

Št. projekta: 276/16-MO  
Št. načrta: 162/17-MO

**TP 10(20)/0,4 kV Maribor - Vodovod (t-112)**

**Rekonstrukcija obstoječe transformatorske postaje**

**PZI**



## KAZALO TEHNIČNEGA POROČILA

1	REKONSTRUKCIJA TP .....	3
1.1	OSNOVNI OPIS IN LOKACIJA .....	3
1.2	OPIS GRADBENEGA DELA TP .....	3
1.2	OSNOVNI PODATKI .....	3
1.3	ARGUMENTACIJA ZA PREDVIDENA DELA .....	4
1.4	TEHNIČNI OPIS .....	4
1.4.1	Opis elektrostrojnega dela TP .....	4
1.4.2	Zaščita .....	6
1.4.3	Električna inštalacija .....	6
1.4.4	Sistem ozemljevanja in ozemljitve .....	6
1.4.5	Izračun kratkega stika in dimenzioniranje naprav .....	7
1.4.6	Hlajenje elektroenergetskega transformatorja .....	8
1.4.7	Strelovodna zaščita TP .....	8
1.4	VARSTVO OKOLJA IN RAVNANJE Z ODPADKI .....	11
1.5	OCENA INVESTICIJSKIH STROŠKOV .....	12

Maribor, julij 2017



## 1 REKONSTRUKCIJA TP

### 1.1 OSNOVNI OPIS IN LOKACIJA

Obstoječa transformatorska postaja TP 10(20)/0,4 kV, 2×630 kVA, TP Maribor - Vodovod (t-112, OE Maribor z okolico) je starejša zidana transformatorska postaja. Locirana je na parceli št. 3 k.o. Koroška vrata. Lokacija TP je prikazana na risbi S-3752.

Predvidena je zamenjava dveh obstoječih suhih transformatorjev 10/0,4 kV nazivne moči 630 kVA z dvema suhima transformatorjema 10(20)/0,4 kV nazivne moči 1250 kVA, zamenjava SN postroja, SN povezovalnih kablov (povezava transformatorja ter SN stikalnim blokom), zamenjava NN zbiralk z NN povezovalnimi kabli ter zamenjava NN postroja.

**OPOMBA:** po zahtevah investitorja je v času predvidenih del dopustna kratkotrajna prekinitev napajanja odjemalcev transformatorske postaje, ki sme trajati največ 30 minut.

### 1.2 OPIS GRADBENEGA DELA TP

Obstoječa transformatorska postaja TP 10(20)/0,4 kV, 2×630 kVA, TP Maribor - Vodovod (t-112, OE Maribor z okolico) je starejša zidana transformatorska postaja.

Transformatorska postaja ima ločene prostore:

- transformatorski prostor 1,
- transformatorski prostor 2,
- SN prostor,
- NN prostor.

Prostori so med seboj pregrajeni z zidanimi stenami. Prehod iz enega prostora v drugi prostor ni mogoč.

Tloris transformatorske postaje je prikazan na risbi T-6512/2.

Pri izvedbi del so predvideni manjši obnovitveni gradbeni posegi v obstoječi transformatorski postaji (popravlilo ometa, porušitev obstoječih zidov SN celic, izvedba kabelskega kanala, ipd.). Prav tako je predvidena zamenjava strešne kritine.

### 1.2 OSNOVNI PODATKI

Naziv objekta:	TP 10(20)/0,4 kV, 2×1250 kVA TP Maribor - Vodovod (t-112)
Nazivna napetost:	10(20)/0,4 kV
Moč transformacije:	2×1250 kVA
Ohišje:	Zidana transformatorska postaja
Sredjenapetostni postroj:	SN stikalni blok konfiguracije VzVzSMTT, SF6 izvedbe (kot 8DJ20, SIEMENS) ali kompaktne zračno izolirane izvedbe (kot SM6, Schneider)
Niskonapetostni postroj:	dva nova NN bloka po enopolni shemi T-6512/1
Zaščita transformatorja:	
- srednja napetost:	- kratkostična zaščita z vgrajenimi VV varovalkami
- nizka napetost:	- termična zaščita s termičnim relejem,
Investitor:	Mestna občina Maribor



### 1.3 ARGUMENTACIJA ZA PREDVIDENA DELA

Zaradi potrebe po zanesljivi oskrbi z električno energijo je predvidena zamenjava obeh obstoječih transformatorjev (+T1 in +T2) nazivne moči 630 kVA z novima suhima transformatorjema nazivne moči 1250 kVA.

