



ICES  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija  
Program: Elektroenergetika  
Modul: Elektroenergetska učinkovitost in električne  
inštalacije

**PRESTAVITEV SN VODOV IZ MOBILNE RP  
V R(T)P VODENSKA PO KORAKIH Z  
UPOŠTEVANJEM VSEH VARNOSTNIH  
PRAVIL**

Mentor: mag. Georgi Zlatarev, univ. dipl. inž. el.  
Lektorica: Jasmina Vajda Vrhunec, prof. slov.

Kandidat: Nejc Turnšek

Kisovec, maj 2023

## **ZAHVALA**

Iskreno se zahvaljujem podjetju Elektro Ljubljana, d. d., ki mi je omogočilo šolanje ob delu za pridobitev naziva inženir elektroenergetike.

Iskreno se zahvaljujem tudi mag. Georgiju Zlatarevu za prevzem mentorstva.

Zahvaljujem se tudi lektorici Jasmini Vajda Vrhunec, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično uredila.

Hvaležen sem tudi vsem predavateljem za vse posredovano znanje.

Posebna zahvala velja mojim domačim, ki so bili zelo potrpežljivi in so mi ves čas študija stali ob strani.

Iskrena hvala vsem, ki ste mi na kakršen koli način pomagali in me spodbujali.

## IZJAVA

Študent Nejc Turnšek izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Georgija Zlatareva, univ. dipl. inž. el.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_

## **POVZETEK**

Za zagotavljanje nemotene oskrbe odjemalcev in za nadaljnji razvoj distribucijskega sistema za električno energijo je ključnega pomena stabilno, robustno in napredno elektroenergetsko distribucijsko omrežje, ki mora biti redno vzdrževano in ustrezno načrtovano glede na potrebe in posebnosti lokalnega okolja.

V diplomski nalogi smo opisali priklope posameznih daljnovodov in kablovodov po korakih iz mobilne razdelilne postaje v na novo zgrajeno razdelilno transformatorsko postajo Vodenska.

Opisali smo tehnično varstvo pri delu, kjer moramo upoštevati Zakon o varnosti in zdravju pri delu ter požarno varnost, da bi zavarovali zdravje delavcev in preprečili morebitne poškodbe.

## **KLJUČNE BESEDE**

- srednjenapetostni vodi
- RTP
- dokumenti za varno delo
- varstvo pri delu
- požarna varnost

## **ABSTRACT**

To ensure uninterrupted customer care and for further development of the electric power distribution system, stable, robust and advanced power distribution network is crucial, which must be regularly maintained and properly planned according to the needs and characteristic of the local environment.

In our diploma thesis we have described connections of individual transmission and cable lines in steps from the mobile substation to the newly built Vodenska distribution substation.

We have described technical occupational safety, where we must comply with the Health and Safety at Work Act and the fire safety regulations in order to protect workers' health and to prevent potential injuries.

## **KEYWORDS**

- medium voltage lines
- RTP
- workplace safety documents
- occupational safety
- fire safety

## KAZALO

1	UVOD.....	1
1.1	Opredelitev oz. opis problema .....	1
1.2	Namen in cilj naloge .....	1
2	SPLOŠNO .....	2
2.1	Območja napajanja DE Trbovlje .....	2
3	STARO STANJE .....	3
3.1	Tehnična rešitev .....	4
3.2	Vključitev vodov v MRP Vodenska.....	5
3.3	Osnovni podatki.....	5
3.4	Napajanje MRP .....	6
4	NOVA R(T)P VODENSKA .....	8
4.1	Prestavitev vodov iz MRP v R(T)P Vodenska po dnevih in korakih.....	8
4.2	Koraki .....	9
4.3	Meritve prebojne trdnosti kablov .....	36
4.4	Zazankanje in paralelno obratovanje SN vodov .....	38
4.5	Manipulacije s progovnimi stikali, odklopnimi ločilniki in odklopniki .....	39
4.5.1.	Progovna stikala .....	39
4.5.2.	Progovna stikala s komorami .....	39
4.5.3.	Odklopni ločilnik .....	40
4.5.4.	Odklopniki .....	41
4.6	Odklapljanje kablov .....	41
5	DOKUMENTI ZA VARNO DELO .....	42
5.1	Dokumenti za zagotovitev varnega dela .....	42
5.1.1.	Delovni nalog .....	43
5.1.2.	Dovoljenje za delo.....	44
5.1.3.	Delovni program.....	44
5.1.4.	Varstveni dogovor .....	44
5.1.5.	Pisni sporazum .....	45
5.1.6.	Obvestilo o prenehanju del.....	45
5.2	Pooblastila za varno delo.....	46
6	VARNOST IN ZDRAVJE PRI DELU .....	47
6.1	Obratovne prenapetosti .....	47
6.2	Padci napetosti.....	47
6.3	Posredni dotik delov pod napetostjo .....	47
6.4	Neposredni dotik delov pod napetostjo .....	48
6.5	Preobremenitev in tok kratkega stika .....	48
6.6	Eksplozija in požar.....	48
6.7	Vpliv vode, vlage in prahu.....	49
6.8	posluževanje na elektroenergetskih napravah in nevarnosti pri delu.....	49
6.9	Dopolnilna varnostna navodila.....	50
7	POGOJI ZA VARNO DELO, KI JIH MORA IZPOLNJEVATI DELAVEC.....	51
7.1	Pravice in odgovornosti delavca .....	51
8	POŽARNA VARNOST .....	53
8.1	Navodilo ob požaru.....	53
8.2	Gašenje elektroenergetskih postrojev in naprav .....	53
8.3	Ukrepi na elektroenergetskih objektih in postrojih .....	54
9	VARSTVO OKOLJA .....	55

9.1	Intenzivnejše onesnaževanje okolja.....	55
9.2	Zakon o varstvu okolja in standard ISO 14001.....	55
10	ZAKLJUČEK.....	56
11	LITERATURA IN VIRI.....	57

