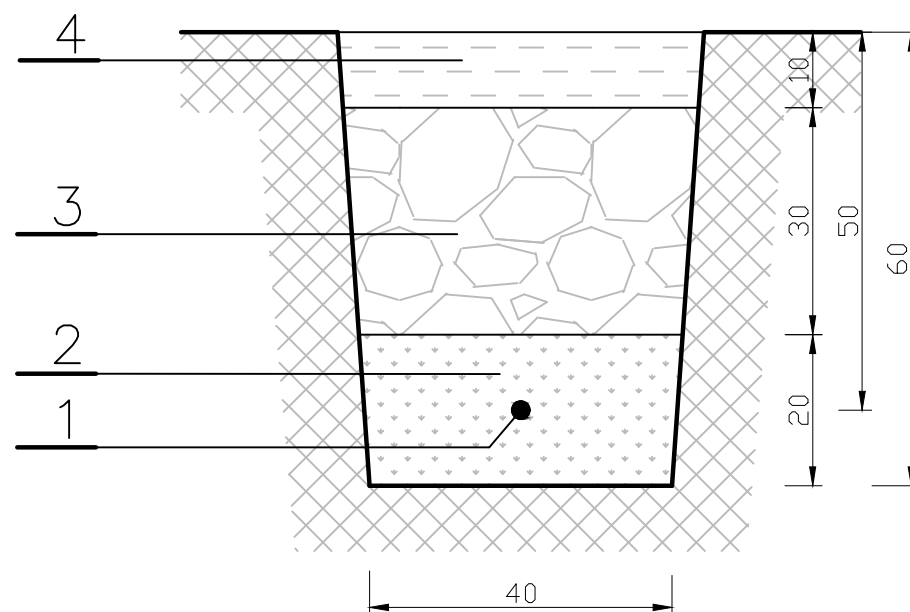
**PREREZ A-A**

Projektant: 		Elektro Gorenjska d.d. Ul. Mirka Vadnova 3a, Kranj SEKTOR INŽENIRING Služba za projektivo	
Investitor: ELEKTRO GORENJSKA, d.d. Ul. M. Vadnova 3a, 4000 KRANJ		Vsebina risbe: Načrt ozemljitev – prečni prerez (A-A)	
Naziv objekta: RTP 110/20kv ŠKOFJA LOKA		Vrsta projekta: PZI	Številka načrta: 7656-7E3
Vrsta načrta: 3/3 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE, OZEMLJITVE IN STRELOVODNA INSTALACIJA OBJEKTA RTP+KN		Merilo: 1:100	Številka risbe: 7E3.4
Izdelovalec načrta: Matej LOGONDER, univ. dipl. inž. el.		Projektant sodelovec: Datum izdelave risbe: marec 2020	
Identifikacijska številka: E-1624		Identifikacijska številka:	
Prostor za evidentiranje sprememb:			

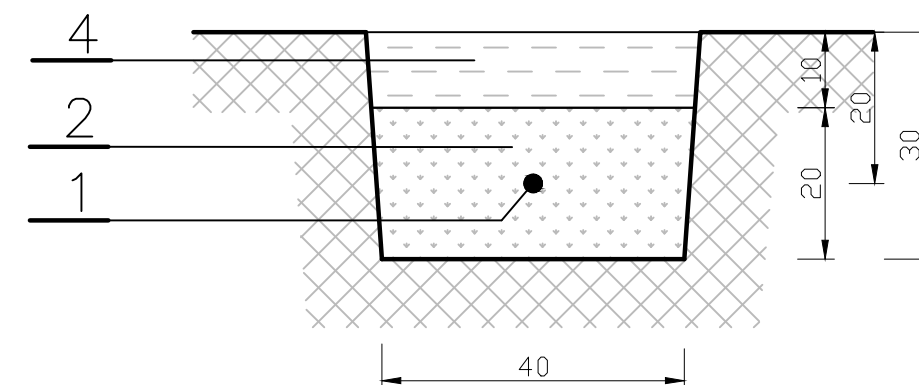
IZVEDBA JARKA ZA POLAGANJE  
OZEMLJITVENEGA VODA NA GLOBINI 60cm



