

Naziv projektanta:



**ELEKTRO
LJUBLJANA**

Elektro Ljubljana

podjetje za distribucijo električne energije, d.d.
Slovenska cesta 58, 1516 Ljubljana

Objekt:

**Zdravstveni dom
Bežigrad - prizidek**

Investitor:

**Mestna občina Ljubljana,
Mestni trg 1, 1000 Ljubljana**

Vrsta gradnje:

NOVA GRADNJA

Vrsta projektne dokumentacije:

PROJEKT IZVEDENIH DEL

Vsebina mape:

4.2

**NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN
ELEKTRIČNE OPREME**

**Nadomestna TP ZD Bežigrad z vključitvijo
v SN in NN omrežje**

Številka projekta:

311150174

Številka načrta:

ELR2 1450/16

Datum:

Ljubljana, junij 2017



**ELEKTRO
LJUBLJANA**

4.2.1 NASLOVNA STRAN Z
OSNOVNIMI PODATKI O NAČRTU

DE Ljubljana mesto
Kotnikova 9
1000 Ljubljana

4.2.1 NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI O NAČRTU

Vrsta načrta: **4.2 NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME**

Investitor: **Mestna občina Ljubljana
Mestni trg 1,
1000 Ljubljana**

Objekt: **Zdravstveni dom Bežigrad - prizidek**

Vrsta dokumentacije: **PZI**

Za gradnjo: **NOVA GRADNJA**

Projektant: **ELEKTRO LJUBLJANA d.d.
Slovenska cesta 58, 1516 LJUBLJANA**

Odgovorna oseba projektanta:
Roman Jesenko

Podpis:

Datum:

Žig podjetja

Odgovorni vodja projekta:

**Anton Žigon, univ. dipl. inž. grad.
(G-0680)**

Podpis:

Osebni žig

Odgovorni projektant:

**Damijan Kitak, univ. dipl. inž. el.
(E-1288)**

Podpis:

Osebni žig

Številka projekta:

311150174

Številka načrta:

ELR2 1450/16

Številka izvoda.:

1, 2, 3, 4

Ljubljana, junij 2017

Objekt: **Zdravstveni dom Bežigrad - prizidek**

Številka projekta/načrta: **311150174 / ELR2 1450/16**

stran/strani: **1/2**

 ELEKTRO LJUBLJANA	4.2.1 NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI O NAČRTU	DE Ljubljana mesto Kotnikova 9 1000 Ljubljana
--	--	--

Drugi sodelavci:

Matej Gašperin, dipl.inž.el. (tehnični del)

Podpis:

**4.2.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA**

Vrsta načrta: **4.2 NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME**

Investitor: **Mestna občina Ljubljana**
 Mestni trg 1,
 1000 Ljubljana

Objekt: **Zdravstveni dom Bežigrad - prizidek**

Vrsta dokumentacije: **PZI**

Za gradnjo: **NOVA GRADNJA**

Št. načrta: **ELR2 1450/16**

ŠT.:	NAZIV SESTAVINE NAČRTA:
4.2.1	Naslovna stran
4.2.2	Kazalo vsebine načrta
4.2.3	Tehnično poročilo
4.2.4	Risbe in priloge



4.2.3 TEHNIČNO POROČILO

Vrsta načrta: **4.2 NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME**

Investitor: **Mestna občina Ljubljana
Mestni trg 1,
1000 Ljubljana**

Objekt: **Zdravstveni dom Bežigrad - prizidek**

Vrsta dokumentacije: **PZI**

Za gradnjo: **NOVA GRADNJA**

Št. načrta: **ELR2 1450/16**

1.	UVOD	2
1.1.	OPIS NAMERAVANE GRADNJE.....	2
1.2.	OPIS LOKACIJE GRADNJE.....	2
2.	TEHNIČNI OPIS	3
2.1.	Analiza obstoječega stanja	3
2.2.	PREDVIDENA TEHNIČNA REŠITEV	5
2.2.1	Uvod	5
2.2.2	Opis transformatorske postaje	5
2.2.3	Transformator	5
2.2.4	Nastavitev zaščite	7
2.2.5	SN oprema.....	7
2.2.6	NN oprema	8
2.2.7	Razsvetljava.....	10
2.2.8	SN kabelsko omrežje	11
2.2.9	NN kabelsko omrežje.....	11
2.2.10	Elektro kabelska kanalizacija (EKK)	12
2.2.11	Zaščita transformatorja.....	13
2.2.12	Navodila izvajalcu.....	13
3.	OZEMLJITVE	15
3.1.	Ozemljitev transformatorske postaje.....	15
4.	IZRAČUNI IN DIMENZIONIRANJE	19
5.	ELABORAT VARNOSTI IN ZDRAVJA PRI DELU	24
6.	VPLIVI NA OKOLJE IN PROSTOR.....	30
7.	PRAVILNIKI IN STANDARDI UPOŠTEVANI V NAČRTU	31
8.	POPIS DEL IN MATERIALA Z OCENO STROŠKOV	32



1. UVOD

Predmet projektne dokumentacije je izdelava PZI načrta za izgradnjo nove transformatorske postaje TP0372 Zdravstveni dom Bežigrad z izgradnjo pripadajoče elektrokabelske kanalizacije (EKK) in njeno vključitev v srednje napetostno elektroenergetsko omrežje. Kabla, tipa 3 x NA2XS(F)2Y 1x 150/25 mm² RM, 12/20 kV, se bosta uvelikla v cevi obstoječe in novo zgrajene kabelske kanalizacije. Predvidena TP bo z električno energijo napajala zdravstveni dom Bežigrad in sosednje objekte.

Prikaz območja obdelave je razviden iz risbe E 001.

1.1. OPIS NAMERAVANE GRADNJE

Investitor Mestna občina Ljubljana namerava porušiti del objekta (prizidek) Zdravstvenega doma (ZD) Bežigrad in ker se obstoječa TP0372 Zdravstveni dom Bežigrad nahaja ravno v tem delu objekta, bo potrebno pred rušitvijo obstoječe TP zgraditi novo, jo opremiti z opremo in izvesti prevezave na novo TP. Po prevezavi se bo oprema stare TP demontirala, objekt pa porušil.

Poleg izgradnje nove TP se ob ZD Bežigrad in Peričevi ulici zgradi nova elektrokabelska kanalizacija (EKK) z devetimi (9) in šestimi (6) cevmi, ter tremi (3) jaški, v velikosti 2,0x1,6x1,8m in vanjo uvelikče nov SN kabel.

1.2. OPIS LOKACIJE GRADNJE

Obravnavana transformatorska postaja TP0372 Zdravstveni dom Bežigrad, bo locirana v novem, zahodnem delu ZD Bežigrad, v prvi (1) kleti. TP prostor je omogočen z dvorišča podjetja.

Dovoz in transport opreme je omogočen s Peričeve ulice in nato po dovozni poti v garažno hišo do TP, ki je v prvi kleti.



2. TEHNIČNI OPIS

Obstoječi objekt oz. prizidek je bil zgrajen v šestdesetih letih prejšnjega stoletja in ne ustreza več standardom protipotresne gradnje, toplotne zaščite in prostorskim pogojem za ustrezno oskrbo pacientov. Glede na navedeno je bilo ugotovljeno, da obstoječi prizidek ne ustreza več tako tehničnim pogojem kot tudi prostorskim pogojem za opravljanje zdravstvene dejavnosti, zato se prizidek odstrani in nadomesti z novim.

Glavna stavba objekta Zdravstvenega doma Bežigrad se ohrani in izvede prilagoditev prehoda z novo vstopno avlo.

Projekt za izvedbo obravnava izgradnjo nove transformatorske postaje TP ZD Bežigrad in vključitev v distribucijsko SN omrežje Elektro Ljubljana, d.d..

Obstoječo TP ZD Bežigrad bo potrebno porušiti in zgraditi novo, ki se bo nahajala v novem prizidku. Prizidek ZD Bežigrad se bo gradil v dveh fazah. V prvi fazi se bo porušil prizidek ob glavni stavbi, v drugi fazi pa še ostali del prizidka.

Po rušitvi prvega dela prizidka, se bo zgradil objekt tik za glavno stavbo, kjer bo v prvi kleti tudi nova TP0372 ZD Bežigrad in po končani gradnji prve faze, se bo nova TP opremila v celoti in sicer:

- montirala se bo celotna oprema TP (Tr, SN in NN blok, kabelske povezave med TR in SN/NN blokom, razsvetljava, ozemljitve,
- za vključitev nove TP se bosta uvlekla SN kabla in pripravila na priklop,
- za napajanje sosednjih objektov se bodo uvlekli vsi potrebni NN kabli (5×),
- v KJ03 se bodo pripravile NN spojke.

Ko bo oprema v novi TP pripravljena, SN in NN kabli uvlečeni v novo EKK, pripravljene NN spojke, se lahko obstoječa TP 0372 ZD Bežigrad izklopi in izvedejo SN in NN prevezave na novo TP ZD Bežigrad. Po izvedeni prevezavi, se lahko demontira oprema v stari TP (faza 2).

2.1. ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA

2.1.1. Transformatorska postaja

Obstoječa transformatorska postaja TP 0372 ZD Bežigrad je locirana v kletnih prostorih na južni strani prizidka ZD Bežigrad in je tipa »KB v stavbi« z inštalirano močjo 630 kVA.

Ime TP:	TP 0372 Zdravstveni dom Bežigrad
Primarna obratovalna napetost:	10 kV
Konstrukcija TP:	KB v stavbi
Sekundarna obratovalna napetost:	0,4
Projektirana moč:	630 kVA
Leto gradnje:	1963



2.1.2. Obstoječa elektro kabelska kanalizacija (EKK)

Na območju predvidenem za izdelavo novega prizidka ni obstoječe kabelske kanalizacije.

Prikaz poteka obstoječe EKK je razviden iz risbe E 003.

2.1.3. NN omrežje

Transformatorska postaja napaja okoliške objekte, preko petih izvodov s kablji prerezov 4x150 in 4x95mm².