Zaradi dotrajanosti bo obstoječi SN postroj demontiran, stene med SN celicami bodo porušene. Namesto obstoječega SN postroja bo nameščen novi SN blok SF6 izvedbe.

Prav tako bo zaradi dotrajanosti in v sled zamenjave transformatorjev zamenjan obstoječi NN postroj. Nameščena bosta dva nova NN bloka (izvedena po enopolni shemi T-6512/1).

### 1.4 TEHNIČNI OPIS

#### 1.4.1 Opis elektrostrojnega dela TP

Enopolna shema transformatorske postaje TP 10(20)/0,4 kVA TP Maribor - Vodovod (t-112) je prikazana na risbi T-6512/1.

Tloris transformatorske postaje TP 10(20)/0,4 kVA TP Maribor - Vodovod (t-112) je prikazan na risbi T-6512/2.

#### Sredjenapetostni del

Sredjenapetostni del transformatorske postaje predstavljata elektroenergetska transformatorja in novi SN blok.

Nova suha transformatorja 10(20)/0,4 kV, 1250 kVA, Dyn5 bosta nameščena vsak v svojem transformatorskem prostoru nad obstoječo oljno jamo.

SN blok konfiguracije VzVzSMTT bo sestavljen iz šestih SN celic (polj):

- 1. Celica =K+K1: vodna celica.
- 2. Celica =K+K2: vodna celica.
- 3. Celica =K+K3: spojna celica.
- 4. Celica =K+K4: merilna celica.
- 5. Celica =K+K5: transformatorska celica (nameščene bodo SN varovalke nazivnega toka 125 A).
- 6. Celica =K+K6: transformatorska celica (nameščene bodo SN varovalke nazivnega toka 125 A).

Možna je montaža SN bloka SF6 izvedbe ali SN kompaktnega zračno izoliranega stikalnega bloka.

Sredjenapetostni stikalni blok SF6 izvedbe bo napolnjen z izolacijskim plinom SF6. Deli pod napetostjo bodo zaščiteni pred vlago, agresivnim plinom in ostalimi zunanji vplivi. Ohišje bo ozemljeno. V vodnih poljih (=K+K1 in =K+K2), v spojnem polju (=K+K3) in transformatorskih poljih (=K+K5 in =K+K6) bo nameščen odklopni ločilnik z ozemljitvenimi noži. V transformatorskih poljih bodo nameščene še varovalke. Vodni celici omogočata priklop kabla do preseka 300 mm<sup>2</sup>, transformatorski pa do 120 mm<sup>2</sup>.

Izolacijski medij SN kompaktnega zračno izoliranega stikalnega bloka je čist, suh zrak, stikalni medij je vakuum. Ohišje je ozemljeno. Vsi primarni deli SN 20 kV stikalnega bloka (ki so pod napetostjo) in pogonski mehanizmi se nahajajo v popolnoma zaprtem, nepredušno zatesnjenem kovinskem ohišju, ki preprečuje vdor vlage, prahu in drugih snovi iz okolja, ki bi lahko vplivale na pravilno delovanje sistema. V vodnih poljih (=K+K1 in =K+K2), v spojnem polju (=K+K3) in transformatorskih poljih (=K+K5 in =K+K6) bo nameščen tripoložajni odklopni ločilnik z ozemljitvenim stikalom. V transformatorskih poljih bodo nameščene še varovalke.



Posluževanje (zamenjava varovalk), nameščanje in občasne kontrole naprav so dovoljene le v breznapetostnem stanju transformatorske postaje v skladu z obratovalnimi navodili.

Povezava med srednjenapetostno stranjo posameznega transformatorja in transformatorskim poljem SN bloka (=K+K5 in =K+K6) bo izvedena z novimi kabli NA2XS(F)2Y 1x70 mm<sup>2</sup>.

### **Nizkonapetostni del**

Nizkonapetostni del transformatorske postaje bosta predstavljala dva nova NN stikalna bloka =NE1 in =NE2.