## KAZALO SLIK

Slika 1: RTP 35/10 kV Trbovlje.....	3
Slika 2: MRP .....	4
Slika 3: Enočrtna shema napajanja MRP .....	7
Slika 4: Enočrtna shema prvega koraka .....	10
Slika 5: Enočrtna shema drugega koraka .....	12
Slika 6: Enočrtna shema tretjega koraka .....	14
Slika 7: Kabelski prostor v R(T)P Vodenska .....	15
Slika 8: Enočrtna shema četrtega koraka .....	16
Slika 9: Enočrtna shema petega koraka .....	18
Slika 10: Enočrtna shema šestega koraka.....	20
Slika 11: Enočrtna shema sedmega koraka .....	22
Slika 12: Izdelava kabelskih spojk .....	23
Slika 13: Enočrtna shema osmega koraka .....	24
Slika 14: Enočrtna shema devetega koraka .....	26
Slika 15: Enočrtna shema desetega koraka .....	28
Slika 16: Enočrtna shema enajstega koraka.....	30
Slika 17: Enočrtna shema dvanajstega koraka .....	32
Slika 18: Kabelski končniki v celici.....	33
Slika 19: Enočrtna shema trinajstega koraka.....	34
Slika 20: Enočrtna shema R(T)P Vodenska .....	35
Slika 21: Poročilo o merjenju prebojne trdnosti DV Potoška vas 1 .....	36
Slika 22: Poročilo o merjenju prebojne trdnosti KB Hrastnik 2 .....	37
Slika 23: Preizkus istovetnosti faz .....	38
Slika 24: Progovno stikalo .....	39
Slika 25: Odklopni ločilnik SF6 (SIEMENS).....	40
Slika 26: Odklopni ločilnik OLN .....	40
Slika 27: Odklopnik tipa HG.....	41
Slika 28: Odklopnik tipa NULEC na drogu .....	41

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Velikosti posameznih nadzorništrev .....	2
--	---



## KRATICE

RTP:	razdelilna transformatorska postaja
TP:	transformatorska postaja
SN:	srednja napetost
NN:	nizka napetost
SNO:	srednje napetostno omrežje
MRP:	mobilna razdelilna postaja
DV:	daljnovod
KB:	kablovod
DE:	distribucijska enota
MS:	močnostno stikalo
PS:	progovno stikalo
HVAC:	ogrevanje, prezračevanje in ohlajevanje (angl. heating, ventilation and air conditioning)

# 1 UVOD

Zaposleni smo na Elektro Ljubljana, d. d., v javnem podjetju za distribucijo električne energije, v DE Trbovlje. Osnovna dejavnost podjetja je distribucija električne energije končnim odjemalcem. Za doseg tega cilja sta v dejavnost podjetja vključena še gradnja in vzdrževanje distribucijskih elektroenergetskih dejavnosti podjetja, v manjši meri pa tudi proizvodnja električne energije. Podjetje teritorialno pokriva območje, ki obsega tretjino Slovenije. Elektro Ljubljana upravlja največje distribucijsko omrežje v Sloveniji. Prek elektroenergetske infrastrukture na kar 6.166 km<sup>2</sup> (kar je 30,4 % celotne površine Slovenije) se z električno energijo napaja več kot 347.750 odjemalcev. Podjetje skrbi, da električna energija učinkovito doseže vsako poslopje v osrednji in jugovzhodni Sloveniji in da z novimi distribucijskimi napravami neprestano skrbi za razvoj omrežja, s katerim omogoča zanesljivo in kakovostno oskrbo z električno energijo. Enote so dolžne zagotavljati kakovostno dobavo električne energije končnim odjemalcem ter skrbijo za delovanje in vzdrževanje elektroenergetskih naprav srednje- in nizkonapetostnega nivoja na svojem območju.

Podjetje sestavljajo naslednje DE:

- DE Trbovlje;
- DE Ljubljana mesto;
- DE Ljubljana okolica;
- DE Kočevje;
- DE Novo mesto.

## 1.1 OPREDELITEV OZ. OPIS PROBLEMA

To temo diplomske naloge smo si izbrali zato, ker smo tudi sami sodelovali pri projektu predavitve SN vodov iz MRP Vodenska v na novo zgrajeno R(T)P Vodenska. V diplomski nalogi bi radi na kratko, vendar razumljivo predstavili, kako so potekala vsa dela in kako smo se držali vseh varnostnih pravil.

## 1.2 NAMEN IN CILJ NALOGE

Namen in cilj naše naloge je, da bi čim boljše opisali in predstavili, kako je potekala vključitev SN vodov v R(T)P Vodenska po korakih ter kako se držati varnostnih pravil iz varstva zdravja pri delu, požarne varnosti in varstva okolja.

## 2 SPLOŠNO

Z novim zakonom obravnavamo električno energijo kot blago, s katerim razpolagamo na prostem trgu. Ker mora vsak trgovec skrbeti, da njegovo blago ni na slabem glaslu, kajti le tako se bo še naprej dobro prodajalo, smo mi kot trgovci z električno energijo dolžni skrbeti, da je ta kakovostna. Drugo pravilo, ki nas opredeljuje kot dobrega trgovca z električno energijo, je, da je ta dobavljiva v vsakem trenutku. To pomeni, da mora biti zagotovljena čim večja zanesljivost električne energije. Kot podjetje za distribucijo in prodajo električne energije smo zavezani izpolnjevanju pogojev, ki so navedeni v Pravilniku o splošnih pogojih za dobavo električne energije in v Energetskem zakonu. Vse večjo težo dajemo zanesljivosti dobave električne energije, saj je ta povezana s stroški. Primarni strošek je strošek, ki nastane neposredno zaradi izpada dobave električne energije. Ta strošek predstavlja neplačano električno energijo, ker ta v času okvare ni bila dobavljena odjemalcem. Največji strošek pa predstavlja sekundarni strošek, ki nastane posredno zaradi izpada električne energije. Nanaša se na stroške, povezane s stroški proizvodnje, ker ta ne more teči. Ker imamo z odjemalci podpisane pogodbe, v katerih je zajeto tudi zagotovilo o dobavi električne energije, smo te stroške v posebnih primerih dolžni kriti sami. Pogodbe so torej nekakšno zagotovilo za zanesljivo električno energijo. Že vse od začetka deregulacije elektroenergetskega sistema se veliko govori o kakovosti električne energije. Priznati moramo, da smo posredno lahko odgovorni za škodo na električnih napravah nizke ali srednje napetosti odjemalcev, če je ugotovljeno, da je te poškodovala nezadostna kakovost dobavljene električne energije.

### 2.1 OBMOČJA NAPAJANJA DE TRBOVLJE

DE Trbovlje pokriva območje, veliko približno 652 km<sup>2</sup>, kjer posamezna nadzorništva pokrivajo naslednje površine:

Nadzorništvo	Površina (km <sup>2</sup> )
Zagorje	194,7
Radeče	133,3
Hrastnik	76,1
Trbovlje	75,2
Litija	172,6
<b>Skupaj</b>	<b>651,9</b>

Tabela 1: Velikosti posameznih nadzorništev  
(Elektro Ljubljana, 2023)

V DE Trbovlje imamo torej pet nadzorništev.