Izvodi razdelilca so naslednji:

Izvod 1: KO Linhartova 26 odv. omrežje Robbova 25, 23, 21, 19,
kabel 1 kV: PP00 4x150, varovalni vložek: tip: NH2 200A,
varovalno podnožje, tip: VUP TIP I 500A

Izvod 2: KO Kržičeva 8, 6 RN iz TP Bežigrad CENTER
kabel 1 kV: IPO13 4x95, varovalni vložek: tip: NH2 315A,
varovalno podnožje, tip: VUP TIP I 500A

Izvod 3: KO v ograji Kržičeva – Peričeva odv. Gimnazija Bežigrad
kabel 1 kV: IPO13 4x95, varovalni vložek: tip: NH2 160A,
varovalno podnožje, tip: VUP TIP I 500A

Izvod 4: KO Peričeva 7, 3, 5, 1
kabel 1 kV: IPO13 4x95, varovalni vložek: tip: NH2 250A,
varovalno podnožje, tip: VUP TIP I 500A

Izvod 5: KO GIMNAZIJA BEŽIGRAD
kabel 1 kV: PP00 4x185, varovalni vložek: tip: NH2 250A,
varovalno podnožje, tip: VUP TIP I 500A

Izvod 6: ZD Bežigrad
kabel 1 kV: IPO13 4x95, varovalni vložek: tip: NH2 200A,
varovalno podnožje, tip: VUP TIP I 500A

Prikaz obstoječega stanja obravnavane transformatorske postaje je razviden iz risbe E 002 in enopolne sheme E 006.

2.1.4. SN omrežje

Po Kržičevi ulici poteka SN kabelska veja TP0288 Kržičeva – TP0372 ZD Bežigrad – TP0679 Center Bežigrad.

Na obravnavanem območju potekata dve SN kabelski veji in sicer:

- IPO13 3x95 mm² med TP0679 Center Bežigrad - TP0372 ZD Bežigrad.
- IPO13 3x95 mm² med TP0372 ZD Bežigrad - TP0288 Kržičeva.

 ELEKTRO LJUBLJANA	4.2.3 TEHNIČNO POROČILO	DE Ljubljana mesto Kotnikova 9 1000 Ljubljana
--	--------------------------------	--

Kablovoda sta položena delno v zemljo in delno v kabelsko kanalizacijo.

2.2. PREDVIDENA TEHNIČNA REŠITEV

2.2.1 Uvod

Projekt za izvedbo obravnava rušitev stare in izgradnjo nove transformatorske postaje TP0372 Zdravstveni dom Bežigrad in vključitev v distribucijsko SN omrežje Elektro Ljubljana. Namesto obstoječega transformatorja moči 1× 630 kVA se bo zaradi potrebe po večji moči vgradil 1×1000 kVA vključno z 20 kV priključnima kabloma.

Na obravnavanem območju se bo zgradila tudi nova EKK. V omenjeno EKK se bodo uvelikli SN energetski kabli tipa NA2XS(FL)2Y 1x 150/25 mm² RM, 12/20 kV.

2.2.2 Opis transformatorske postaje

Transformatorska postaja je locirana v prvi kleti novega objekta ZD Bežigrad.

V transformatorski postaji so naslednji prostori :

- SN/NN prostor, v velikosti 2,8 × 3,00 m,
- transformatorski prostor (trafo boks) v velikosti 2,3 × 3,00 m.

Podrobnejši opis objekta transformatorske postaje s statičnim izračunom in načinom postavitve je izdelan v ločenem tipskem načrtu 1.1 - Načrt arhitekture.

Transformatorski prostor je dimenzioniran za transformator moči 1000 kVA, kar pomeni, da je hlajenje transformatorskega prostora ustrezno.

2.2.2.1. Hlajenje transformatorja

Ventilacija transformatorskega prostora je vzgonska z naravnim vlek. Dovod zraka je izveden preko rešetk na vhodnih vratih in rešetk v steni transformatorskega dela TP, skozi katere prihaja hladen zrak v transformatorski boks. Izhod toplega zraka je izveden preko odprtín – rešetk pod montažno streho.

2.2.3 Transformator

V transformatorsko postajo bo vgrajen trifazni energetski transformator tipa ETRA 7HTMI3 moči 1000 kVA 21/0,42 kV Dyn5 z lovilno posodo. Transformator bo nameščen v TR prostoru. Transformator mora biti napolnjen z biološko razgradljivim oljem MIDEI 7131.

Tip transformatorske postaje: KB v objektu (v kleti)

Tip transformatorja: ETRA 7HTIM

Nazivna moč Tr: 1000 kVA

Nazivna napetost na SN strani: 12 (24) kV

Nazivna napetost na NN strani: 420/242 V



Nazivna tok na prim. strani TR:	18A na 20kV
Nazivna tok na sek. strani TR:	1443A
Nazivna frekvenca:	50 Hz
Prevezljiv TR:	21/0,42kV
Spoj:	Dyn5
Kratkostična napetost:	6,0%
Izgube praznega teka	770W
Izgube kratkega stika	10500W
Dimenzije [D×Š×V]:	1,720 ×0,970 × 1,680 m
Skupna masa transformatorja:	2925 kg

Transformator se opremi z zaščitno integralno varnostno napravo (R.I.S.) katera vsebuje funkcije Buchholz releja, termometra, indikatorja olja ter tlačne reliefne naprave.



Zaščitna integralna varnostna naprava R.I.S

Smer naprave RIS za TR je **270°**.

Dimenzioniranje lovilca hladilne tekočine:

V	potrebni volumen lovilca hladilne tekočine /dm ³ /
V _I	izračunani volumen lovilca hladilne tekočine /dm ³ /
T	teža hladilne tekočine transformatorja moči 1000 kVA /kg/
S _T	specifična teža hladilne tekočine: 0,88 kg/dm ³

$$V = \frac{T}{S_T} = \frac{595 \text{ kg}}{0,88 \text{ kg/dm}^3} = 676,1 \text{ dm}^3$$

$$V_I = d \times \dot{s} \times g = 18 \times 10,5 \times 2,8 \text{ dm} = 529,2 \text{ dm}^3$$

Dimenzije lovilne posode transformatorja naj bi znašala cca 1800×1050×280mm, v katero bi v primeru nezgode iztekla hladilna tekočina »midel 7131«, zato transformator ne potrebuje jame za lovljenje iztekle hladilne tekočine.

Prikaz SN in NN povezav je razviden iz risbe E 004 in E 005.



2.2.3.1. Povezava med transformatorsko celico =J03 in transformatorjem

Povezava med srednjenapetostno transformatorsko celico in transformatorjem bo izvedena s tremi 20 kV enožilnimi kabli tip NA2XS(F)2Y 1 x 70 RM/16 mm². Kabel se v transformatorski celici zaključi s kotnim adapterjem, tipa POLT-24D/1XI 70-150mm², na transformatorju pa s kabelskim konektorjem, tipa CWS 250A 24kV 16-95mm². Ekran kablov bo na obeh koncih ozemljen.

Varovanje povezovalnih kablov in transformatorja bo izvedeno z SN varovalkami 125 A nameščenimi v transformatorski celici. Kabli bodo s pomočjo nemagnetnih nosilcev pritrjeni na steno.

2.2.4 Nastavitev zaščite

Za zaščito transformatorja na 10kV se uporabijo varovalke 125A.

Pred preobremenitvijo na NN strani bo transformator ščitil odklopni ločilnik 1600A, tipa ABB Emax T7. Predtokovna zaščita na stikalu se nastavi na vrednost $L = 0,97 \times I_N$ A, kratkostična zaščita na vrednost na $I = 6 \times I_N$, čas pa na $t = 24s$.

SN kabli se ščitijo z zaščitnimi elementi nameščenimi v razdelilno transformatorski postaji (RTP). NN kabli so pred kratkimi stiki in preobremenitvami varovani z varovalkami.

2.2.5 SN oprema

Srednje napetostni postroj bo sestavljen iz SN bloka (Vz-Vz-Tr), tip 8DJH (z oznako +J01 do +J03), nazivne napetosti 24 kV, sestavljene v blok (RRT), izdelovalca »Siemens« v skladu z enopolno shemo (risba E 010) in tlorsno razporeditvijo, ki je razvidna iz risbe E 004.

Dimenzije bloka so: 1050 x 775x 1400 mm (Š x G x V).

Splošni tehnični podatki za celotni blok:

Nazivna napetost:	10,5/(21) kV
Nazivna vzdržna izmenična napetost:	50 kV
Nazivna vzdržna atmosferska udarna napetost:	125 kV
Nazivna frekvenca:	50 Hz
Nazivni tok transformatorske celice:	200 A
Nazivni tok vodne celice:	630 A
Nazivni tok zbiralnice:	630 A
Kratkostični vzdržni tok (Is):	16 kA
Kratkostični vzdržni tok (3s):	20 kA
Temenski zdržni tok:	40 kA
Nazivna vklopna zmogljivost TR celice	25 kA
Temperaturno območje delovanja	- 40 do + 70

Stikalni blok bo vgrajen v NN/SN prostor. Pod stikalnim blokom se nahajajo odprtine za kabselske razvode.

**Opis posameznih celic in zaščit 20 kV stikalnega bloka celic****Vodna celica – R**

Celici št.: =J01, =J02,

Celica vsebuje naslednjo opremo: tripoložajno ločilno-ozemljilno stikalo z ročnim pogonom s funkcijo odklopnega ločilnika in ozemljilnega stikala, zbiralnice, mehanizem za hiter vklop ozemljilnega stikala, indikator napetosti, skozniki s kabelskimi T priključki.

Transformatorska celica – T

Celica št.: =J03.

Celica vsebuje naslednjo opremo: tripoložajno ločilno-ozemljilno stikalo v kombinaciji s SN varovalkami 80A, z ročnim pogonom s funkcijo odklopnega ločilnika in ozemljilnega stikala, medsebojne mehanske blokade med ločilnikom in ozemljilnim nožem, indikator napetosti, zbiralnice, skozniki s kabelskimi T priključki.

Izgled in enopolna shema nove SN omare je razviden iz risbe E 008.

2.2.6 NN oprema

V obravnavanem primeru TP bomo vgradili nizkonapetostni postroj (NN) postroj.

NN postroj bo nameščen v SN/NN prostoru in bo sestavljen iz:

- dovodnega polja NE1,
- odvodnega polja NE2,
- odvodnega polja NE3 (meritve na NN zbiralkah).

Na NN plošči se vgradi prenapetostne odvodnike SAFETEC BR 12,5kA ki se jih predvaruje s talilnimi vložki 160A.

Distribucijska NN omara (NE1 in NE2):

Nizkonapetostni razvod se varuje in vklaplja preko glavnega močnostnega odklopnika ($I_N = 1600\text{ A}$, nastavi se na vrednost $L = 0,97 \times I_N$). Odklopnik je povezan na NN zbiralnice dimenzij Cu 100×10 mm za fazni in 60×10 za nevtralni vodnik. Razmik med zbiralkami je potreben najmanj 5 cm. Odvodi so izvedeni z varovalčnimi letvami. Uporabijo se varovalčni ločilniki 3×250A, 5×400A in 2×630A.