NN stikalni blok =NE1 bo sestavljen iz štirih polj:

- +NE11 (spojno polje), ki bo opremljeno s tokovnima transformatorjema (-1T4 in -1T5) prestavnega razmerja 2000/5 A (indikacija smeri napajanja), NN odklopnikom (-1Q1) nazivnega toka 2000 A, obarvanimi NN zbiralkami Ecu 120x10 mm.
- +NE12 (dovodno polje), ki bo opremljeno z zaščitnimi tokovnimi transformatorji (+1T1-3) prestavnega razmerja 2000/5 A, dvema NN odklopnikoma (-1Q1 in -1Q2) nazivnega toka 2000 A (odklopnik -1Q2 je namenjen priklopu agregata nazivne moči 1.35 MVA) ter obarvanimi NN zbiralkami Ecu 120x10 mm. V polju +NE12 bo nameščen analizator (-1P1) (Janiza ali enakovreden), bimetalni rele (-1F1), NN varovalna podnožja z varovalni elementi (-1F1-10), termični rele (-1F9) ter enofazna vtičnica (-1X1);
- +NE13 (razvodno polje), ki bo opremljeno z petimi NN odklopniki (-1Q11-15) nazivnega toka 400 A ter NN zbiralkami Ecu 120x10 mm;
- +NE14 (razvodno polje), ki bo opremljeno z petimi NN odklopniki (-1Q21-25) nazivnega toka 250 A, obarvanimi NN zbiralkami Ecu 120x10 mm ter odvodniki prenapetostnimi (-1F16-18) 25 kA / 320 V (razred I, II po IEC).

NN stikalna bloka =NE1 sme biti največ 3,2 m dolg, 0,6 m širok ter 2 m visok.

NN stikalni blok =NE2 bo sestavljen iz terh polj:

- +NE21 (dovodno polje), ki bo opremljeno z zaščitnimi tokovnimi transformatorji (+2T1-3) prestavnega razmerja 2000/5 A, NN odklopnikom (-2Q1) nazivnega toka 2000 A ter obarvanimi NN zbiralkami Ecu 120x10 mm. V polju +NE21 bo nameščen analizator (-2P1) (Janiza ali enakovreden), bimetalni rele (-2F1), NN varovalna podnožja z varovalni elementi (-1F1-10), termični rele (-2F9) ter enofazna vtičnica (-2X1);
- +NE22 (razvodno polje), ki bo opremljeno z petimi NN odklopniki (-2Q11-15) nazivnega toka 400 A ter obarvanimi NN zbiralkami Ecu 120x10 mm;
- +NE23 (razvodno polje), ki bo opremljeno z petimi NN odklopniki (-2Q21-25) nazivnega toka 250 A, obarvanimi NN zbiralkami Ecu 120x10 mm ter odvodniki prenapetostnimi (-2F17-19) 25 kA / 320 V (razred I, II po IEC).

NN stikalna bloka =NE2 sme biti največ 2,6 m dolg, 0,6 m širok ter 2 m visok.

Povezava med NN stranjo transformatorja in NN blokom ter povezava med NN blokoma (=N1 in =N2) bo izvedena s kabli tipa FG7R 1x300 mm<sup>2</sup>.

Enopolna shema je razvidna iz risbe T-6512/1.

Na nova NN bloka bodo prevezani obstoječi NN izvodi obstoječega NN bloka.



#### 1.4.2 Zaščita

##### 1.4.2.1 Zaščita transformatorja

Novi transformator 1250 kVA bo na primarni strani zaščiten pred tokom kratkega stika z novimi varovalnimi vložki  $U_N = 10$  kV,  $I_{NV} = 125$  A ki bodo nameščene v transformatorski celici =K+K5 oziroma =K+K6. Ti varovalni vložki bodo pregoreli v primeru kratkega stika na povezavi med ločilnim stikalom in transformatorjem, v samem transformatorju ali na nizkonapetostni povezavi in bodo delovali na tripolni izklop stikala.

Pred notranjimi okvarami in preobremenitvijo bo transformator zaščiten s termičnim relejem (-1F9 ter -2F9).

Na NN strani bo montiran NN odklopnik nazivnega toka 2000 A.