### 3 STARO STANJE

V skladu z opuščanjem 35-kV in 10-kV napetostnega nivoja na področju Elektra Ljubljana, d. d., je predviden začetek prehoda distribucijskega SNO na 20-kV napetostni nivo na območju nadzorništva Trbovlje. Prehod na 20-kV napetostni nivo pomeni zmanjšanje padcev napetosti in posledično zmanjšanje izgub v distribucijskem SNO, predvsem pa učinkovitejšo, zanesljivejšo in kakovostnejšo dobavo električne energije vsem odjemalcem v distribucijskem omrežju. V prehod bo vključeno distribucijsko SNO (SN nadzemni vodi, SN KB), prek katerega so napajani porabniki električne energije na območju nadzorništva Trbovlje, in sicer iz obstoječe RTP 35/10 kV Trbovlje. Distribucijsko SNO se je skozi leta obnavljalo in projektiralo v skladu z načrtovano spremembo obratovalne napetosti. Omrežje je vključeno v RTP 35/10 kV Trbovlje s kablenskimi izvodi, položenimi v kabelski kanalizaciji, in nadzemni vodi, vpetimi na fasado objekta. Poleg SNO je prek vpetja na fasadi izvedena tudi optična povezava RTP Trbovlje–RTP Potoška vas.



Slika 1: RTP 35/10 kV Trbovlje  
(Elektro Ljubljana, 2022)

### 3.1 TEHNIČNA REŠITEV

Lokacija RTP 35/10 kV Trbovlje je med regionalno cesto I. reda Bevško–Trbovlje in strugo vodotoka Trboveljščica. Posledično ni možno zgraditi nadomestne RP, saj je v času rekonstrukcije obstoječe RTP treba zagotoviti napajanje TP. Rešitev glede na prostorsko stisko je postavitvev začasne MRP. MRP se uporabi za začasno napajanje TP, in sicer do končanja gradnje nove R(T)P Vodenska. MRP nima lastne transformacije in služi kot stikališče za izvedbo SN odcepov, ki napajajo TP.



*Slika 2: MRP*  
(Lastni vir)

## 3.2 VKLJUČITEV VODOV V MRP VODENSKA

MRP omogoča priključitev kabelskih vodov. V pripravah na prehod se je SNO projektiralo skladno s tem.

V MRP se priključijo naslednji SN izvodi:

- KB Hrastnik 1 (kabel tipa  $3 \times \text{NA2XS(FL)2Y } 1 \times 240/25 \text{ mm}^2$ );
- DV Dobovec (kabel tipa  $3 \times \text{NA2XS(FL)2Y } 1 \times 150/25 \text{ mm}^2$ );
- KB Vodenska (kabel tipa  $3 \times \text{NA2XS(FL)2Y } 1 \times 150/25 \text{ mm}^2$ );
- KB Center (kabel tipa  $3 \times \text{XHP48A } 1 \times 240/25 \text{ mm}^2$ );
- KB Obrtna cona (kabel tipa  $3 \times \text{NA2XS(FL)2Y } 1 \times 150/25 \text{ mm}^2$ );
- DV Nasipi (kabel tipa  $3 \times \text{NA2XS(FL)2Y } 1 \times 150/25 \text{ mm}^2$ );
- DV RTP Potoška vas (kabel tipa  $3 \times \text{NA2XS(FL)2Y } 1 \times 240/25 \text{ mm}^2$ );
- KB Hrastnik 2 (kabel tipa  $3 \times \text{NA2XS(FL)2Y } 1 \times 240/25 \text{ mm}^2$ );
- KB Kogeneracija Polaj (kabel tipa  $3 \times \text{NA2XS(F)2Y } 1 \times 240/25 \text{ mm}^2$ ).

## 3.3 OSNOVNI PODATKI

MRP je instalirana v kontejnerju velikosti približno  $6000 \text{ mm} \times 2500 \text{ mm} \times 2900 \text{ mm}$  (D  $\times$  Š  $\times$  V). SN stikališče se nahaja ob steni nasproti vhoda. Dostop do SN stikališča je neposredno skozi vrata kontejnerja. V istem prostoru so nameščene tudi naprave sekundarnih sistemov MRP v dveh omarah (sistemi pomožnega napajanja v eni ter sistemi daljinskega vodenja in komunikacij v drugi omari). Med obema omarama so tudi sistemi HVAC, in sicer klimatska naprava z možnostjo prezračevanja ter grelec, oba opremljena s termostati.

SN stikališče obsega naslednjo opremo:

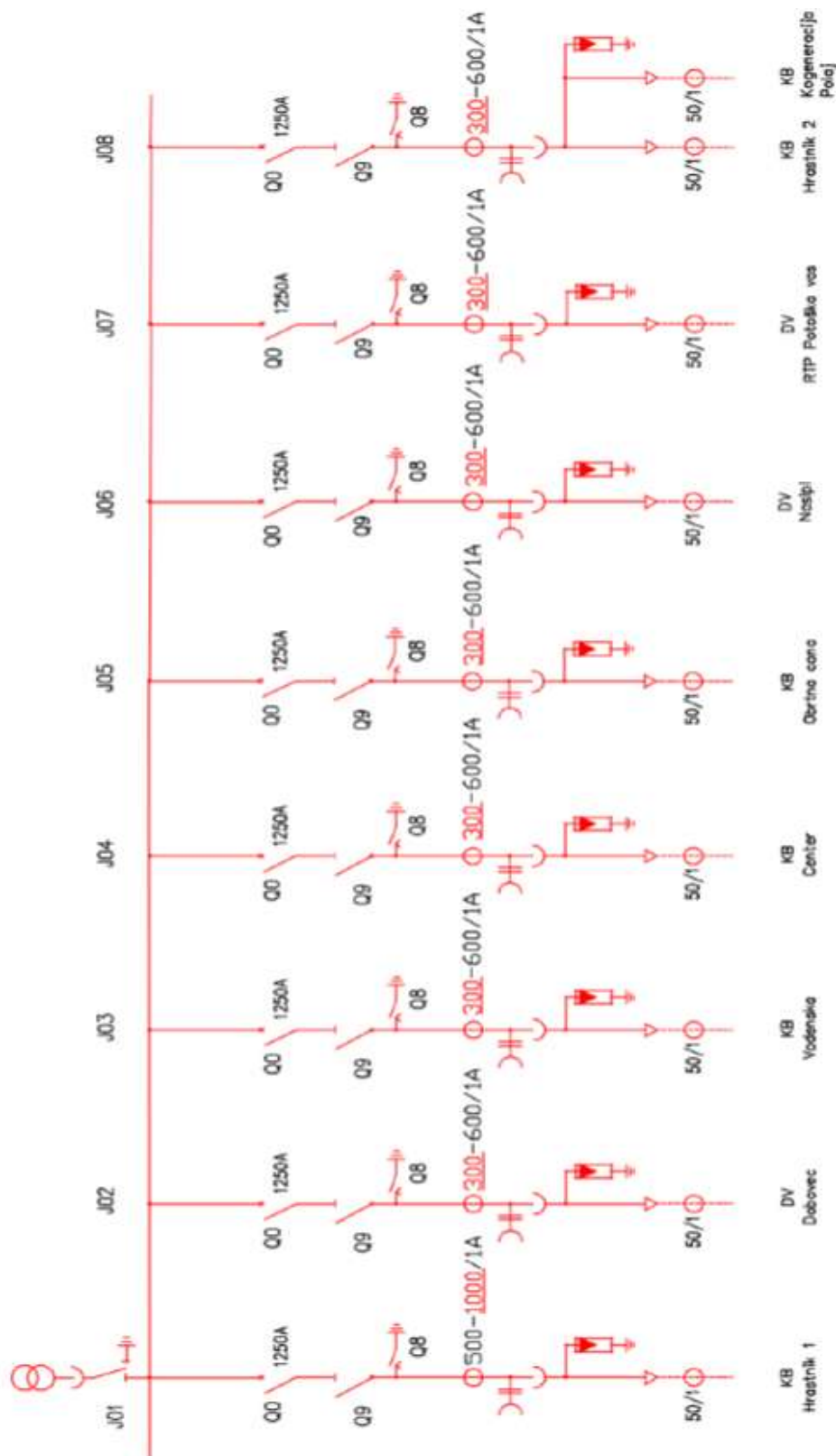
- SN stikališče z osmimi plinsko izoliranimi celicami v eni vrsti

SN stikališče je izvedeno z enim samim sektorjem, z osmimi celicami. Zbiralke SN stikališča so grajene za nazivni tok 1250 A. Tudi vse vodne celice so grajene za nazivni tok 1250 A. SN stikališče je v kabelski izvedbi. Vsi SN odvodi potekajo po kabljih, ki pod stikališčem zapustijo kontejner in se nadaljujejo kot KB oziroma DV. Zaščita SN stikališča pred atmosferskimi in obratovalnimi prenapetostmi je izvedena z odvodniki prenapetosti v kontejnerski obliki.

### 3.4 NAPAJanJE MRP

MRP se napaja iz SNO, odvisno od vsakokratne postavitve. V primeru obravnavanega elaborata je osnovno napajanje MRP KB Hrastnik 1 (KB Hrastnik 2 in DV Potoška vas sta rezervi). Poleg priklopa na SNO je treba zagotoviti tudi napajanje lastne rabe, in sicer trifazno s kablom 0,4 kV AC. Za potrebe lastne rabe se je položil NN kabel tipa NA2XY-J 4 × 70 + 1,5 mm<sup>2</sup> iz TP Hofer. Nizkonapetostni kabel se je priključil v prostostoječo omarico, ki se je postavila ob sami RP. Povezava med razdelilno omaro in prostostoječo omaro se je izvedla s kablom, ki je sestavni del MRP.

# MRP VODENSKA



Slika 3: Enočrna shema napajanja MRP  
(Elektro Ljubljana, 2022)



## 4 NOVA R(T)P VODENSKA

Tako evropski kot slovenski trend je ukinitvev tristopenjske transformacije 110/35/10 kV in uvedba dvostopenjske transformacije 110/20 kV. Ker je v tujini malo 35-kV omrežij, je oprema za ta omrežja zelo draga. Zato smo se v podjetju odločili za izgradnjo nove RTP. Rušenje stare in izgradnja nove R(T)P Vodenska sodi v sklop prehoda območja Trbovelj na 20-kV napetostni nivo. Med rušenjem starega in med gradnjo novega objekta je funkcijo stare RTP 35/10 kV Vodenska takrat prevzela začasna MRP Vodenska. Kontejnerska MRP je služila kot začasna RP do izgradnje nove RTP. Nova R(T)P je locirana na isti lokaciji, kot je stal stari objekt.

Nova R(T)P prinaša določene izboljšave in novosti:

- izboljšale se bodo napetostne razmere za obstoječe uporabnike distribucijskega omrežja;
- omogočeno bo povečanje električne priključne moči za obstoječe uporabnike distribucijskega omrežja;
- omogočeno bo priključevanje novih uporabnikov distribucijskega omrežja.

R(T)P Vodenska je daljinsko voden objekt brez posadke, kar pomeni večjo zanesljivost, lažje in hitrejšo preklapljanje.

Nova R(T)P vsebuje dva napajalna sektorja. Sektor 1 prvotno napaja DV Potoška vas 1, sektor 2 pa prvotno napaja Hrastnik 2. Sektor 1 vsebuje tudi rezervno napajanje, ki se lahko napaja po Hrastnik 1, medtem ko ima sektor 2 rezervno napajanje po DV Potoška vas 2.

### 4.1 PRESTAVITEV VODOV IZ MRP V R(T)P VODENSKA PO DNEVIH IN KORAKIH

Prestavitev vodov smo izvajali po korakih. Vsak korak oziroma faza del zajema dela, ki se izvajajo v enem dnevu. Tako smo posamezne faze obdelali popolnoma ločeno, seveda pa v določenem logičnem zaporedju. Zaradi premestitve SN vodov iz MRP Vodenska v R(T)P Vodenska je bilo treba izvesti trinajst korakov z vsemi spremljajočimi aktivnostmi. Pri posamezni izvedbi del je bilo treba poleg izklopa določenega odseka DV posebno pozornost nameniti preizkusu brez napetostnega stanja in ozemljevanja SN vodov.

## 4.2 KORAKI

### 1. KORAK – DV 20 KV RTP POTOŠKA VAS 2

#### 1. dan

Potek del

V tem koraku smo izvedli vključitev DV 20 kV Potoška vas 2 v R(T)P Vodenska, celica J20.