Tripolni odklopnik tip ABB EmaxT7 1600A ($I_N = 1600\text{ A}$) je kompaktne konstrukcije, fiksni način vgradnje, ročni pogon, priključitev na Cu zbiralke 100×10 mm, ki so zaščitene. Odklopnik je opremljen z magnetno-termično zaščito, ki v slučaju kratkega stika ali preobremenitve na nizkonapetostni strani, transformator izklopi na sekundarni strani in primarni strani.

Na NN ploščo se vgradi sumarni števec električne energije in koncentrador. V zgornjem levem delu nad odklopnikom je montirana še vtičnica in merilni center MC 350 za spremljanje električnih veličin.

Izvodi na Razdelilcu R1 so naslednji:

01 – rezerva

02 – KO Gimnazija Bežigrad (NA2XY-J 4×240mm²) – varovalka NH2 250A

 ELEKTRO LJUBLJANA	4.2.3 TEHNIČNO POROČILO	DE Ljubljana mesto Kotnikova 9 1000 Ljubljana
--	--------------------------------	---

Razdelilec R2 – odvodno polje:

- 03 – KO Linhartova 26 odv. omrežje Robbova 25, 23, 21, 19 (NA2XY-J 4×150mm²) – varovalka NH2 200A
- 04 – KO Kržičeva 8, 6 RN iz TP Bežigrad CENTER (NA2XY-J 4×150mm²) – varovalka NH2 200A
- 05 – KO v ograji Kržičeva – Peričeva odv. Gimnazija Bežigrad (NA2XY-J 4×150mm²) – varovalka NH2 200A
- 06 – KO Peričeva 7, 3, 5, 1 (NA2XY-J 4×150mm²) – varovalka NH2 200A
- 07 – rezerva
- 08 – Semafor Linhartova – Vojkova (NA2XY-J 4×35mm²) – varovalka NH2 100A
- 09 – Lekarna Ljubljana (NA2XY-J 4×35mm²) – varovalka NH2 100A

Razdelilec R3 – odvodno polje (meritve na NN strani):

- 10 – ZD Bežigrad – stikalo ABB T5N 630A

V NN stikalnem bloku je predvidena vgradnja (NE1 in NE2):

- ločilno bremensko (zaščita transformatorja) stikalo ABB Emax T7S 1600A z elektronskim relejem PR231/P,
- 3× varovalčna lettev 250A,
- 5× varovalčna lettev 400A,
- 2× varovalčna lettev 630A,
- 1 × žigosan in umerjen tokovni transformator 1500/5 A
- 1 × ožičenje za koncentrador,
- 1 × sumarni števec električne energije, tip LG ZMD410CT44
- 1 × merilno spončna garnitura
- 1 × analizator mreže ISKRA MC 350
- 1 × vtičnica z varnostnim kontaktom, v vratih omare
- 1 × varovalke za varovanje zaščitnih tokokrogov, meritev, razsvetljave in vtičnic.

Predvidena NN omara bo od proizvajalca in dobavitelja opreme IMP TEN Telekom, s tečaji **vrat levo**.

V TP je potrebno namestiti še naslednje:

- leseno poličko,
- enopolni vezalni načrt,
- knjigo dogodkov,
- tokokrogi morajo biti vidno in fiksno oštevilčeni in označeni po posameznih izvodih v NN omari,
- v NN omari mora biti vidno označena vrsta ozemljitev (združena ali ločena) in sistem ozemljitve, ki ga omrežje dopušča (TN, TT, ...),
- navodilo za prvo pomoč,
- opozorilne tablice za visoko napetost in delo na napravi.

Izgled in enopolna shema nove NN omare je razviden iz risbe E 008 in E 009.

NN omara NE3 – meritve na NN zbiralkah – ni predmet tega projekta:



Povezava med transformatorjema TR in NN blokom

Za prenos moči od transformatorja 1000 kVA do NN bloka so predvideni kabli in sicer:

- 4×HO7V-R 1x240 mm² Cu na fazo, kar znaša 960mm² na fazo
- 3×HO7V-R 1x240 mm² Cu za povezavo ničelnega in ozemljitvenega tokokroga.

2.2.7 Razsvetljava

Za razsvetljavo SN/NN prostora se montirata dve fluorescentni svetilki z dvema 36W sijalkama. V transformatorska prostora pa se montirata po ena fluorescentna svetilka z eno 36W sijalko za vsak prostor. Omenjene svetilke se montirajo na steno. V prostoru je potrebno instalacijo izdelati na novo in priključiti na napajanje. Svetilke so nameščene tako, da:

- je zamenjava sijalk v svetilki varna tudi, ko je transformatorska postaja v obratovanju,
- osvetljenost prostorov je taka, da so lahko čitljivi vsi napisi, oznake in navodila.

Jakost osvetlitve prostorov TP mora biti najmanj 60 lx, kar ustreza tehničnim predpisom. Instalacijo se izvede s kablom NYY 3 x 1,5 mm². Na vratih NN omare je nameščena enofazna vtičnica.

Prikaz razsvetljave TP je razviden iz risbe E 011.

Izračun razsvetljave TP

Površina **transformatorskega prostora** $S_{tr} = 2,30 \times 3,00 = 6,9 \text{ m}^2$, višina stropa $h = 2,95 \text{ m}$, zahtevana povprečna osvetljenost $E_t = 60 \text{ lx}$.

Potreben svetlobni tok Φ je

$$\phi = \frac{E_t \cdot S_{tr}}{\eta \cdot k} = \frac{60 \cdot 6,9}{0,51 \cdot 0,75} = 1083 \text{ lm}$$

pri čem je:

- η izkoristek
- k faktor poslabšanja

Uporabljena je fluorescentna svetilka s 36W sijalko. Svetlobni tok 36W sijalke $\Phi = 1700 \text{ lm}$.

Površina **SN/NN prostora** $S = 2,8 \times 3,0 = 8,4 \text{ m}^2$ višina stropa $h = 2,5 \text{ m}$, zahtevana povprečna osvetljenost $E_t = 60 \text{ lx}$

Potreben svetlobni tok Φ je

$$\phi = \frac{E_t \cdot S}{\eta \cdot k} = \frac{60 \cdot 8,4}{0,51 \cdot 0,75} = 1318 \text{ lm}$$

 ELEKTRO LJUBLJANA	4.2.3 TEHNIČNO POROČILO	DE Ljubljana mesto Kotnikova 9 1000 Ljubljana
--	--------------------------------	---

Uporabljena je fluorescentna svetilka s 36W sijalko. Svetlobni tok 36W sijalke $\Phi = 1700 \text{ lm}$.

2.2.8 SN kabelsko omrežje

Vključitev transformatorske postaje TP 0372 ZD Bežigrad v SN omrežje Elektro Ljubljana se izvede z dvema SN kabloma tipa 3 x NA2XS(FL)2Y 1x 150/25 mm² - kabelski sistem treh enožilnih kablov, v dolžini 190m in sicer se oba nova kabla uvlečeta v obstoječo in novo EKK od:

- od TP0679 Center Bežigrad, preko kabelskega jaška (KJ) KJ07016, KJ07017, KJ07018 do novega KJ01, nato po novi EKK južneje do KJ pred TP0372 ZD Bežigrad in naprej po kineti do SN/NN prostora do novega SN bloka.
- od TP0288 Kržičeva, preko kabelskega jaška (KJ) KJ07019, KJ07018 do novega KJ01, nato po novi EKK južneje do KJ pred TP0372 ZD Bežigrad in naprej po kineti do SN/NN prostora do novega SN bloka.

Na koncu SN KB za priklop na vodnih celicah se namestijo izolirani T konektor CTS 630 A 24 kV/95-240 (ali z drugim tehnično ustreznim).

Pred uvleko novih SN KB mora izvajalec EKK podati izjavo o prehodnosti cevi.

Pri rušitvi prizidka ZD Bežigrad (2. faza) se obstoječi SN KB (2x IPO 13A 3x95mm²) odstranijo v sklopu gradbenih del.

Projektirano stanje je razvidno iz situacije E 003.

2.2.9 NN kabelsko omrežje

Kabli, ki napajajo okoliške objekte, se uvlečejo v novo EKK in sicer:

Izvod 2 – KO Gimnazija Bežigrad

Novi kabel tipa NA2XY-J 4x240mm², v dolžini 200m, se uvleče v novo EKK in sicer preko KJ01, KJ02 do KJ03, kjer se ga spoji z obstoječim kablom tipa PP00 4x185mm², katerega smo predhodno uvlekli v KJ. KB se spojita s spojko tipa Raychem SMOE 81400.

Novi KB se v TP preko podnožij BTVC 630A in 250A (gF) varovalkami priklopi na NN razdelilec (R1). Kabel se na obeh koncih zaključuje s kabelskim končnikom preseka 240mm².

Izvod 3 – KO Linhartova 26

Novi kabel tipa NA2XY-J 4x150 mm², v dolžini 200m, se uvleče v novo EKK in sicer preko KJ01, KJ02 do KJ03, kjer se ga spoji z obstoječim kablom tipa PP41 4x150mm², katerega smo predhodno uvlekli v KJ. KB se spojita s spojko tipa Raychem SMOE 81502.

Novi KB se v TP preko podnožij BTVC 400A in 250A (gF) varovalkami priklopi na NN razdelilec (R2). Kabel se na obeh koncih zaključuje s kabelskim končnikom preseka 150mm².

Izvod 4 – KO Kržičeva 8, 6.

Novi kabel, tipa NA2XY-J 4x150 SM +1,5 mm² RE - 0.6/1KV, v dolžini 155m, bo potekal od KO Kržičeva 8 preko kablanskega jaška (KJ) KJ07017, KJ07018 do novega KJ01, nato po novi EKK južneje do KJ pred TP0372 ZD Bežigrad in naprej po kineti do SN/NN prostora do novega NN stikalnega bloka. Kabel se na obeh koncih zaključi z kablaskim končnikom, preseka 150mm² ter se v TP preko podnožij BTVC 400A in 315A (gG) varovalkami priklopi na NN razdelilec (R2). Kabel se na obeh koncih zaključi s kablaskim končnikom preseka 150mm².

Izvod 5 – KO v ograji Kržičeva

Novi kabel tipa NA2XY-J 4x150 mm², v dolžini 200m, se uvleče v novo EKK in sicer preko KJ01, KJ02 do KJ03, kjer se ga spoji z obstoječim kablom tipa IPO 13 3x95+ 70mm², katerega smo predhodno uvlekli v KJ. KB se spoji s spojko tipa Raychem SMOE 81502.

Novi KB se v TP preko podnožij BTVC 400A in 160A (gF) varovalkami priklopi na NN razdelilec (R2). Kabel se zaključi s kablaskim končnikom preseka 150mm².