##### 1.4.2.2 Zaščita pred električnim udarom

Zaščita bo izvedena:

- z ozemljitvijo vseh obstoječih kovinskih gradbenih elementov,
- z ozemljitvijo vseh obstoječih in novih kovinskih elementov strojne opreme TP in delov električnih naprav in aparatov, ki normalno niso pod napetostjo in ne spadajo med obratovalne tokokroge, vendar utegnejo pri okvari priti pod napetost neposredno ali po električnem obloku (ohišje elektroenergetskega transformatorja, ...),
- s kovinskimi vrati, ki zapirajo dostop v TP,
- z oklopljeno izvedbo NN bloka (kovinska vrata, ki zapirajo NN blok) in
- z gumi tekači, ki so položeni na tleh v SN prostoru in NN prostoru.

##### 1.4.2.3 Nadtokovna zaščita

Nizkonapetostni izvodi bodo varovani z odklopniki, katerih zaščitni elementi bodo nastavljeni na zahtevane vrednosti izklopilnih tokov.

##### 1.4.2.4 Protipožarna zaščita

Transformatorska postaja je prostostoječ objekt. Suhi elektroenergetski transformator +T1 bo postavljen v transformatorski prostor 1, suhi elektroenergetski transformator +T2 bo postavljen v transformatorski prostor 2. Med prostori (transformatorski prostor 1, transformatorski prostor 2, SN prostor in NN prostor) je zidana stena.

Predviden je suhi distribucijski transformator

##### 1.4.2.5 Zaščita pred hrupom

Zaščita pred hrupom je izvedena z zapiranjem transformatorjev v transformatorska prostora.

#### 1.4.3 Električna inštalacija

V transformatorski postaji je obstoječa električna inštalacija v katero niso predvideni nobeni posegi.

#### 1.4.4 Sistem ozemljevanja in ozemljitve

Ozemljitev mora biti izvedena v skladu s standardom SIST EN 50522.

V predmetni transformatorski postaji sta zaščitna in obratovalna ozemljitev združeni.



Vse ozemljitve TP 10(20)/0,4 kVA TP Maribor - Vodovod (t-112) ostanejo obstoječe.

V primeru enopolnega kratkega stika na sredjenapetostni strani ne sme okvarna napetost na združeni ozemljitvi transformatorske postaje preseči vrednosti iz krivulje, določene v standardu SIST EN 50522.

Združena ozemljitev mora izpolnjevati pogoj (lahko znaša največ):

$$R_{zdr} \leq \frac{U_d}{I_z} = \frac{247}{320} = 0,77 \Omega,$$

kjer so:

- $U_d$  - dopustna napetost dotika za čas izklopa  $t_{iz} = 0,45$  s,
- $t_{iz}$  - čas izklopa zaščite v RTP 110/10 kV Koroška vrata, izvod J2, na katerega bo priključena projektirana TP in
- $I_z$  - tok zemeljskega kratkega stika v obravnavanem delu SN omrežja.

Pred priključitvijo TP je potrebno preveriti galvanske stike in izmeriti upornost združene ozemljitve (oboje v suhem vremenu) pri čemer ne sme biti prekoračena vrednost združena ozemljitve  $R_{zdr} = 0,77 \Omega$ . Galvanski stiki morajo biti električno in mehansko kakovostno izvedeni.

Vsa nova kovinska oprema mora biti priključena na obstoječo ozemljitev transformatorske postaje. Za priključke bo uporabljen pocinkani jekleni trak Fe-Zn 20×3 mm.

#### 1.4.5 Izračun kratkega stika in dimenzioniranje naprav

Transformatorska postaja TP 10(20)/0,4 kVA TP Maribor - Vodovod (t-112) se napaja iz RTP 110/10 kV Koroška vrata, po izvodu J02. Kratkostična moč na zbiralkah 10 kV v RTP 110/10 kV Koroška vrata znaša:  $S_k = 248$  MVA.

##### 1.4.5.1 Sredjenapetostna stran

Vrednosti moči in tokov ob kratkem stiku na zbiralkah 10 kV v RTP:

kratkostična moč:  $S_k'' = 248$  MVA

trajni tok kratkega stika:  $I_{ktr} = 14,32$  kA

udarni tok kratkega stika:  $I_{ku} = 35,03$  kA

Tema najmanjšima vrednostima mora ustrezati novi SN postroj

##### 1.4.5.2 Nizkonapetostna stran

Za transformator 1250 kVA bodo vrednosti na NN strani:

$I_{ktr0,4} = 30,28$  kA

$I_{ku0,4} = 67,67$  kA

Tema najmanjšima vrednostima mora ustrezati obstoječi NN postroj.