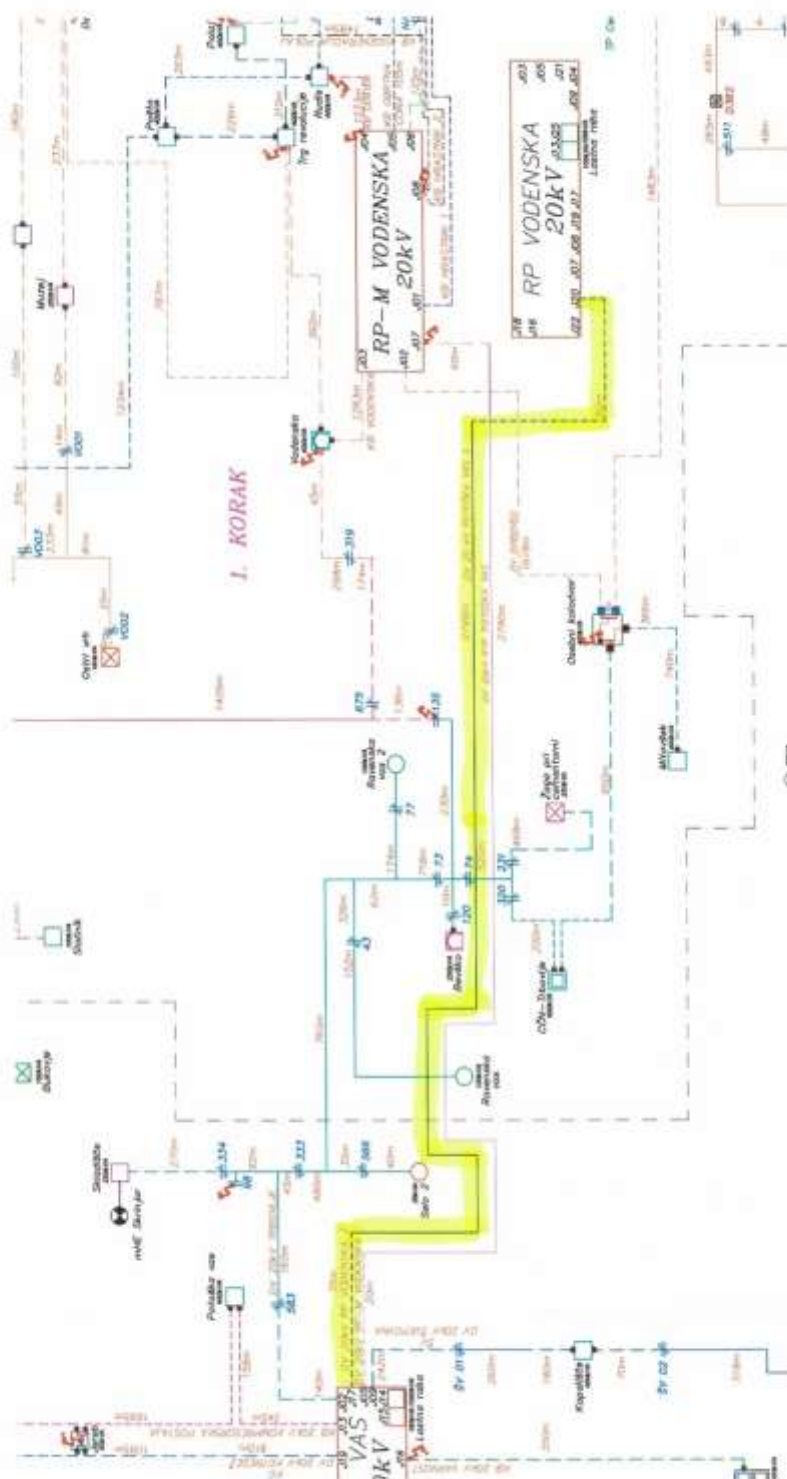
Pri tem koraku ni bilo motenj pri odjemalcih, saj gre za napajalni vod, ki ne napaja nobene TP.

Za ta korak smo potrebovali 6 delavcev in merilca kablov.

Aktivnosti na omrežju:

- montaža kabelskih končnikov;
- meritve prebojne trdnosti kabla;
- vklop DV Vodenska 2 v RTP Potoška vas, celica J17;
- vklop celice J20 DV Potoška vas 2 v R(T)P Vodenska.

S tem korakom smo dosegli začasno napajanje za R(T)P Vodenska. Celica J20 DV Potoška vas 2 nam je služila za preizkušanje fazne enakosti z ostalimi DV, ki smo jih vključili pri naslednjih korakih.



Slika 4: Enočrtna shema prvega koraka  
(Elektro Ljubljana, 2022)

## 2. KORAK – KB 20 KV VODENSKA

### 2. dan

Potek del

V tem koraku smo izvedli vključitev KB 20 kV Vodenska v R(T)P Vodenska, celica J18.

Pri tem koraku ni bilo motenj pri odjemalcih, saj smo omrežje pred izklopom zazankali z DV 20 kV Kompresorska postaja.

Za ta korak smo potrebovali 6 delavcev in merilca kablov.

Aktivnosti na omrežju:

- vklop MS v TP Vodenska, smer Dovod Kompresorska (PS 675);
- izklop MS v TP Vodenska, smer Dovod KB Vodenska (MRP Vodenska);
- izklop KB Vodenska v MRP Vodenska, celica J03;
- demontaža KB Vodenska v MRP Vodenska, celica J03;
- montaža kabelskih končnikov;
- meritve prebojne trdnosti kabla;
- montaža KB 20 kV Vodenska v R(T)P Vodenska, celica J18;
- vklop MS v TP Vodenska, smer Dovod KB Vodenska (MRP Vodenska);
- preizkus faznih enakosti v R(T)P Vodenska med DV RTP Potoška vas 2 v celici J20 in KB 20 kV Vodenska v celici J18 v R(T)P Vodenska;
- vklop KB 20 kV Vodenska v celici J18;
- izklop MS v TP Vodenska, smer Dovod Kompresorska (PS 675).