Izvod 6 – KO Peričeva 7

Novi kabel tipa NA2XY-J 4x150 mm², v dolžini 200m, se uvleče v novo EKK in sicer preko KJ01, KJ02 do KJ03, kjer se ga spoji z obstoječim kablom tipa IPO 13 3x95+ 70mm², katerega smo predhodno uvlekli v KJ. KB se spoji s spojko tipa Raychem SMOE 81502.

Novi KB se v TP preko podnožij BTVC 400A in 250A (gF) varovalkami priklopi na NN razdelilec (R2). Kabel se zaključi s kablaskim končnikom preseka 150mm².

Izvod 8 – Semafor Linhartova - Vojkova

Novi kabel tipa NA2XY-J 4x35 mm², v dolžini 300m, se uvleče v novo EKK in sicer preko KJ01, KJ02 in naprej po obstoječi EKK do prižigališča JR (semaforji) v križišču Vojkova – Linhartova.

Novi KB se v TP preko podnožij BTVC 250A in 100A (gF) varovalkami priklopi na NN razdelilec (R2). Kabel se zaključi s kablaskim končnikom preseka 35mm².

Izvod 9 – Lekarna Ljubljana

Novi kabel tipa NA2XY-J 4x35 mm², v dolžini 20m, se uvleče v kineto in spelje do kablanske merilne omare, ki je na stopnišču, pred transformatorsko postajo. Novi KB se v TP preko podnožij BTVC 250A in 100A (gF) varovalkami priklopi na NN razdelilec (R2). Kabel se zaključi s kablaskim končnikom preseka 35mm².

Projektirano stanje NN kablov je razvidno iz risbe E 003.

2.2.10 Elektro kablaska kanalizacija (EKK)

Elektro kablaska kanalizacija je obdelana v načrtu št. 311150174-EKK, Elea iC, Dunajska cesta, 1000 Ljubljana, ki je sestavni del projekta.



2.2.11 Zaščita transformatorja

Transformator se zaščiti pred preobremenitvijo in pred kratkim stikom v katerikoli točki nastanka kratkega stika. Delovanje zaščite mora biti selektivno.

Zaščita energetskega transformatorja bo izvedena na SN strani (10kV) s srednje napetostnimi varovalkami nazivne vrednosti **125 A**, z udarno iglo, ki bodo preko izklopilnega mehanizma izklopile SN odklopni ločilnik. Varovalke bodo varovale transformator pred kratkim stikom ter tudi od dvofaznega napajanja, tako da bo ob pregoretu ene varovalke sprožilnik deloval na elektromehanski izklopni mehanizem in izklopil SN stikalo odklopni ločilnik. Na izklop SN odklopnega ločilnika bo vezana tudi zaščitna integralna varnostna naprava R.I.S.

Posamezni energetski transformator bo na NN strani pred preobremenitvijo in kratkim stikom ščitila magnetno-termična zaščita vgrajena v ločilno bremensko stikalo (1600A) nameščeno na zbiralnici dovodnega polja NN stikalnega bloka. Zaščitna enota bo nastavljena na dovoljen tok transformatorja. V primeru preobremenitve transformatorja mora zaščitna enota izklopiti glavno bremensko stikalo v NN stikalnem bloku, varovalka v SN stikalnem bloku pa ne sme pregoreti. Pri kratkem stiku, do katerega bi prišlo na zbiralkah v NN stikalnem bloku, pretokovna zaščita ne sme reagirati, mora pa pregoreti SN varovalka v SN stikalnem bloku.

Nastavitev termične zaščite na NN strani izvedene s kontrolno enoto v posameznem ločilno bremenskem stikalu (2000A) glede na nazivne vrednosti vgrajenega SN/NN transformatorja:

- Nazivna moč transformatorja: **Sn** = 1000 kVA
- Nazivni tok na sekundarni strani *Tr*: **In** = 1443 A
- Dovoljeni tok na sekundarni strani *Tr*: **Id** = 1587,3A ($In \times 1,1$)

Predvideno stikalo: ABB, tip Sace 1600 ($In = 1600A$)

Zaščitno enoto nastaviti na:

- maksimalni dovoljeni termični tok: **Ir** = 1299A ($0,9 \times In$)
- kratkostični tok: **Ik** = 7794A ($6 \times Ir$)

Na sekundarni strani transformatorja pa bo prenapetostna zaščita izvedena s prenapetostnimi odvodniki Razreda I tipa SAFETEC B2, ki se vgradijo na nizkonapetostno ploščo. Zaščita prenapetostnih odvodnikov se izvede preko 160A talilnih varovalk v varovalčnem ločilniku 01 (250A).

2.2.12 Navodila izvajalcu

V kolikor se bo investitor odločil za rezervno napajanje, je potrebno pred pričetkom kakršnih koli del izvesti vse ustrezne varnostne blokade na vseh stikalnih napravah, elementih, ipd, da v primeru vklopa rezervnega napajanja (agregat) ne pride do povratne napetosti in s tem ogrožanja življenj.

Postopek s kablji v obratovanju

Pri vseh rekonstrukcijskih, vzdrževalnih, intervencijskih in podobnih delih v



transformatorski postaji, je potrebno upoštevati navodila s področja varstva in zaščite pri delu, posebno pa tako imenovanih pet varnostnih pravil.

Pred presekkanjem kablov je potrebno izvesti točno identifikacijo kabla. Presekanje kabla se nato izvede z napravo z daljinskim aktiviranjem. Presekanje kabla z ročno žago, krampom ali nekim drugim podobnim postopkom ni dovoljeno.

Po delovanju naprave za presekanje kabla je potrebno napravo skupaj z nožem pustiti okrog 5 minut, nato pa jo odstraniti s pomočjo zaščitnih rokavic, ostanek kabla pa prerezati.

Kable, ki so pod napetostjo in se nahajajo v istem rovu, v katerem opravljamo dela na enem od kablov, je potrebno dodatno mehansko zaščititi pred možnimi poškodbami in to:

- po celotni dolžini jih puščamo prekrите s plastjo peska ali zdrobljene zemlje najmanj do dodatne mehanske zaščite,
- s prekrivanjem in ograjevanjem kablov pod napetostjo (montaža lesenih desk),
- s prekrivanjem kablov pod napetostjo s specialnimi izolacijskimi prekrivali.

Označevanje kablov

Vod mora biti označen v vsakem kabelskem jašku, v vseh kabelskih omaricah morajo biti vsi kable označeni s predpisano tablico iz katere je razvidno, iz kje kabel prihaja, oz. kam gre. Za označevanje na novo položenih kablov poskrbi izvajalec del.

Predpisana tablica za označevanje vodov naj bo iz PVC materiala odporna na zunanje vplive in z graviranim napisom.

Primer predpisane tablice:

20kV SN KABELSKI VOD 3×NA2XS (FL) 2Y 1×150mm ² TP0679 Center Bežigrad - TP0372 ZD Bežigrad
--

Tablice naj bodo označene z velikimi črkami velikosti 6 mm. Pritrjevanje tablic se izvede s PVC vezico, nameščena pa naj bo pri uvodu v cev kabelske kanalizacije.

Varnostna pravila

Da bi zagotovili maksimalno varnost pred dotikom z električnim tokom se mora zavarovati mesto dela z uporabo petih varnostnih pravil po naslednjem vrstnem redu:

- **izklopiti in vidno ločiti naprave od napetosti z vseh strani,**
- **preprečiti ponovno vklopitev,**
- **ugotoviti brez napetostno stanje,**
- **izvršiti ozemljitev in kratkostično povezavo izklopljenih naprav,**
- **ograditi mesto dela od delov, ki so pod napetostjo.**

 ELEKTRO LJUBLJANA	4.2.3 TEHNIČNO POROČILO	DE Ljubljana mesto Kotnikova 9 1000 Ljubljana
--	--------------------------------	--

3. OZEMLJITVE

3.1. OZEMLJITEV TRANSFORMATORSKE POSTAJE

V obstoječi transformatorski postaji sta obe ozemljitvi, zaščitna in obratovalna, vezani na skupni ozemljitveni sistem – združena ozemljitev transformatorske postaje. Tok zemeljskega stika na SN strani je 300A, redukcijski faktor 0,37, napetost dotika pa 400 V.

Transformatorska postaja se poveže z ozemljitvijo NN omrežja. Na združeno ozemljitev se priključijo:

- vsi kovinski deli visokonapetostnih in nizkonapetostnih naprav, kotel močnostnega transformatorja ter armatura ohišja same transformatorske postaje,
- kovinski plašči in zaslони energetskih kablov,
- sekundarni tokokrogi merilnih transformatorjev,
- ozemljitev visokonapetostnih navitij enopolno izoliranih napetostnih merilnih transformatorjev,
- ozemljitve prenapetostnih odvodnikov,
- morebitne strelovodne instalacije,
- PEN vodnik (rumeno - zelene barve),
- druga ozemljila, ki lahko vplivajo na zmanjšanje skupne ozemljitvene upornosti zaščitne ozemljitve.

Povezava bo morala biti izvedena na vidnem mestu. Ozemljitveni trak se bo polagal ob visokonapetostnih kablích, kabelski kanalizaciji in celotnem nizkonapetostnem kabelskem omrežju in se ga bo hkrati povezalo z vsemi kovinskimi priključnimi kabelskimi omaricami in PEN vodnikom v vsaki omarici.

Ker so na isto nizkonapetostno omrežje priključene tako instalacije izvedene po sistemu TN kot instalacije izvedene po sistemu TT, mora ozemljitvena upornost združene ozemljitve ustrezati zahtevam TN sistema.

Kontrola združene ozemljitve se glede na zaščitni sistem pri odjemalcu električne energije (TN, TT - sistem) izvrši glede velikost dovoljene napetosti dotika U_{TP} , ki je odvisna od časa izklopa zemeljskega stika, velikosti toka zemeljskega stika in redukcijskega faktorja.

Združena ozemljitvena upornost mora biti enaka ali manjša ozemljitveni upornosti, glede na predhodno določen zaščitni sistem ozemljitve (TN, TT) oziroma na višino zemeljskostičnega toka in redukcijskega faktorja.

Izračunamo po naslednji formuli:

$$R_{zd} \leq \frac{U_{TP}}{r \cdot I_{k1}}$$

kjer pomeni:

$R_{zd}(V)$ ozemljitvena upornost združene ozemljitve,



$U_{TP}(V)$ dovoljena napetost okvare, če se zemeljski stik izklopi z delovanjem zemljostične zaščite,

r redukcijski faktor visokonapetostnega voda ($r \leq 1$),

$I_{k1}(A)$ tok okvare pri zemeljskem stiku na visokonapetostni opremi TP.