**Opomba:** izračun je narejen za najbolj neugoden primer kratkega stika (kratek stik na zbiralkah RTP-ja). Dejanske vrednosti kratkega stika so zaradi reaktanc sredjenapetostnega omrežja manjše.

#### Tokovni transformatorji v dovodnem polju nizkonapetostnega stikalnega bloka

$I_{ter} = 60 \times I_n = 120$  kA >  $I_{ktr0,4} = 31,01$  kA

$I_{din} = 2,5 \times I_{ter} = 300$  kA >  $I_{ku0,4} = 69,29$  kA.



#### 1.4.6 Hlajenje elektroenergetskega transformatorja

Predvideno je hlajenje elektroenergetskega transformatorja z naravno cirkulacijo svežega ter segretega zraka skozi ventilacijske odprtine z negibljivimi žaluzijami nad vrati posameznega transformatorskega prostora transformatorske postaje kot je prikazano na risbi fasad TP T-6512/3. Pogoj za dobro odvajanje toplotne energije je naravna cirkulacija zraka.

Po podatkih proizvajalca suhega transformatorja so izgube posameznega transformatorja nazivne moči 1250 kVA:

- izgube praznega teka:  $P_{Fe} = 1800 \text{ W}$  in
- izgube kratkega stika:  $P_{Cu} = 11000 \text{ W}$ .

Podatki merodajni za analizo:

- skupne izgube  $P_{izg} = P_{Fe} + P_{Cu} = 1800 \text{ W} + 11000 \text{ W} = 12800 \text{ W}$ .
- najvišja temperatura v postaji:  $35^\circ\text{C}$
- temperatura svežega zraka:  $20^\circ\text{C}$
- temperaturna razlika:  $T = 15^\circ\text{C}$
- višinska razlika med transformatorjem in izhodno odprtino:  $h = 1,5 \text{ m}$
- faktor upornosti gibanja zraka:  $R = 5$

Potrebna površina vhodnih odprtin mora znašati:

$$S_1 = \sqrt{\frac{13,2 \cdot P_{izg}^2 \cdot R}{T^3 \cdot h}} = \sqrt{\frac{13,2 \cdot 12,8^2 \cdot 5}{15^3 \cdot 1,5}} = 1,461 \text{ m}^2$$

Potrebna površina izhodnih odprtin mora znašati:

$$S_2 = \frac{S_1}{0,92} = \frac{1,46}{0,92} = 1,588 \text{ m}^2$$

Velikost že izvedenih vhodnih odprtin znaša  $S_1 = 1,65 \text{ m}^2$ , kar je več od izračunane potrebne površine vhodnih odprtin.

Velikost že izvedenih izhodnih odprtin znaša  $S_2 = 1,8 \text{ m}^2$ , kar je več od izračunane potrebne površine izhodnih odprtin.

Tako izvedene hladilne odprtine omogočajo naravno hlajenje transformatorja.

#### 1.4.7 Strel vodna zaščita TP

Na objektu je že izvedena strel vodna zaščita. Zaradi dotrajanosti in v sled predvidene zamenjave strešne kritine je predvidena zamenjava obstoječega strel voda.

Načrt električnih inštalacij in električne opreme je izdelan na podlagi tehnične smernice TSG-N-003:2009 Zaščita pred delovanjem strele.

Na podlagi 4. člena Pravilnika o zaščiti stavb pred delovanjem strele, Ur.l. RS, št. 28/2009, morajo biti vsi manj zahtevni in zahtevni objekti opremljeni s sistemom zaščite pred strelo z zaščitnim nivojem najmanj IV, ki mora biti projektiran, izveden in vzdrževan tako, da:

- odvede atmosfersko razelektrenje v zemljo brez škodljivih posledic ter pri tem ne povzroča iskrenja in električnih preskokov, ki bi lahko povzročili požar,
- omeji okvare električnih, telekomunikacijskih in drugih oskrbovalnih sistemov na najmanjšo možno mero,
- omeji okvare električnih in elektronskih naprav na najmanjšo možno mero in
- zagotavlja dovolj nizke napetosti dotika in koraka z ustrezno izenačitvijo potenciala.