### 3. KORAK – KB 20 KV CENTER

#### 3. dan

Potek del

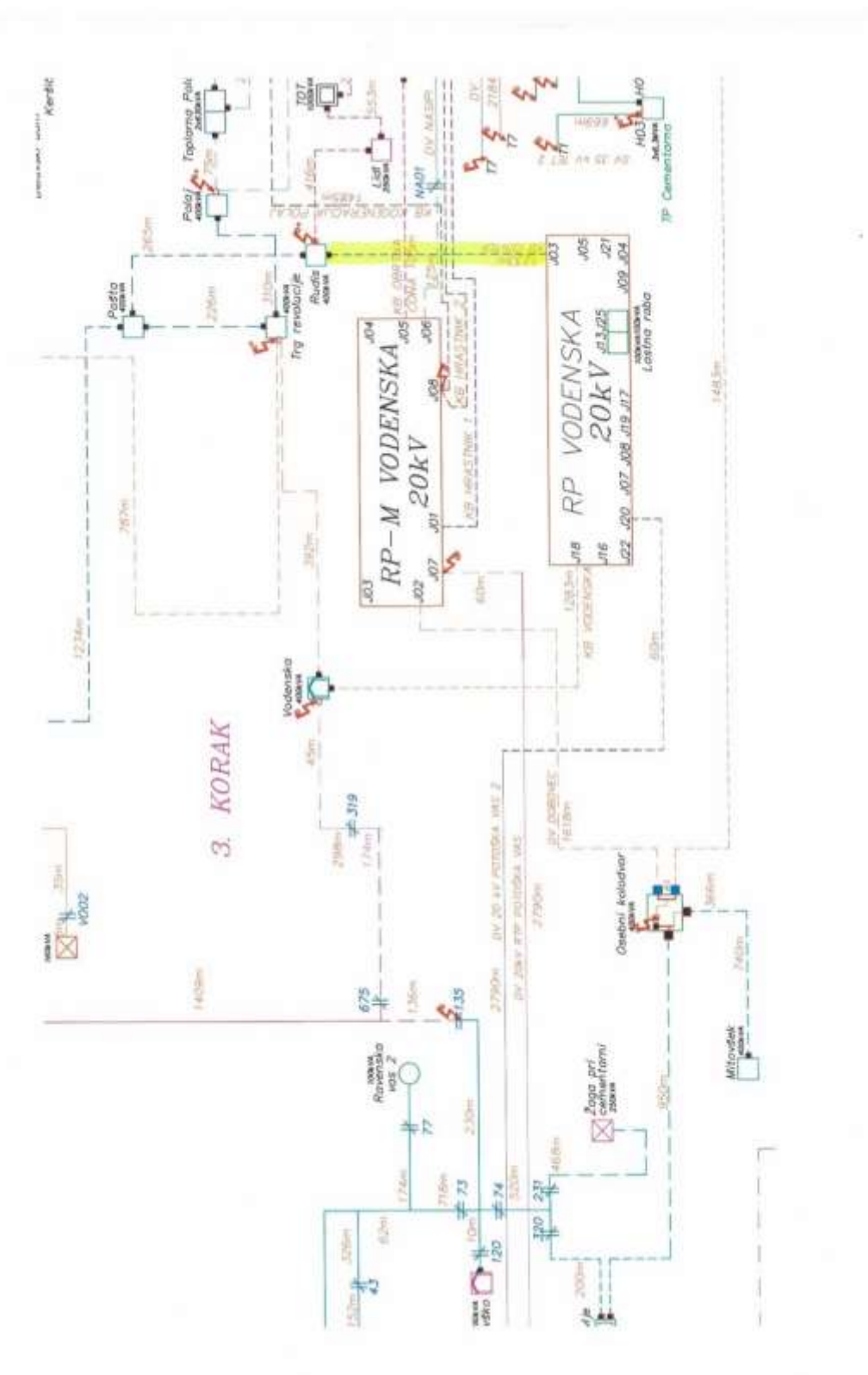
V tem koraku smo izvedli vključitev KB 20 kV Center v R(T)P Vodenska, celica J03.

Pri tem koraku ni bilo motenj pri odjemalcih, ker KB ni bil v funkciji, saj je med prehodom iz 10-kV na 20-kV nivo prišlo do okvare na KB in je bilo treba zamenjati celoten KB. V funkcijo je prišel po sami prestavitvi v novo R(T)P.

Za ta korak smo potrebovali 6 delavcev in merilca kablov.

Aktivnosti na omrežju:

- montaža kablskih končnikov;
- meritve prebojne trdnosti kabla;
- montaža KB 20 kV Center v R(T)P Vodenska, celica J03;
- vklop MS v TP Rudis – Dovod iz R(T)P Vodenska;
- preizkus faznih enakosti v R(T)P Vodenska;
- vklop KB 20 kV Center v R(T)P Vodenska, celica J03;
- izklop MS v TP Rudis – Dovod iz TP Lidl.



Slika 6: Enočrtna shema tretjega koraka (Elektro Ljubljana, 2022)

## 4. KORAK – KB 20 KV HRASTNIK 1

### 4. dan

Potek del

V tem koraku smo izvedli vključitev KB 20 kV Hrastnik 1 v R(T)P Vodenska, celica J09.

Pri tem koraku ni bilo motenj pri odjemalcih, saj gre za napajalni vod, ki ne napaja nobene TP.

Za ta korak smo potrebovali 12 delavcev in merilca kablov.