Dopustna napetost dotika določena z trenutno veljavnimi tehničnimi predpisi v Republiki Sloveniji je glede na čas izklopa VN izvoda v RTP pri nastavitvi časa izklopa zemljostičnega toka v 0,3 sekunde 400 V, če je predpisan TN zaščitni sistem (glej krivuljo dovoljene napetosti dotika po SIST EN 50522)

Vrednost redukcijskega faktorja je:

- v prosto zračnem omrežju $r = 1.0$,
- pri kabelskemu omrežju je $r = 0.2$, če se polagajo trižilni kabli s svinčenim oz. kovinskim oklepom,
- pri kabelskemu omrežju je $r = 0.37$, če se polagajo trižilni kabli z ekranom 25mm^2 ,
- pri kabelskemu omrežju je $r = 0.51$, če se polagajo trižilni kabli z ekranom 16mm^2 ,

Na območju distribucije Elektro Ljubljana mesto se zaradi prehoda na 20 kV napetost polaga enožilne kable izolirane s plastiko (NA2XS(FL) 2Y) z ekranom 25mm^2 , kar pomeni, da se redukcijski faktor poslabša na $r = 0.37$.

Pri tako določenih parametrih omrežja mora biti združena ozemljitev manjša od **3,60 Ω** .

Če se izvede transformatorska postaja v sklopu drugega objekta (stavbe), se ozemljilo izvede odvisno od krajevnih razmer in razpoložljivega prostora. Če ima objekt (stavba), v katerem bo transformatorska postaja, izvedeno temeljno ali obročasto ozemljilo, se to ozemljilo uporabi tudi za ozemljitev transformatorske postaje.

PEN vodnik nadzemnega nizkonapetostnega omrežja je treba obvezno ozemljiti v napajalni transformatorski postaji ter na več mestih v omrežju, praviloma na vsaki radialni veji, daljši od 200 m. Ozemljitev na koncu posameznih odceпов ne sme presegati 10 Ω , če stavba nima izvedenih temeljnih ozemljil in ukrepov za izenačitev potencialov.

S PEN vodnikom se poveže vse ozemljene kovinske elemente vzdolž trase nizkonapetostnega voda, ki bi lahko kakorkoli prišli v neposredni stik z njegovimi faznimi vodniki.

Vsak nov objekt mora imeti praviloma temeljno ali obročasto ozemljilo, položeno okoli objekta. Ozemljitev objekta se poveže s PEN vodnikom ne glede na to ali gre za nadzemno, mešano ali kabelsko omrežje.

PEN vodnik mora v celoti predstavljati neprekinjeno celoto.

Priporoča se povezovanje PEN vodnikov sosednjih nizkonapetostnih odceпов iste transformatorske postaje ter povezovanje PEN vodnikov nizkonapetostnih omrežij sosednjih transformatorskih postaj.



Pred priklopom transformatorske postaje je potrebno izmeriti ozemljitveno upornost TP in po potrebi z dodatnim vklopom valjanca in sond doseči vrednost, ki bo manjša od $3,6 \Omega$.

Upornost združene ozemljitve

Ob priključnih kablh ter ob novi kabelski kanalizaciji bo potrebno položiti pocinkani valjanec $25 \times 4 \text{ mm}$. Ob kabelski kanalizaciji bo valjanec položen tako v betonu ob ceveh kot tudi ob betonu v zemlji. Valjanec bo potrebno položiti tudi v temeljni plošči kabelskih jaškov. Ta valjanec je potrebno povezati tudi z armaturo kabelskih jaškov.

Morda bo potrebno uporabiti tudi ozemljilne sonde s kemijskim polnilom, da bomo zagotovili potrebno vrednost upornosti ozemljila združene ozemljitve. Ozemljilo nove TP je potrebno povezati z ozemljili obstoječih okoliških TP.

Kontrola združene ozemljitve

Ozemljitev TP se poveže z obstoječimi ozemljitvami položenim po trasi SN priključnih vodov in s strel vodnimi vodi ter železo betonsko konstrukcijo objekta. Po končanih delih se opravijo meritve, ki bodo pokazale, ali izvedene ozemljitve ustrezajo predpisom ($R_{zdr} - o_{zm} < 0,94 \Omega$). V primeru, da predpisom ne bo zadoščeno, se izvedejo še dodatne ozemljitve celotnega sistema.

Zaščitna ozemljitev

Zaščitna ozemljitev transformatorske postaje zajema ozemljilo zaščitne ozemljitve, na katerega se vežejo: vsi kovinski deli sekundarni krogi merilnih transformatorjev kovinski plašči in ekrani energetskih kablov nevtralni vodnik NN omrežja, če se zaščitna ozemljitev koristi kot združena ozemljitev ostala ozemljitev, ki lahko vpliva na zmanjšanje skupne upornosti ozemljila.

Namen ozemljitve v električnih obratovalnih prostorih je:

- a) zavarovanje oseb, ki prihajajo v dotik s postrojem
- b) zaščita opreme pred uničenjem
- c) kvalitetnejši obratovalni pogoji

Zgoraj omenjene zahteve izpolnimo na ta način, da kovinske dele električnih strojev, ki v normalnem obratovanju niso pod napetostjo, priključimo na ozemljilo. Upornost ozemljitvenega voda in ponikalna upornost ozemljila morata biti v takih mejah, da padec napetosti zaradi toka zemeljskega stika ne presega vrednosti predpisane s tehničnimi predpisi. V skrajnem primeru je potrebno s posebnimi ukrepi oblikovati potencialno polje okrog transformatorske postaje, da na nobenem mestu ne pride do previsoke napetosti dotika ali previsoke napetosti koraka, četudi bi se zaradi prevelike zemeljske upornosti pri zemeljskem stiku potencial znatno dvignil.

Obratovalna ozemljitev

Namen obratovalne ozemljitve je stabilen položaj nevtralne točke v trifaznem



sistemu. Kadar so izpolnjeni pogoji za izvedbo združene ozemljitve, se izvede v transformatorski postaji zaščitna ozemljitev in se nanjo priključi nevtralni vodnik. Če v transformatorski postaji, ki je priključena na SN omrežje z ozemljeno nevtralno točko preko nizkoohmske upornosti, ni možno doseči pogojev iz člena 57. (Pravilnika o tehničnih normativih za zaščito NN omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj - Ur.list SFRJ št. 13/78), je potrebno ločiti obratovalno ozemljitev od zaščitne ozemljitve. V urbaniziranih naseljih, kjer ni pogojev za učinkovito ločitev obratovalne in zaščitne ozemljitve, se izvede združena ozemljitev. Če ni možno izvesti ozemljitve po členu 57. je potrebno tok zemeljskega stika v SN omrežju omejiti na nižjo vrednost, sicer postaje ni možno priključiti na SN omrežje. V transformatorski postaji je izvedena združena ozemljitev.

Izvedba zaščitne ozemljitve pri transformatorski postaji

Na zaščitno ozemljitev so vezani vsi kovinski deli, ki ne pripadajo obratovalnemu tokokrogu, pri okvarah pa lahko pridejo pod napetost neposredno, ali čez električni oblok. Na zaščitno ozemljitev so vezani naslednji deli opreme: vsi kovinski deli SN stikalnega bloka, NN stikalnega bloka, ohišje transformatorja, sekundarni tokokrogi merilnih transformatorjev, kovinski plašči in ekrani energetskih kablov, nevtralni vodnik NN omrežja, če se zaščitna ozemljitev koristi kot združena ozemljitev.

Zaščitna ozemljitev v postaji - notranja ozemljitev je izvedena tako, da so vsi kovinski elementi med sabo povezani z zvari. Vse nosilne konstrukcije električnih naprav v NN in SN postroju, transformator ter drugi kovinski deli pa so povezani s skupnim ozemljitvenim vodom zaščitne ozemljitve, ki se poveže z zunanjo ozemljitvijo. Za zaščitni vod in povezavo se uporabi izoliran (rumeno-zelen) Cu vodnik tipa P/F ali H07V-K.

Izenačevanje potencialov

V transformatorski postaji bo potrebno narediti izenačitev potencialov. V ta namen bo potrebno povezati vse kovinske dele, ki normalno niso pod napetostjo. Tako bo potrebno povezati ohišja nizkonapetostnih in visokonapetostnih naprav, ohišje transformatorja, okvire vrat, vrata, žaluzije na odprtinah za zračenje in PEN vodnik.

- Ob ceveh kabelske kanalizacije bo položen pocinkani valjanec 25×4 mm. Konci valjanca bodo speljani v kabelske jaške, v jaških bodo medsebojno povezani z valjancem, ki bo pritrjen na stene kabelskih jaškov. Valjanec bo služil za ozemljilo na katerega bodo povezana ohišja kabelskih omaric, PEN vodnik ter prenapetostni odvodniki. Z valjancem, ki bo položen ob kabelski kanalizaciji, bodo povezani tudi vsi valjanci, ki bodo položeni ob vseh nadomestnih kabljih.
- Valjanec bo potrebno položiti tudi v temeljni plošči objekta kot temeljno ozemljilo. Ta valjanec je potrebno povezati na združeno ozemljitev transformatorske postaje, v sistem izenačevanja potencialov.
- Novi valjanec oziroma ozemljitveni vodnik H07V-K 35 mm² (rum/zel) je potrebno speljati tudi v transformatorsko postajo, kjer ga je potrebno povezati z ozemljilom transformatorske postaje, kakor tudi z ozemljilom in valjancem,

 ELEKTRO LJUBLJANA	4.2.3 TEHNIČNO POROČILO	DE Ljubljana mesto Kotnikova 9 1000 Ljubljana
--	--------------------------------	---

ki povezuje oziroma ozemlja vse kovinske dele transformatorske postaje, ki v normalnem obratovanju niso pod napetostjo.

- Z vodnikom H07V-K 35 mm² (rum/zel) bodo na valjanec vezani tudi okvir, konzole in sohe. Valjanec je potrebno privariti tudi na armaturo jaška, na vogalih mora biti armatura medsebojno zvarjena.
- Z vodnikom H07V-K 35 mm² (rum/zel) bodo na valjanec vezani tudi kovinski plašči in zasloni energetskih kablov (*ekran SN kablov*), kotel močnostnega transformatorja.
- Z vodnikom H07V-K 16 mm² (rum/zel) bodo na valjanec vezani tudi vsi kovinski deli visokonapetostnih in nizkonapetostnih naprav, kovinska kabelska korita, kovinska vrata, kovinska ograja, kovinske prezračevalne rešetke, kovinski nosilci dvojnega tehničnega poda, kovinski pokrovi dvojnega tehničnega poda ...itd.