Električno izolacijo med lovilno mrežo, odvodi in kovinskimi deli dosežemo z vzpostavitvijo ločilne razdalje med kovinskimi deli v objektu in zunanjim sistemom strelovodne zaščite. Ločilna razdalja mora biti večja od varnostne razdalje, ki jo določimo z enačbo:

$$s = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l = 0,04 \cdot \frac{0,75}{0,5} \cdot 4 = 0,24 \text{ m} = 24 \text{ cm} ;$$

kjer je:

- $s$  - varnostna razdalja;
- $k_i$  - koeficient odvisen od vrste strelovodne zaščite;
- $k_c$  - koeficient odvisen od toka strele, ki teče po odvodu;
- $k_m$  - koeficient odvisen od izolacijskega materiala;
- $l$  - dolžina vodnika strelovodnega sistema, na katerem je ločilno razdaljo potrebno vzpostaviti, do najbližje točke izenačitve potencialov.

Obravnavana transformatorska postaja je zidana transformatorska postaja, in je del poslopja. Dimenzije tlorisa strehe TP so 8 m × 7 m, višina TP nad terenom je 4 m.

Transformatorska postaja je manj zahteven objekt, ki morata biti opremljen s sistemom zaščite pred strelo z zaščitnim nivojem najmanj IV (LPS). Transformatorska postaja je brez stalne ljudske posadke, predviden je le redni pregled dvakrat letno ter redna vzdrževalna dela enkrat letno oziroma po potrebi ali po navodilih proizvajalca opreme.

V analizi zaščite obravnavane TP pred delovanjem strele s programskim orodjem Risk assesment calculator so bili ovrednoteni posamezni riziki skladno z vzroki in vrstami škod ter vrstami izgub (posamezne skupine rizikov so navedene v standardih SIST EN 62305-1 in SIST EN 62305-2).

Tolerančni riziko ( $R_t$ ) določa največjo vrednost sprejemljivega rizika ščitenege objekta.

Podatki, ki so bili upoštevani pri izračunu rizika so prikazani v tabeli 1 ter tabeli 2:

Podatki objekta				
<i>Dimenzije</i>	<i>Dolžina (m):</i>	<i>Širina (m):</i>	<i>Višina (m):</i>	<i>Ekvivalentna površina (m<sup>2</sup>):</i>
	8	7	4	868
<i>Vplivi okolice</i>	<i>Lokacija:</i>	<i>Faktor okolice:</i>	<i>Število nevihtnih dni:</i>	<i>Gostota udarov strele:</i>
	enake višine	urbano okolje ter visoke stavbe	32	3,2
<i>Lastnosti</i>	<i>Tveganje poškodbe objekta:</i>	<i>Učinkovitost oklopljenosti objekta:</i>	<i>Notranje ožičenje:</i>	
	nizko tveganje	nizka	neoklopljeno	
<i>Napajanje z el. energijo</i>	<i>Tip napajanja:</i>	<i>Tip kabla:</i>	<i>Prisotnost TP:</i>	
	kabelsko	neoklopljen	da	
<i>Drugi podzemni vodi</i>	<i>Število podzemnih vodov:</i>		<i>Tip podzemnih vodov:</i>	
	0		0	
<i>Drugi nadzemni vodi</i>	<i>Število nadzemnih vodov:</i>		<i>Tip nadzemnih vodov:</i>	
	0		0	
<i>Zaščitni ukrepi</i>	<i>LPS:</i>	<i>Proti požarna zaščita:</i>	<i>Prenapetostna zaščita:</i>	
	- III razred	- ročni sistem	- koordiniran SPD	

Tabela 1



Vrsta izgube			
Izguba človeških življenj (L1)	Posebno tveganje za življenje:	Izguba življenj zaradi požara:	Izguba življenj zaradi prenapetosti:
	brez specifičnega tveganja	druge zgradbe	ni relevantno
Izguba javne oskrbe (L2)	Izguba oskrbe zaradi požara:		Izguba oskrbe zaradi prenapetosti:
	oskrba z el. energijo		oskrba z el. energijo
Izguba nenadomestljive kulturne dediščine (L3)	Izguba dediščine zaradi požara:		
	dediščina brez vrednosti		
Gospodarska izguba (L4)	Posebne ekonomske izgube:	Izgube zaradi požara:	Izgube zaradi prenapetosti:
	okoljevarstvene izgube	gospodarska lastnina	druge zgradbe
	Izgube zaradi napetosti dotika/koraka:		Sprejemljivo tveganje izgub:
	brez		1 izguba v 1.000 letih