IZVEDBA JARKA ZA POLAGANJE  
OZEMLJITVENEGA VODA NA GLOBINI 50cm




IZVEDBA JARKA ZA POLAGANJE  
OZEMLJITVENEGA VODA NA GLOBINI 20cm

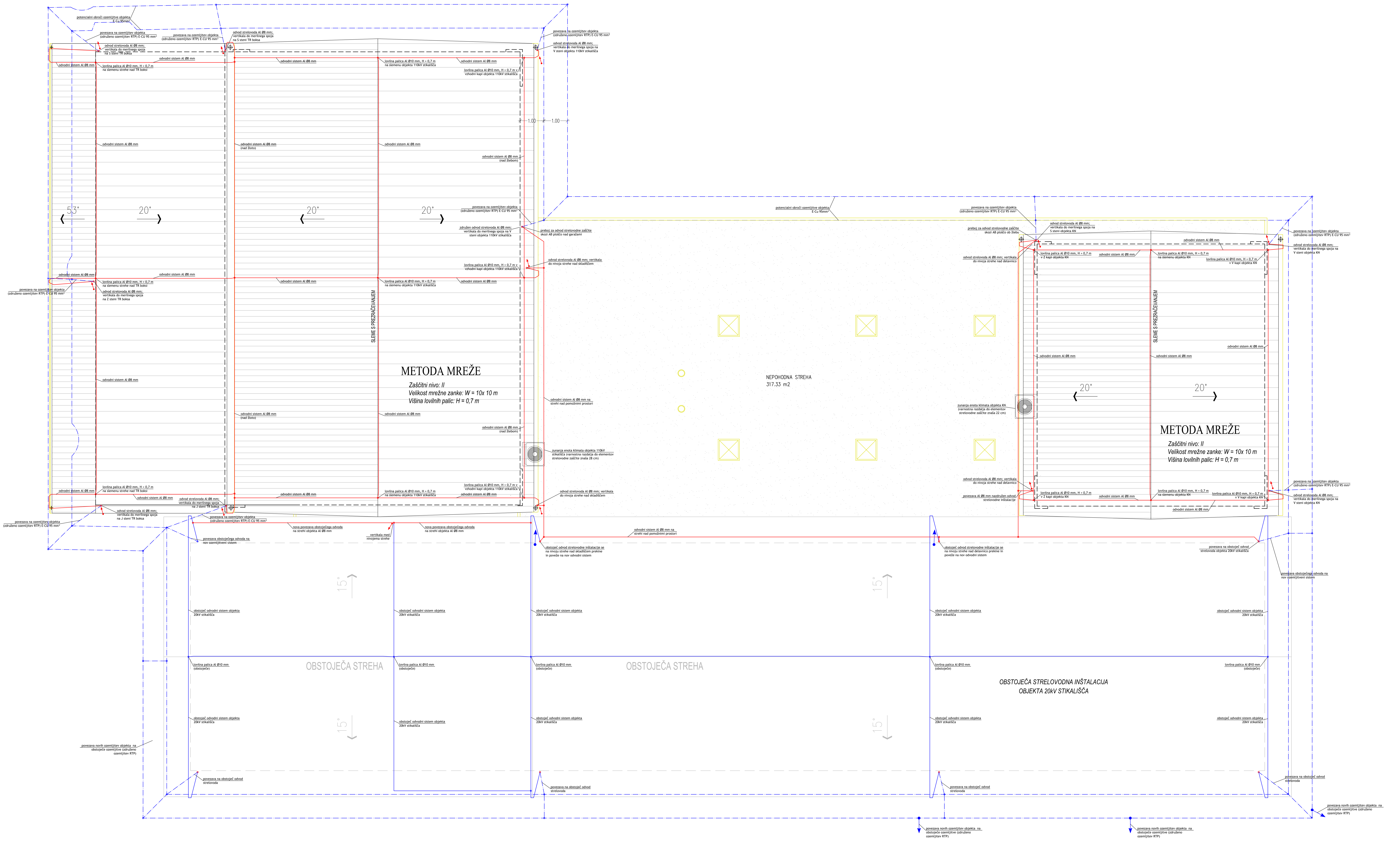


LEGENDA :