Kontrola napetosti ozemljila

Pri izračunih ozemljitvenega sistema pri novi TP upoštevamo še naslednje kriterije:

- zaradi montiranih prenapetostnih odvodnikov upornost zaščitne ozemljitve praviloma ne sme preseči vrednosti 5 Ω;
- prenapetostna zaščita transformatorske postaje zahteva, da "delovna" upornost (R_d) ozemljitve ne preseže vrednosti 5 Ω;

$$R_d = \frac{U_i}{I_s} = \frac{125}{25} = 5\Omega$$

kjer je:

U_i = 125 kV - nazivna vzdržna atmosferska udarna prenapetost el. postroja, ki ustreza na napetosti opreme U_m = 24 kV;

I_s = 25 kA - temenska vrednost udarnega toka strele, ki jo izberemo glede na važnost el. postroja in izokeravnični nivo področja.

Napetost dotika v nobenem primeru ne sme preseči dovoljene - maksimalne vrednosti " U_d ", ki je sicer odvisna od izklopne časa zemeljskostične zaščite 20 kV mreže. Zahteva je izpolnjena, v kolikor napetostni potencial ozemljitvenega sistema ne preseže maksimalne vrednosti " U_{ozm} ", ki tej mreži in izbranemu načinu oblikovanja potenciala pri TP ustreza.

Temeljno ozemljilo se v TP poveže z ostalimi ozemljili.

4. IZRAČUNI IN DIMENZIONIRANJE

4.1. KRATEK STIK

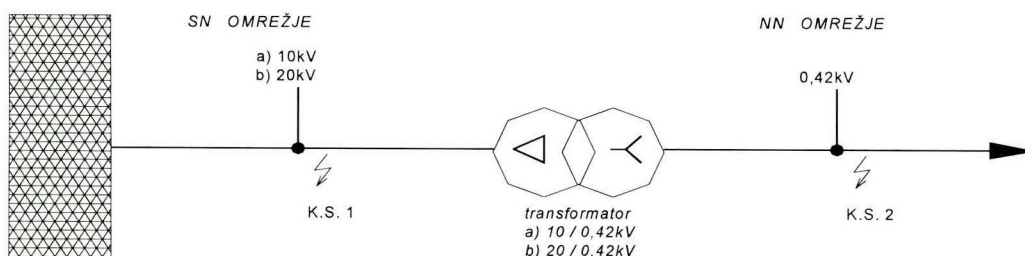
Za mehansko in termično dimenzioniranje posameznih elementov transformatorske postaje je potrebno določiti:



- amplitudo udarnega toka kratkega stika (pomembna za mehansko dimenzioniranje),
- izklopilni tok (pomembna za izbiro aparatov),
- efektivno srednjo vrednost toka kratkega stika (pomembna za termično dimenzioniranje).

4.1.1. Tok kratkega stika na zbiralnicah 20 kV

izračunamo na podlagi moči kratkega stika $S_k'' = 500 \text{ MVA}$ na zbiralnicah SN bloka.



Slika 1: Stikalna shema omrežja za izračun začetnega kratkostičnega izmeničnega toka.

Kratkostična impedanca SN omrežja

$$Z_Q = \frac{1,1 \cdot U_n^2}{S_k''} = \frac{1,1 \cdot 20^2}{500} = 0,88 \Omega$$

$$R_Q \cong 0,1 \cdot X_Q$$

$$Z_Q = \sqrt{R_Q^2 + X_Q^2} = 1,005 \cdot X_Q$$

$$X_Q = \frac{Z_Q}{1,005} = \frac{0,88}{1,005} = 0,8756 \Omega$$

$$\underline{Z_Q} = (0,08756 + j0,8756) \Omega$$

Začetna izmenična vrednost toka KS na SN zbiralnicah

$$I_k'' = \frac{1,1 \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_m} = \frac{1,1 \cdot 20}{\sqrt{3} \cdot 0,88} = 14,43 \text{ kA}$$

Efektivna srednja vrednost toka kratkega stika znaša

$$I_{ef} \cong I_k = 14,43 \text{ kA}$$

Trajni kratkostični tok I_k je efektivna vrednost izmeničnega kratkostičnega toka po iznihanju vseh prehodnih pojavov. Pri nastopu tripolnega kratkega stika blizu generatorja ob konstantnem vzbujanju se izmenični kratkostični tok izniha od začetne vrednosti izmeničnega kratkostičnega toka I_k'' na trajni tok kratkega stika I_k , $I_k \leq I_k''$. Pri oddaljenem tripolnem kratkem stiku od generatorja je izmenični kratkostični tok med



trajanjem kratkega stika konstanten. Začetna vrednost izmeničnega kratkostičnega toka I_k'' je enaka trajnemu toku kratkega stika I_k , $I_k = I_k''$.

Udarni tok kratkega stika (upoštevana kot temenska vrednost toka)

$$I_p = \chi \cdot \sqrt{2} \cdot I_k''$$

kjer je χ faktor odvisen od razmerja R_Q/X_Q kratkostične tokovne poti in upošteva časovni upad enosmernega člena, kakor tudi izmeničnega tokovnega člena pri kratkem stiku, blizu generatorja.

$$\frac{R_Q}{X_Q} = \frac{0,08756}{0,8756} = 0,1 \Rightarrow \chi = 1,75$$

$$I_p = 1,75 \cdot \sqrt{2} \cdot 14,45 = 35,6 \text{ kA}$$

Predvidena sredjenapetostna oprema (20 kV blok) je dimenzionirana za izklopno moč **500 MVA oziroma 16 kA** pričakovanega termičnega toka kratkega stika. Torej popolnoma ustreza pričakovanim obratovalnim pogojem.

4.1.2. SN povezava med TR in SN postrojem

Za povezavo SN postroja s primarnimi sponkami posameznega transformatorja se uporabijo trije enožilni kabli tipa:

NA2XS(FL)2Y 1×70/16mm² RM12/20(24)kV, ki jih lahko trajno obremenimo s tokom 210 A.

Maksimalni tok v normalnem obratovanju pri nazivni obremenitvi transformatorja znaša:

10 kV omrežje:

$$I_r = \frac{S_r}{\sqrt{3} \cdot U_r} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 57,73 \text{ A}$$

Upoštevani korekcijski faktorji in njihove vrednosti so:

0,80 – za tri kable, ki so položeni en ob drugem

0,74 – če kabli niso v zemlji

0,85 – pri zvišani temperaturi okolja (nad 30°C)

Največja dovoljena trajna obremenitev kabla znaša:

$$0,80 \times 0,74 \times 0,85 \times 210 \text{ A} = 106 \text{ A}$$

Segrevanje kabla v času kratkega stika

$$I_k'' = 14,43 \text{ kA}; I_{nv} = 40 \text{ A}$$



Iz podatkov za VV varovalke MEHANIKA Trbovlje dobimo mejni prepustni tok varovalke I_d :

$$I_d = 4,8 \text{ kA}$$

$$J^2 t = 55 \times 10^3 \text{ A}^2 \text{s}$$

Minimalni presek kabla S med varovalko in transformatorjem je:

$$S = 13,5 \cdot I_k'' \cdot \sqrt{t}$$

$$S = 13,5 \cdot 14,43 \cdot \sqrt{0,0024} = 9,6 \text{ mm}^2$$

kjer je: -» t « -čas izklopa varovalke

-» C « -konstanta, ki določa najvišjo dovoljeno temperaturo kabla, da kabel ne izgubi mehanskih lastnosti (za aluminij 13,5)

Izbrani kabel ustreza glede na termične obremenitve toka kratkega stika in nazivnega toka. Dovoljeni izklopilni čas lahko izrazimo s formulo:

$$t \leq \left(k \cdot \frac{S}{I_d} \right)^2$$

kjer je: t - dovoljeni izklopilni čas (s)

S - presek vodnika (mm^2)

I_d - prepustni tok (A)

k - faktor, ki znaša 74 za PVC izolirane aluminijaste vodnike in 87 za aluminijaste vodnike izolirane z naravno gumo, butil gumo, omrežnim polietilenom in etilenpropilenom.

V našem primeru je (če uporabimo podatke proizvajalca varovalk):

10 kV omrežje

$$t \leq \left(87 \cdot \frac{70}{4800} \right)^2 = 1,6 \text{ s}$$

Izračunani čas ustreza, ker je večji od talilnega časa varovalke.

4.1.4. Povezava med transformatorjema TR in NN blokom

Za prenos moči od transformatorja 1000 kVA do NN bloka so predvideni kabli in sicer:

- 4×HO7V-R 1x240 mm^2 Cu na fazo, kar znaša 960 mm^2 na fazo
- 3×HO7V-R 1x240 mm^2 Cu za povezavo ničelnega in ozemljitvenega tokokroga.

Nazivni tok I_2 transformatorja TR 1000 kVA je

$$I_2 = \frac{S_k''}{U_{NN} \times \sqrt{3}} = \frac{1000}{0,42 \times \sqrt{3}} = 1374,6 \text{ A}$$

Preobremenitev 20 % $I_2 \times 1,20 = 1374,6 \times 1,20 = 1649,5 \text{ A}$

Prenosna zmogljivost kabla HO7V-R 1x240 mm² Cu je **530 A** v zraku.

Za prenos toka **$I_2 = 1649,5 \text{ A}$** bo tako prenosna zmogljivost inštaliranih kablov na fazo:

$$4 \times 530 \text{ A} = 2120 \text{ A}$$

Minimalni presek vodnika mora biti

$$S = 8,7 \cdot I_k'' \cdot \sqrt{t} = 8,7 \cdot 20,98 \cdot \sqrt{1} = 183 \text{ mm}^2$$

Termična kontrola faznih vodnikov

Izbrani presek mora zadovoljiti pogoj:

$$S = 8,7 \cdot I_k'' \cdot \sqrt{t}$$

$$I_k'' = 18,5 \text{ kA}$$

$$S = 960 \text{ mm}^2$$

Oziroma

$$t = \left(\frac{S}{8,7 \cdot I_k''} \right)^2$$

$$t = \left(\frac{960}{8,7 \cdot 18,5} \right)^2 = 35,5 \text{ s}$$

Kjer je t dovoljeni čas trajanja z oziroma na izbrani presek vodnikov. V našem primeru je t večji od izklopilnega časa ($t = 0,3 \text{ s}$) kar pomeni, da so vodniki pravilno dimenzionirani glede na termične obremenitve v kratkem stiku.

Povezavo med NN priključki transformatorja in močnostnim odklopnikom ($I_n = 1600 \text{ A}$) izvedemo s kablom 4x HO7V-R 1x240 mm² za fazne vodnike in 3x HO7V-R 1x240 mm² za PEN vodnik. Karakteristika normirane tokovne obremenitve predvidenih kablov skupnega prereza 960 mm² faznega vodnika zagotavlja maksimalno tokovno obremenitev 2120 A, kar zadostuje za priključitev transformatorja 1000 kVA. Faktorji tokovne in temperaturne obremenitve ter medij polaganja so že zajeti v podanih vrednostih.