Tabela 2

Rezultati so prikazani v tabeli 3:

Rezultat izračuna rizika				
	Dopustni riziko ( $R_t$ )	Riziko škode - direktni udar strele ( $R_d$ )	Riziko škode - indirektni udar strele ( $R_i$ )	Izračunani skupni riziko ( $R$ )
Izguba človeških življenj (L1)	$10^{-5}$	$1,67 \cdot 10^{-8}$	$2,16 \cdot 10^{-8}$	$3,83 \cdot 10^{-8}$
Izguba javne oskrbe (L2)	$10^{-3}$	$9,78 \cdot 10^{-8}$	$2,04 \cdot 10^{-5}$	$2,05 \cdot 10^{-5}$
Izguba dediščine (L3)	$10^{-3}$	0	0	0
Gospodarska izguba (L4)	$10^{-3}$	$3,07 \cdot 10^{-6}$	$6,32 \cdot 10^{-6}$	$9,38 \cdot 10^{-6}$

Tabela 3

Kadar za celotni riziko  $R$  velja  $R > R_t$  je treba upoštevati takšno vrsto zaščitnih nivojev pred strelo, da bo dejanski riziko  $R$  manjši od tolerančnega  $R_t$ .

Vrste zaščitnih ukrepov in izbira zaščitnih nivojev, ki omogočajo zmanjševanje škodnega rizika  $R$ , so razvidne iz standardov SIST EN 62305-3 in SIST EN 62305-4, in sicer:

- SIST EN 62305-3 za zaščito pred poškodbami živih bitij in fizične škode v objektih,
- SIST EN 62305-4 za poškodbe notranjih naprav in elektronskih sistemov v objektu.

Z dobljenimi rezultati analize zaščite obravnavane TP pred delovanjem strele, s programskim orodjem IEC Risk assesment calculator, so bili ovrednoteni posamezni riziki skladno z vzroki in vrstami škod ter vrstami izgub (posamezne skupine rizikov so navedene v standardih SIST EN 62305-1 in SIST EN 62305-2).

#### **Zunanji sistem strelovodne zaščite**

Obstoječi lovilni sistem zunanjega sistema zaščite pred delovanjem strele obstoječe TP je sestavljen iz pocinkanega valjanca (24×4 mm). Na strehi obstoječe TP je izvedena mreža velikosti zanke 7×8 m. Na podlagi rezultatov izračuna rizika s programskim orodjem IEC Risk assesment calculator obstoječi sistem zaščite pred delovanjem strele mora obstoječi sistem zaščite pred delovanjem strele ustrezati zahtevanemu VI zaščitnemu nivoju. Ta pogoj je izpolnjen, saj velja, da mora biti za VI zaščitni nivo izvedena mreža velikosti zanke največ 20×20 m.



V posamezni odvod mora biti montirana merilna sponka. Odvodi morajo biti zaščiteni z vertikalno zaščito za mehansko zaščito odvoda.

Obstoječ ozemljilni sistem TP, kot del zunanjega LPS, ki električni tok strele spelje v zemljo bo obnovljen. Uporabljen bo pocinkanega valjanca (24×4 mm)

#### **Notranji sistem strelovodne zaščite**

V transformatorski postaji bodo nameščene naprave za zaščito pred udarnim razelektritvenim tokom strele ali udarnim prenapetostnim valom, in sicer:

- na NN zbiralkah bodo montirani odvodniki prenapetosti 30 kA / 320 V; (razred I po IEC) ter odvodniki prenapetosti 12,5 kA / 275 V; (razred I, II po IEC)
- merilna in komunikacijska oprema bo zaščiten z odvodniki prenapetosti razred II,  $I_n = 15 \text{ kA}$ ,  $I_{max}(8/20) \gg 30 \text{ kA}$ , maks.  $U_c(AC/DC) = 275/350 \text{ V}$ , IP 55.

Prenapetostni odvodniki bodo ozemljeni po najkrajši poti z ozemljitvenimi vodniki tipa P/M ECU 16 mm<sup>2</sup>.