- ④ cestišče (asfalt, kocke) ali druge površine (humus)
- ③ zasip z izkopanim materialom
- ② zasip z izkopanim materialom ali pripeljanim materialom z nizko specifično upornostjo
- ① ozemljitvena vrv E-Cu 95mm<sup>2</sup>

Projektant: 		Elektro Gorenjska d.d. Ul. Mirka Vadnova 3a, Kranj SEKTOR INŽENIRING Služba za projektivo	
Investitor ELEKTRO GORENJSKA, d.d. Ul. M. Vadnova 3a, 4000 KRANJ		Vsebina risbe: Jarki za polaganje ozemljitvenega vodnika	
Naziv objekta: RTP 110/20kV ŠKOFJA LOKA		Vrsta projekta: PZI	Številka načrta: 7656-7E3
Vrsta načrta: 3/3 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE, OZEMLJITVE IN STRELOVODNA INŠTALACIJA OBJEKTA RTP+KN		Merilo: 1:10	Številka risbe: 7E3.5
Izdovalec načrta: Matej LOGONDER, univ. dipl. inž. el.		Projektant sodelavec:	
Identifikacijska številka: E-1624		Identifikacijska številka:	
Prostor za evidentiranje sprememb:		Datum izdelave risbe: marec 2020	





TLORIS STREHE

LEGENDA:  
 - - - - - obstojeća strelovodna inštalacija  
 - - - - - nova strelovodna inštalacija iz Ø8 mm in Ø10 mm  
 - - - - - asfaltbetonski sloj E-Cu 15mm<sup>1</sup>

Projekat: <b>elaktra</b> elektroinženjerska agencija		Društvo: Goranska d.o.o. ul. Matije Gupca 26, Krapje 51000 Krapje	
Izvršio: <b>ELIJA GORENUSKA d.o.o.</b> ul. Matije Gupca 26, Krapje		Vrsta projekta: Strukturalno-projektovanje - tlo-rošnja	
Naziv objekta: RTP 110/20KV ŠKOFJA LOKA		Stanica: PZI Broj: 7656-7E3	
Mjerilo: 1:50		Datum: 07.03.2024	
Projektant: Miroslav LOZANEC, univ. dipl. inž. st.		Projektant: Miroslav LOZANEC	
Izdavač: Miroslav LOZANEC, univ. dipl. inž. st. Broj: E-1624		Datum: 07.03.2024	



**METODA KOTALEČE KROGLE**

Zaščitni nivo: II  
 Palmer kotaleče krogle:  $r = 30\text{ m}$   
 Višina lovilnih palic:  $H = 0,7\text{ m}$

**METODA KOTALEČE KROGLE**

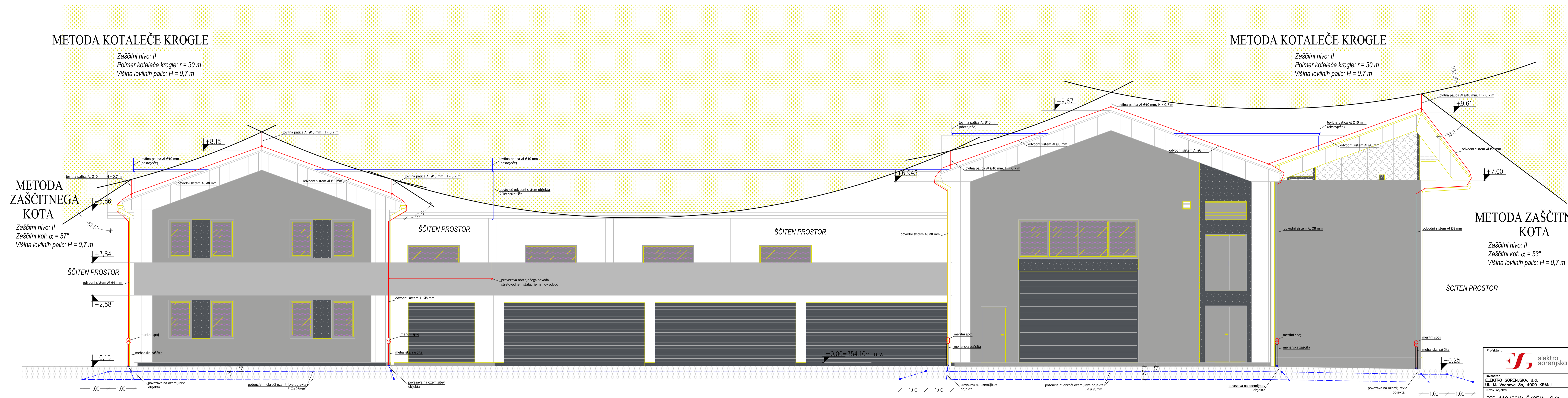
Zaščitni nivo: II  
 Palmer kotaleče krogle:  $r = 30\text{ m}$   
 Višina lovilnih palic:  $H = 0,7\text{ m}$