OZNAKE, OPOZORILA

Vse naprave morajo imeti napisno tablico z osnovnimi podatki na vidnem mestu. Vrata prostorov, kjer so električne naprave, imajo oznako za nevarnost pred električno napetostjo. Na vidnih mestih bodo postavljeni napisi, ki označujejo namen



posameznih polj, celic, prostorov in naprav. Vsi prostori, v katerih so električne naprave se zaklepajo tako, da ni možen dostop nepoklicanim osebam. V postaji bo nameščena enopolna shema, ter navodila za varno obratovanje in prvo pomoč v slovenskem jeziku.

5. ELABORAT VARNOSTI IN ZDRAVJA PRI DELU

Na podlagi Zakona o varnosti in zdravju pri delu (Ur. list RS 56/99, 64/01, 43/11) prilagamo k tehnični dokumentaciji elaborat iz varstva pri delu.

SPLOŠNI DEL

Namen pravilnikov in tehnični predpisov je v tem, da se preprečijo in omejijo nesreče pri delu, da se doseže maksimalna zaščita življenja in zdravja osebja, ki se iz kakršnega koli namena nahaja v energetskega objektu, da se doseže maksimalna pripravljenost in varnost postrojenja.

Tehnične rešitve za pravilno uporabo pravil zaščite pri delu pri izgradnji in montaži el. opreme, ki je predmet tega projekta, je dolžan izpeljati izvajalec del, a po končani gradnji in primopredaji pa uporabnik.

OPREDELITEV NEVARNOSTI IN ŠKODLJIVOSTI

Pri montaži, delovanju in delu z instalacijsko opremo in napravami, ki jih obravnava ta projekt, nastopajo nevarnosti oziroma škodljivosti zaradi nevarnosti pri delu z električnim tokom.

Te nevarnosti so:

- posredni dotik napetosti
- neposredni dotik napetosti
- neprimerni kratkostični tokovi
- preobremenitev vodnikov in opreme
- prevelik padec napetosti
- udar strele
- prenapetosti
- nevarnosti požara ali eksplozije
- mehanske poškodbe in klima prostorov
- napetost dotika in koraka
- električni udar
- obratovalne prenapetosti
- elektromagnetno sevanje
- kemične in biološke škodljivosti
- posluževanje elektroenergetskih naprav

UKREPI ZA ODPRAVO NEVARNOSTI IN OMEJITEV ŠKODLJIVOSTI

Posredni dotik napetosti

Da se prepreči nevarnost posrednega dotika so projektirane samo naprave, elementi

in napeljave, ki so izdelane v skladu z veljavnimi predpisi in sicer:

- a) **zaščita s samodejnimi odklopom napajanja**, ki se uporablja v celotni napeljavi od transformatorske postaje do poslednjega porabnika v instalaciji
- b) **zaščita z zaščitno - ozemljilnimi napravami.**
- **zaščitna ozemljitev TP**, na katero se priključijo vsi kovinski deli naprave, ki ne pripadajo obratovalnemu tokokrogu in lahko ob okvari pridejo pod napetost.
 - **obratovalna ozemljitev n.n.o.**, ki mora biti neposredno povezana z nevtralno točko omrežja,
 - **združena ozemljitev**, ki se izvede, če ni pogojev za ločeno zaščitno in obratovalno ozemljitev

Prevodni deli zaščitene naprave, ki normalno niso pod napetostjo, morajo biti povezani preko zaščitnega vodnika z ozemljeno točko napajalnega sistema. Zaščitni vodnik mora imeti izolacijo rumeno-zelene barve.

Minimalni prerez zaščitnega vodnika se izbere glede na prerez faznega vodnika.

Izvesti je potrebno kontrolo izpolnitve pogoja delovanja zaščite z meritvijo impedance okvarne zanke skladno z naslednjimi pravilniki:

- Pravilnik o tehničnih normativih za nizkonapetostne električne inštalacije (Ur. list SFRJ št. 53/88)
- Pravilnik o tehničnih normativih za zaščito nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj (Ur. list SFRJ št. 13/78)
- Pravilnik o tehničnih normativih za elektroenergetske postroje nazivne napetosti nad 1000 V (Ur. list SFRJ ŠT. 4/74)

Zaščita pred neposrednim dotikom napetosti

Zaščita pred neposrednim dotikom nam preprečuje, da bi se delov pod napetostjo dotaknili.

Ločimo zaščito:

- a) **zaščita delov pod napetostjo z osnovno izolacijo**, ki onemogoča vsak dotik delov, ki so pod napetostjo,
- b) **zaščita s pregradami ali okviri**, pri kateri morajo biti vsi deli, ki so pod napetostjo zaprti ali pregrajeni tako, da onemogočajo slučajen dotik delov pod napetostjo.
- c) **zaščita z ovirami**, ki preprečujejo naključni fizični dostop do delov pod napetostjo oziroma dotik delov pod napetostjo med delom na napravah pri rednem vzdrževanju.
- d) **zaščita s postavitvijo zunaj dosega rok**, ki je predvidena samo za preprečitev naključnih dotikov delov pod napetostjo (2,5 m od tal, 1,25 m vodoravno).
- e) **zaščita z vzpostavitvijo brez napetostnega stanja**, pred pričetkom del na srednje napetostnem ter nizkonapetostnem omrežju je potrebno z odklopi vzpostaviti brez napetostno stanje, napraviti preizkus brez napetostnega stanja ter omrežje ozemljiti in kratko stakniti, z opozorilnimi napisi je potrebno onemogočiti zmoten ponovni vklop, kable prestreliti s strelno napravo.
- Pravilnik o tehničnih normativih za nizkonapetostne električne inštalacije (Ur. list SFRJ št. 53/88)



- Pravilnik o tehničnih normativih za elektroenergetske postroje nazivne napetosti nad 1000 V (Ur. list SFRJ št. 4/74)

Neprimerni kratkostični tokovi

Zaščita je izvedena z izbiro ustreznih varovalnih elementov na posameznih tokokrogih in z izbiro take opreme, ki prenese kratkostične tokove pričakovane na mestu vgradnje predvidene opreme skladno z naslednjimi pravilniki:

- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Ur. list RS št. 41/09 – 7. člen)

Preobremenitev vodnikov in opreme

Prerezi vodnikov so izbrani tako, da z ozirom na njihov tip in način polaganja dopuščajo trajne tokove, na katere so dimenzionirane njihove zaščitne naprave (varovalke). Oprema je zbrana tako, da njen dopustni tok ni večji od dopustnega nazivnega toka pripadajoče zaščitne naprave, skladno z naslednjimi pravilniki:

- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Ur. list RS št. 41/09 – 7. člen)

Prevelik padec napetosti

Zaščita je izvedena s pravilnim dimenzioniranjem prerezov vodnikov in kablov tako, da so padci napetosti pri nazivnih obremenitvah in pri zagonskih tokovih v mejah, ki jih določajo veljavni predpisi, skladno z naslednjimi pravilniki:

- Pravilnik o tehničnih normativih za nizkonapetostne električne inštalacije (Ur. list SFRJ št. 53/88)
- Pravilnik o tehničnih normativih za zaščito nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj (Ur. list št. 13/78)

Udar strele

Objekt nima strelovoda skladno z naslednjim pravilnikom:

- Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanje strele (Ur. list RS št. 28/09 – 4. člen)

Prenapetostna zaščita

Za zaščito pred prenapetostmi zaradi udarov strele, stikalnih manipulacij, dvigov napetosti sled kapacitivnih obremenitev, se uporabljajo prenapetostni odvodniki. Karakteristike zaščitne naprave morajo biti določene na podlagi karakteristik omrežja na mestih priključka zaščitne naprave, skladno z naslednjimi pravilniki:

- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne instalacije v stavbah (Ur. list RS št. 41/09 – 7. člen)
- Pravilnik o tehničnih normativih za elektroenergetske postroje nazivne napetosti nad 1000 V (Ur. list SFRJ št. 4/74 – 270. člen)
- Pravilnik o tehniških ukrepih za zaščito elektroenergetskih postrojev pred prenapetostjo (Ur. list SFRJ št. 7/71; 44/76 – 5. člen)



Nevarnosti požara

Zaščita pred požarom je izvedena s pravilno izbiro materialov in opreme, ki ob pravilni izvedbi in vzdrževanju ne mora biti vzrok požara, skladno z naslednjima pravilnikoma:

- Pravilnik o tehničnih normativih za nizkonapetostne električne inštalacije (Ur. list SFRJ št. 53/88)
- Pravilnik o tehniških normativih za elektroenergetske postroje nazivne napetosti nad 1000 V (Ur. list SFRJ št. 4/74)

Mehanske poškodbe in klima prostorov

Kabli bodo do višine 2 m od tal in na ogroženih mestih zaščiteni pred mehanskimi poškodbami. Vsa oprema je izbrana glede na klimo v prostorih. Zagotoviti je potrebno zadostno hlajenje in prezračevanje prostora s tem, da temperatura v prostoru ne presega dovoljene z predpisi oziroma s strani proizvajalca opreme, skladno z naslednjimi pravilniki:

- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Ur. list RS št. 41/09 – 7. člen)
- Pravilnik o tehničnih normativih za elektroenergetske postroje nazivne napetosti nad 1000V (Ur. list SFRJ št. 4/74 – 344. člen).

Napetost koraka in dotika

Zaščita pred previsoko napetostjo dotika in koraka zaradi enopolnega kratkega zemeljskega stika na SN postroju je izveden z ustrezno dimenzionirano ozemljitvijo in izvedbo ozemljila okoli objekta. Meritve prehodne ozemljitvene upornosti ozemljila morajo biti izvedene pred pričetkom obratovanja in obnovljene v rokih, ki so predpisani v obratovalnih navodilih upravljavca, skladno z naslednjimi pravilniki:

- Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Ur. list RS št. 28/09 – 4. člen).
- Pravilnik o tehničnih normativih za elektroenergetske postroje nazivne napetosti nad 1000 V (Ur. list SFRJ št. 4/74 – 4. člen).

Nevarnosti električnega udara pri posrednem dotiku

Za zaščitno ozemljitev so vezani vsi izpostavljeni prevodni deli, ki ne pripadajo obratovalnemu tokokrogu, pri okvarah pa lahko pridejo pod napetost neposredno ali preko električnega obloka, skladno z naslednjimi pravilniki:

- Pravilnik o tehničnih normativih za elektroenergetske postroje nazivne napetosti nad 1000 V (Ur. list SFRJ št. 4/74).

Kot osnovni ukrep za zaščito pred električnim udarom je predvideno tudi izenačevanje potencialov vseh kovinskih delov v TP oziroma izvedba potencialnega obroča, če napetosti dotika presegajo dovoljene vrednosti.