Na podlagi izvedene analize je ugotovljeno, da je načrtovana zaščita pred delovanjem strele zagotavlja naslednje:

- doseženi parametri zaščitnega nivoja TP so boljši od zahtevanega LPL VI (dosežen je LPL III),
- izračunane varnostne in ločilne razdalje kovinskih mas znašajo 24 cm,
- vsi priključki kovinskih mas z definiranimi zbiralkami za izenačitev potencialov so obstoječi,
- velikost upornosti združene ozemljitve je razvidna iz poglavij 1.4.4.

#### **1.4 Varstvo okolja in ravnanje z odpadki**

Pri izvedbi predvidenih del mora izvajalec del, njegovi podizvajalci, kooperanti in drugi zunanji sodelavci upoštevati določila Zakona o varstvu okolja (ZVO-1-UPB1; Ur.l.RS 39/2006, ZVO-1B; Ur.l.RS 70/2008), Uredbe o odpadkih (Ur.l. št. 103/2011), Uredbe o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih (Ur.l. št. 34/2008) in internih Navodil za ravnanje z odpadki družbe Elektro Maribor, januar 2006.

Za ravnanje z odpadki na gradbišču je v celoti odgovoren investitor. Vsi odpadki in demontirana oprema so last in breme investitorja, ki pa lahko pooblasti izvajalca del, da v njegovem imenu preda nastale odpadke zbiralcu ali predelovalcu odpadkov. Ne glede na to kdo preda odpadke, mora investitor ob predaji vsake pošiljke odpadkov pridobiti od prevzemnika odpadkov izpolnjen evidenčni list in voditi evidenco o vrstah in količinah nastalih gradbenih odpadkov na posameznem objektu.

Glede ravnanja z odpadki in varstva okolja velja:

1. Izvajalec del sme na gradbišču začasno skladiščiti nastale odpadke ločeno po vrstah iz klasifikacijskega seznama odpadkov. Skladiščenje je treba organizirati tako, da je onemogočeno onesnaženje okolja v smislu izlitja ali razsutja določene vrste odpadkov in preprečiti medsebojno mešanje posameznih vrst odpadkov. Če na gradbišču ni mogoče zagotoviti varnega začasnega skladiščenja odpadkov, je potrebno organizirati odlaganje v zabojnike, ki so nameščeni na gradbišču ali ob njem in so prirejeni za odvoz brez kasnejšega prekladanja.
2. Pri delih na objektih Elektro Maribor je lastnik demontirane opreme OE, na območju katere se izvajajo gradbena dela. Investitor se lahko z izvajalcem del dogovori za odvoz odpadkov na lokacijo OE, zbirnega centra Radvanje ali k pooblaščenemu zbiralcu ali predelovalcu, kjer jih le-ta preda v njegovem imenu. V evidenčnem listu, ki spremlja



vsako pošiljko odpadkov, mora biti kot imetnik odpadkov vpisan investitor.

3. Prevzem nevarnih odpadkov izvajajo specializirani prevzemniki tudi neposredno na gradbišču. Elektro Maribor ima za predajo nevarnih odpadkov sklenjeno pogodbo z izbranim izvajalcem.
4. V primeru razlitja, razsutja ali izpusta nevarnih snovi v okolje je treba takoj omejiti nadaljnje širjenje onesnaženja, obvestiti odgovorne osebe na gradbišču in sanirati nastalo onesnaženje okolja. V primeru velike okoljske nesreče je treba obvestiti Center za obveščanje (tel. 112) in odgovorne osebe v družbi.

Pri delih na obravnavanem objektu bodo nastale naslednje vrste in količine odpadkov:

Klasif. št.	Naziv odpadka	Količina (kg)
16 02 14	zavržena električna oprema	10.500

Ravnanje z nastalimi odpadki bo izvedeno v skladu z zgoraj navedenimi predpisi in internimi Navodili za ravnanje z odpadki družbe Elektro Maribor, januar 2006.

#### **1.5 OCENA INVESTICIJSKIH STROŠKOV**

Ocenjena vrednost predvidenih rekonstrukcijskih del transformatorske postaje TP 10(20)/0,4 kV TP Maribor - Vodovod (t-112) znaša:

**136.172,40 EUR**

Vrednost investicijskih stroškov je ocenjena na temelju cen veljavnih junija 2017 (brez DDV) in zajema vrednost materiala ter ročnega in strojnega dela.