**METODA ZAŠČITNEGA KOTA**

Zaščitni nivo: II  
 Zaščitni kot:  $\alpha = 57^\circ$   
 Višina lovilnih palic:  $H = 0,7\text{ m}$

**METODA ZAŠČITNEGA KOTA**

Zaščitni nivo: II  
 Zaščitni kot:  $\alpha = 53^\circ$   
 Višina lovilnih palic:  $H = 0,7\text{ m}$



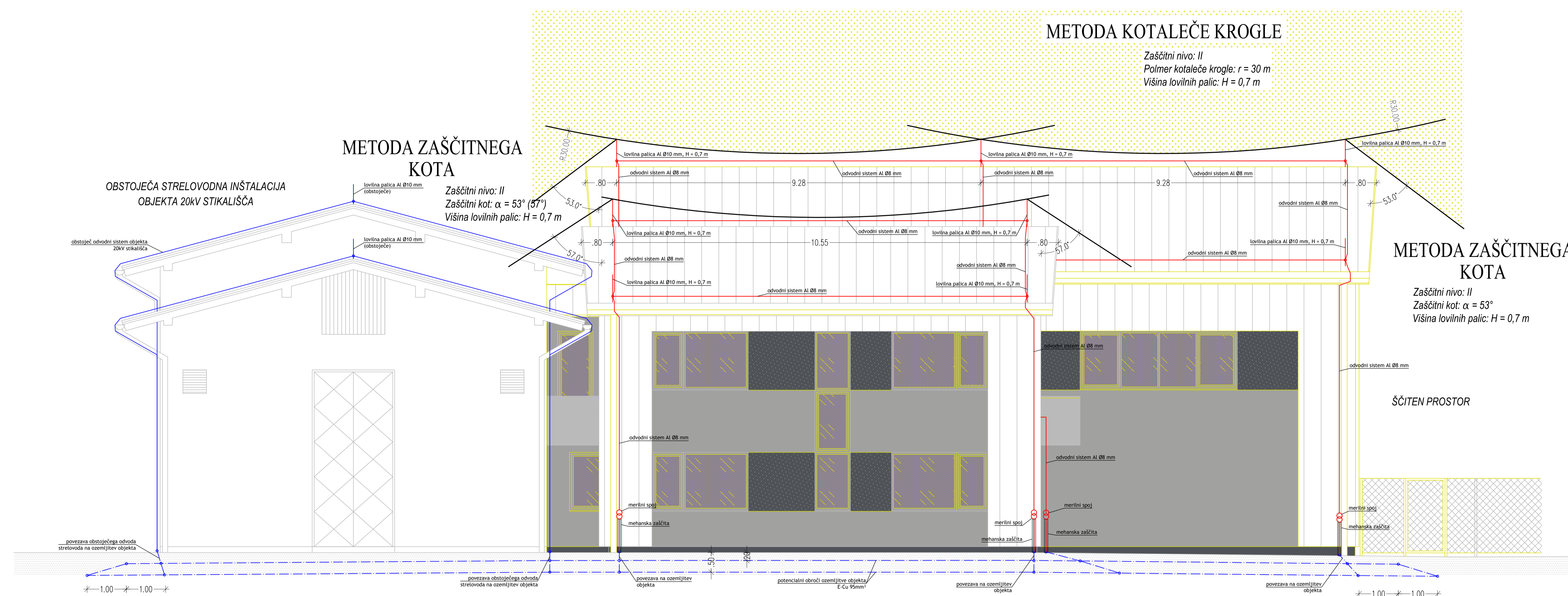
**SEVERNA FASADA**

**LEGENDA:**

- območje strukturne inilatacije
- nosilna strukturna inilatacija Al 80 mm in Ø10 mm
- opremljenost vodilni E-Cu 95mm