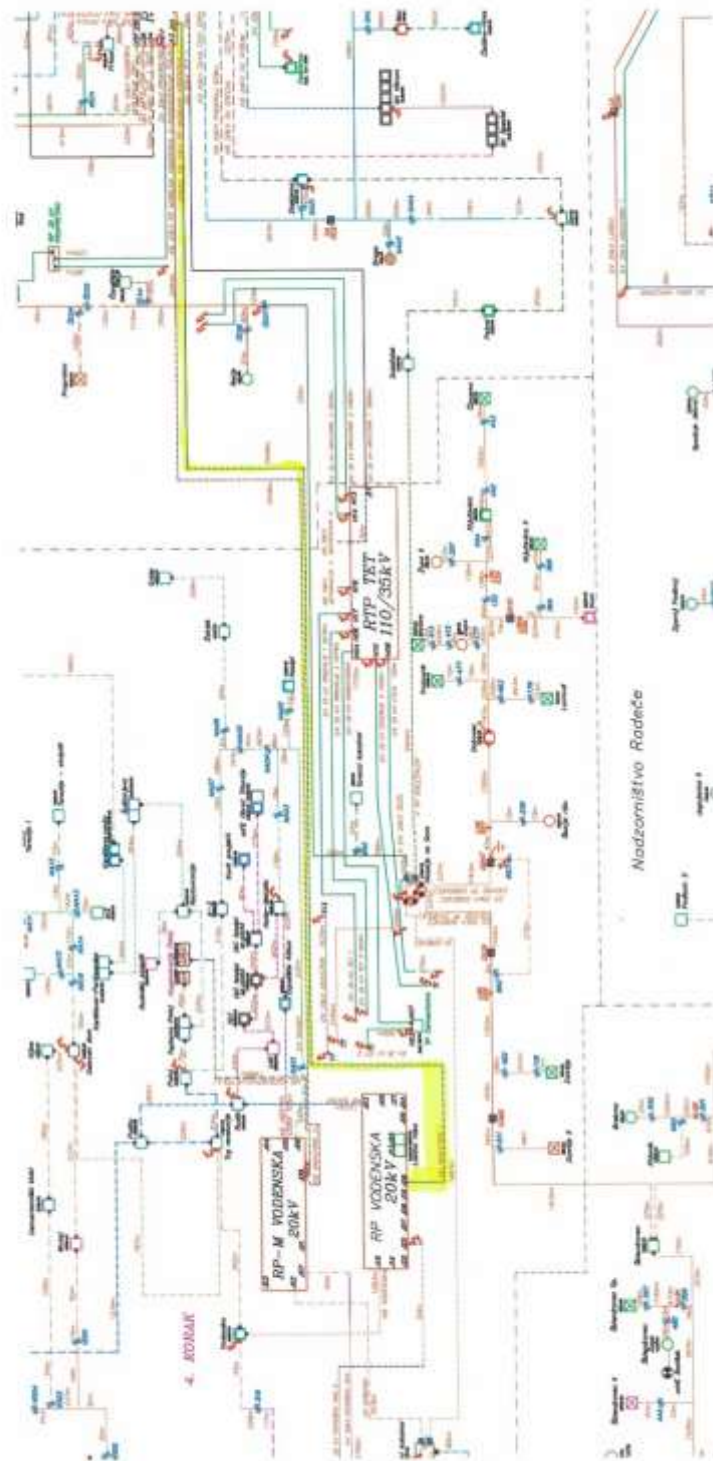
Aktivnosti na omrežju:

- vklop DV 20 kV RTP Potoška vas v MRP Vodenska, celica J07;
- izklop KB 20 kV MRP Vodenska 1 v RTP Hrastnik, celica J33;
- izklop KB 20 kV RP Hrastnik 1 v MRP Vodenska, celica J01;
- demontaža KB 20 kV Hrastnik 1 v MRP Vodenska, celica J01;
- montaža kablskih končnikov;
- meritve prebojne trdnosti kabla;
- montaža KB 20 kV Hrastnik 1 v R(T)P Vodenska, celica J09;
- vklop KB 20 kV MRP Vodenska 1 v RTP Hrastnik, celica J33;
- preizkus faznih enakosti v R(T)P Vodenska;
- vklop KB 20 kV Hrastnik 1 v R(T)P Vodenska, celica J09;
- izklop zveznega polja v R(T)P Vodenska, celica J13.



Slika 7: Kabelski prostor v R(T)P Vodenska  
(Lastni vir)





Slika 8: Enočrtna shema četrtega koraka  
(Elektro Ljubljana, 2022)

## 5. KORAK – DV 20 KV NASIPI

### 5. dan

Potek del

V tem koraku smo izvedli vključitev DV 20 kV Nasipi v R(T)P Vodenska, celica J21.

Pri tem koraku ni bilo motenj pri odjemalcih, saj smo omrežje pred izklopom zazankali s KB Obrtna cona.

Za ta korak smo potrebovali 12 delavcev in merilca kablov.

Aktivnosti na omrežju:

- vklop MS v TP Hofer – Metalija, smer Dovod iz DV Nasipi;
- izklop DV 20 kV Nasipi v MRP Vodenska, celica J06;
- izklop DV 20 kV Nasipi PS NA 01;
- demontaža DV Nasipi v MRP Vodenska, celica J06;
- montaža kabelskih končnikov;
- meritve prebojne trdnosti kabla;
- montaža DV 20 kV Nasipi v celico J21 v R(T)P Vodenska;
- vklop DV 20 kV Nasipi PS NA 01;
- preizkus faznih enakosti v R(T)P Vodenska;
- vklop DV 20 kV Nasipi v R(T)P Vodenska, celica J21;
- izklop MS v TP Hofer – Metalija, smer Dovod iz DV Nasipi.



## 6. KORAK – KB 20 KV OIC NASIPI

### 6. dan

Potek del

V tem koraku smo izvedli vključitev KB 20 kV OIC Nasipi v R(T)P Vodenska, celica J05.

Pri tem koraku ni bilo motenj pri odjemalcih, saj smo omrežje pred izklopom zazankali s KB Center.

Za ta korak smo potrebovali 6 delavcev in merilca kablov.

Aktivnosti na omrežju:

- vklop MS v TP Rudis – Dovod iz TP Lidl;
- izklop MS v TP Ačkun – Dovod iz MRP Vodenska;
- izklop KB 20 kV Obrtna cona v MRP Vodenska, celica J05;
- demontaža KB 20 kV Obrtna cona v MRP Vodenska, celica J05;
- izdelava kablskih spojk;
- montaža kablskih končnikov;
- meritve prebojne trdnosti kabla;
- montaža KB 20 kV OIC Nasipi v celico J05 v R(T)P Vodenska;
- vklop MS v TP Ačkun – Dovod iz MRP Vodenska;
- preizkus faznih enakosti v R(T)P Vodenska;
- vklop KB 20 kV OIC Nasipi v R(T)P Vodenska, celica J05;
- izklop MS v TP Rudis – Dovod iz TP Lidl.