Obratovalne prenapetosti

Zaščita je izvedena z združevanjem vseh ozemljil: obratovalne, potencialne in strelovodnih ozemljil bližnjih objektov. Prav tako so na ozemljila povezane vse

 ELEKTRO LJUBLJANA	4.2.3 TEHNIČNO POROČILO	DE Ljubljana mesto Kotnikova 9 1000 Ljubljana
--	--------------------------------	---

kovinske mase objekta. Vsa ozemljila morajo biti zaščitena proti mehanskim poškodbam.

Elektromagnetno valovanje

Električna poljska jakost ne presega vrednosti kod so predpisane v Uredbi o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (10 kV/m), saj so SN dovodi kabelski. TP pa je oklopljena v pločevino. Gostota magnetnega polja je v okolici težko merljiva. Njegova mejna vrednost po že omenjeni uredbi (B S 10 μ T) pa je v najslabšem primeru prekoračena v radiju manjšem od 1,07 m; skladno z naslednjima pravilnikoma:

- Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu za vire elektromagnetnega sevanja ter o pogojih za njegovo izvajanje (Ur.1. RS št. 70/96)
- Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (Ur.I. RS št.70/96)

Kemične in biološke škodljivosti

Transformatorsko olje ne sme vsebovati ekološko nevarnih sestavin in mora ustrezati zahtevam JUS B.H3.561 in specifikaciji IEC 296, razred I. Kontrola nad stanjem objekta se vrši skladno z obratovalnimi navodili upravljavca, skladno z naslednjim predpisom:

- Zakon o vodah (Ur. list SRS, št. 67/02- 150. člen)

Posluževanje in dela na elektroenergetskih napravah

V smislu preprečevanja nesreč pri delu in zagotavljanja varnega dela so delavci dolžni upoštevati predpisana varstvena pravila za delo na elektroenergetskih napravah. Posluževanje in vzdrževanje transformatorske postaje lahko opravljajo samo za to strokovno usposobljene osebe s pooblastilom. Pooblastilo I in II velja za dela na vseh napetostnih nivojih, pooblastilo III velja za delo na nizki napetosti, pooblastilo IV pa za dela pod stalnim nadzorom.

Pri delih v transformatorski postaji morata delo opravljati najmanj dve osebi, od tega mora biti ena oseba pooblaščenca oz. odgovorna za delo.

Pri vzdrževanju in posluževanju transformatorske postaje je obvezna uporaba predpisane zaščitne opreme, orodja in predpisanih osebnih zaščitnih sredstev. Obiskovalci elektroenergetskih postrojov morajo med obiskom nositi izolirno čelado.

Vsa vzdrževalna dela in remonte se lahko izvaja samo na podlagi dokumentov za varno delo (delovni program, delovni nalog, dovoljenje za delo). Dela v III. nevarnostnem območju se lahko vršijo šele, ko so bili zagotovljeni vsi varnostni ukrepi za zagotovitev breznapetostnega stanja: izklop naprave, zavarovanje med vklopom naprave, preizkus breznapetostnega stanja, ozemljitev ter kratkostatknitev naprave in zavarovanje delovišča.

Vsa dela pod napetostjo so prepovedana!

Upoštevani ukrepi zaradi vplivov na okolje in prostor

Hrup

 ELEKTRO LJUBLJANA	4.2.3 TEHNIČNO POROČILO	DE Ljubljana mesto Kotnikova 9 1000 Ljubljana
--	--------------------------------	--

Izgradnja modernih in velikih urbanih središč z velikimi stanovanjskimi objekti, ki so obenem tudi veliki porabniki električne energije, je pripeljala do tega, da se transformatorske postaje vse pogostejše vgrajujejo v stanovanjsko poslovne objekte ali pa se gradijo v njihovi neposredni bližini. Transformator, ki se nahaja v transformatorski postaji je vir hrupa in vibracij ($L_{WA} = 61$ dB).

V prizadevanju za zaščito človeškega okolja pred vsemi vrstami onesnaževanja ima zelo pomembno vlogo zahteva za zaščito pred hrupom. Čeprav transformator, ki se nahaja v TP vsekakor ni največji in najpogostejši povzročitelj hrupa, vseeno relativno mnogo govorimo in razpravljamo o hrupu transformatorske postaje.

Vzrok je dejstvo, da je transformator vir hrupa čez ves dan, to je tudi ponoči, ko so zahteve za zaščito pred hrupom posebej opravičene, ostali viri pa so manj prisotni. Za zmanjšanje emitiranja hrupa iz TP se koristi nekaj metod:

- izbor lokacija transformatorske postaje
- uporaba preprek za širjenje hrupa
- zapiranje transformatorja v stavbe ali akustične oklepe
- odpravljanje zvoka (aktivna metoda)

Ob analizi nivoja hrupa za projektirano TP1 in TP2, lahko rečemo, da je uporabljeno zapiranje transformatorja. Betonska stena TP (akustični oklep) preprečujejo širjenje zvoka. Moč preprečevanja širjenje zvoka se imenuje izguba prenosa TL (dB). Odvajanje toplote transformatorja iz TP se vrši skozi ventilacijske žaluzijske odprtine. Z vgraditvijo dušilcev hrupa v te odprtine se deloma prepreči prehod hrupa za dušenje TL (dB).

V našem primeru hrup ne predstavlja nobenega problema, ker se lokacija TP nahaja v prvi kleti objekta in je dovolj stran od ostalih objektov.



6. VPLIVI NA OKOLJE IN PROSTOR

Upoštevani ukrepi zaradi vplivov na okolje in prostor

Položitev 20 kV kablov v EKK ne predvideva spremembe električnih parametrov in s tem obremenitev na okolje in prostor. Kabelska kanalizacija poteka globoko pod površino pločnikov, cest in zelenic, kar nam daje zadostno zagotovilo, neškodljivega vpliva glede elektromagnetnega sevanja in električne poljske jakosti na okolje in prostor, ne presega mej postavljenih v spodaj navedenem pravilniku in uredbi:

- Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu za vire elektromagnetnega sevanja ter o pogojih za njegovo izvajanje (Ur. list RS, št. 70/96).
- Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (Ur. list RS, št. 70/96).
-

Ravnanje z okoljem, zbiranje odpadkov in embalaže

Projekt št. **311150174** je izdelan z namenom in v smislu, da čim manj obremenjujemo okolje, da se pri izvedbi projektirane investicije izvede zbiranje odpadnega materiala in embalaže skladno z določili ISO 14001 - ravnanja z okoljem. Pri izvajanju te investicije ne obremenjujemo okolja.

Pri izvajanju te investicije oziroma same umestitve v prostor ne obremenjujemo okolja, montiranje kabelskih spojk in električnih kablov pa bo izvedeno skladno s soglasji vseh komunalnih organizacij in lastnikov parcel.

Gradbene odpadke morajo izvrševalci odpeljati na mestno deponijo, za kar prejmejo pisni dokument (evidenčni list), katerega predložijo nadzornemu organu.

Odpadke in odpadlo embalažo je potrebno zbirati v pripravljenih kontejnerjih po navodilih Elektro Ljubljana. Odpadle surovinske materiale (demontrani kabel, baker, železo) je potrebno shraniti v skladišču odpadnih kovin podjetja.

Po končanih delih mora biti območje izvajanja investicije območno neokrnjeno in v prvotnem stanju, skladno z izdelanim projektom. V primeru onesnaženja in nevarnih izlivov strupenih materialov je potrebno poklicati pogodbeno organizacijo:

SAUBERMACHER SLOVENIJA D.O.O.



7. PRAVILNIKI IN STANDARDI UPOŠTEVANI V NAČRTU

- *Zakon o graditvi objektov Ur.l. RS 102/04, 126/07, 108/09, 57/12, 110/13*
- *Zakon o vodah Ur.l. RS 67/02, 57/08, 100/13*
- *Pravilnik o projektni dokumentaciji Ur.l. RS 55/08*
- *Energetski zakon (EZ1) Ur.l. 17/14,*
- *Zakon o varstvu okolja Ur.l. RS 39/06, 70/08*
- *Zakon o varnosti in zdravju pri delu Ur.l. RS 43/11*
- *Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka Ur.l. RS 29/92*
- *Pravilnik o gradbiščih Ur.l. RS 55/08*
- *Uredba o vrstah objektov glede na zahtevnost Ur.l. RS 37/08, 99/08, 18/13*
- *Pravilnik o dokazilu o zanesljivosti objekta Ur.l. RS 55/08*
- *Uredba o uvedbi in uporabi enotne klasifikacije vrst objektov in o določitvi objektov državnega pomena Ur.l. RS 33/03*
- *Splošni pogoji za dobavo in odjem električne energije iz distribucijskega omrežja električne energije Ur.l. RS 126/07*
- *Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih Ur.l. RS 89/99, 39/05*
- *Pravilnik o osebni varovalni opremi, ki jo delavci uporabljajo pri delu Ur.l. RS 89/99, 39/2005*
- *Pravilnik o varnosti in zdravju pri uporabi delovne opreme Ur.l. RS 101/04*
- *Pravilnik o organizaciji, materialu in opremi za prvo pomoč na delovnem mestu Ur.l. RS 136/06*
- *Pravilnik o varnosti strojev Ur.l. RS 75/08*
- *Pravilnik o požarni varnosti v stavbah Ur.l. RS 31/04, 10/05, 83/05, 14/07*
- *Zakon o varstvu pred požarom Ur.l. RS 3/07, 9/11*
- *Tehnična smernica TSG-1-001:2010 požarna varnost v stavbah*
- *Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne instalacije v stavbah Ur. l. RS 41/09, 02/12*
- *Tehnična smernica TSG-N-002:2013 nizkonapetostne električne inštalacije*
- *Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele Ur.l. RS 28/09, 2/12*
- *Tehnična smernica TSG-N-003:2013 zaščita pred delovanjem strele*
- *SIST HD 637 S1:1999 Elektroenergetske naprave nad 1kV izmenične napetosti*
- *SIST EN 61439-1 - Sklopi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav - 1. del: Splošna pravila*
- *SIST EN 61439-2 - Sklopi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav - 2. del: Sklopi močnostnih stikalnih in krmilnih naprav*
- *SIST EN 61439-5 - Nizkonapetostne stikalne in krmilne naprave - 5. del: Sestavi za distribucijo električne energije v javnih omrežjih*
- *SIST HD 637 Stikalne naprave nad 1kV*
- *SIST IEC 61024-1:1996 Zaščita objektov pred delovanjem strele*
- *Pravilnik o elektromagnetni združljivosti EMC Ur. l RS 84/01*
- *Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov Ur.l. RS št. 101/2005*