Projektant:		Elektro Gorenjska d.o.o.	
Investitor:		Elektro Gorenjska d.o.o.	
Naslov objekta:		Slovenska zaščitna objekta - severna fasada	
RTP 110/20kV ŠKOFJA LOKA		Vrsta projekta:	
		PZI	
Vrsta projekta:		Sevna št.: 7656-7E3	
Mesto projekta:		Mesto: 7E3.7	
Mesto: LOKALNA UPRAVA ŠKOFJA LOKA		Datum izdaje: marec 2020	
Projektant: M. L. L. L.		Projektant: M. L. L. L.	
Projektant: M. L. L. L.		Projektant: M. L. L. L.	





VZHODNA FASADA

LEGENDA:  
 - - - - - obstoječa strešna inštalacija  
 - - - - - nova strešna inštalacija Al 88 mm in Ø10 mm  
 - - - - - cevi iz nerjavni jeklini E-Cu 19mm

		Datum: Gorenjska, d.d. ul. Mila Velena 3a, Kranj IPTOK INŽENIRING Stanje in projekto	
Inženir: <b>ELEKTRO GORENJSKA, d.d.</b> ul. M. Velena 3a, 4000 KRANJ	Vrsta objekta: RTP 110/20kV SKOFJA LOKA	Vrsta projekta: PZI	Vrsta inštalacije - vrsta inštalacije: 7656-7E3
Skupna vrednost s popravili: 7E3,8 Skupna vrednost s popravili in stroški: 7E3,8 Skupna vrednost: 7E3,8 Skupna vrednost: 7E3,8	Mera: 1:50	Datum izdelave risbe: marec 2020	Projektant:



**METODA ZAŠČITNEGA KOTA**  
 Zaščitni nivo: II  
 Zaščitni kot:  $\alpha = 53^\circ$   
 Višina lovilnih palic:  $H = 0,7\text{ m}$

**METODA KOTALEČE KROGLE**

Zaščitni nivo: II  
 Polmer kotalače krogle:  $r = 30\text{ m}$   
 Višina lovilnih palic:  $H = 0,7\text{ m}$

**METODA ZAŠČITNEGA KOTA**  
 Zaščitni nivo: II  
 Zaščitni kot:  $\alpha = 53^\circ$   
 Višina lovilnih palic:  $H = 0,7\text{ m}$

OBSTOJEČA STRELOVODNA INŠTALACIJA  
 OBJEKTA 20KV STIKALIŠČA

ŠČITEN PROSTOR

ŠČITEN PROSTOR

**ZAHODNA FASADA**

**LEGENDA:**  
 - obstoječa strešna inštalacija  
 - nova strešna inštalacija  $\Phi 80\text{ mm}$  in  $\Phi 100\text{ mm}$   
 - označbeni vodili E Cu-Fe

		Datum: Gorenjska, d.d. ul. Mirova 2a, 4000 KIBLAJ IPTOK INŽENIRING Stroj in projektivno	
Inženir: <b>ELEKTRO GORENJSKA, d.d.</b> ul. Mirova 2a, 4000 KIBLAJ RTD 110/20KV SKOFJA LOKA	Vrsta objekta: PZI	Vrsta objekta: 7656-7E3	Vrsta objekta: 7E3.9
375 urdel s pomočjo elektrifikacijskega načrta in obstoječih inštalacij objekta RTD 110KV	Merilo: 1:50	Datum izdelave risbe: marec 2020	Projektant sklopa: L. L.
Projektant sklopa: L. L.	Izvedba sklopa: E-1624	Izvedba sklopa: E-1624	Izvedba sklopa: E-1624