## 7. KORAK – DV 20 KV DOBOVEC

### 7. dan

Potek del

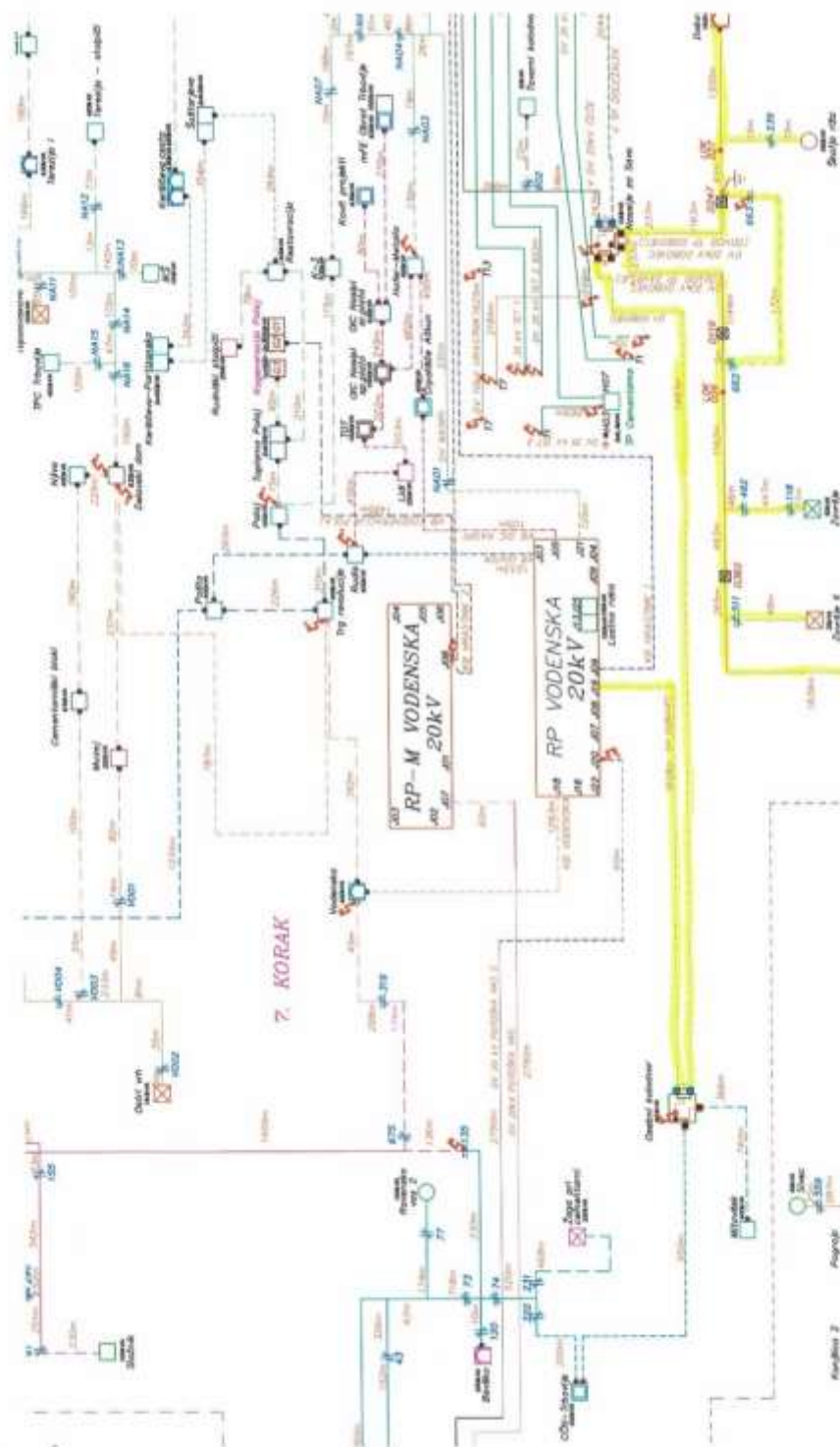
V tem koraku smo izvedli vključitev DV 20 kV Dobovec v R(T)P Vodenska, celica J19.

Pri tem koraku ni bilo motenj pri odjemalcih, saj smo omrežje pred izklopom zazankali s KB Osebni kolodvor.

Za ta korak smo potrebovali 6 delavcev in merilca kablov.

Aktivnosti na omrežju:

- vklop MS v TP Osebni kolodvor – spojno polje (Blok 1 – Blok 2);
- izklop MS v TP Osebni kolodvor – Dovod iz MRP Vodenska;
- izklop DV Dobovec v MRP Vodenska, celica J02;
- demontaža DV Dobovec v MRP Vodenska, celica J02;
- montaža kablskih končnikov;
- meritve prebojne trdnosti kabla;
- montaža DV 20 kV Dobovec v celico J19 v R(T)P Vodenska;
- vklop MS v TP Osebni kolodvor – Dovod iz MRP Vodenska;
- preizkus faznih enakosti v R(T)P Vodenska;
- vklop DV 20 kV Dobovec v R(T)P Vodenska, celica J19;
- izklop MS v TP Osebni kolodvor – spojno polje (Blok 1 – Blok 2).



Slika 11: Enočrtna shema sedmega koraka  
(Elektro Ljubljana, 2022)



## 8. KORAK – DV 20 KV POTOŠKA VAS 1

### 8. dan

Potek del

V tem koraku smo izvedli vključitev DV 20 kV Potoška vas 1 v R(T)P Vodenska, celica J07.

Pri tem koraku ni bilo motenj pri odjemalcih, saj gre za napajalni vod, ki ne napaja nobene TP.

Za ta korak smo potrebovali 6 delavcev in merilca kablov.

Aktivnosti na omrežju:

- izklop DV 20 kV MRP Vodenska v RTP Potoška vas, celica J05;
- izklop DV 20 kV RTP Potoška vas v MRP Vodenska, celica J07;
- demontaža DV 20 kV RTP Potoška vas v MRP Vodenska, celica J07;
- izdelava kabelskih spojk;
- montaža kabelskih končnikov;
- meritve prebojne trdnosti kabla;
- montaža DV 20 kV Potoška vas 1 v celico J07 v R(T)P Vodenska;
- vklop DV 20 kV MRP Vodenska v RTP Potoška vas, celica J05;
- preizkus faznih enakosti v R(T)P Vodenska;
- vklop DV 20 kV Potoška vas 1 v RP Vodenska, celica J07;
- izklop KB 20 kV Hrastnik 1 v R(T)P Vodenska, celica J09.



Slika 12: Izdelava kabelskih spojk  
(Lastni vir)





## 9. KORAK – KB 20 KV KOGENERACIJA POLAJ

### 9. dan

Potek del

V tem koraku smo izvedli vključitev KB 20 kV Kogeneracija Polaj v R(T)P Vodenska, celica J04.

V tem koraku se je bilo treba dogovoriti za izklop s Toplarno Polaj Trbovlje.

Pri tem koraku je bila brez napajanja Toplarna Polaj Trbovlje, in sicer približno 5 ur.

Za ta korak smo potrebovali 12 delavcev in merilca kablov.

Aktivnosti na omrežju:

- ugotovitev smeri vrtenja v TP Kogeneracija Polaj;
- izklop DV 20 kV MRP Vodenska 2 v RTP Hrastnik, celica J13 – ostane izklopljena;
- izklop MS V TP Kogeneracija polaj – Dovod iz MRP Vodenska;
- demontaža KB 20 kV Kogeneracija Polaj v MRP Vodenska;
- montaža kabelskih končnikov;
- meritve prebojne trdnosti kabla;
- montaža KB 20 kV Kogeneracija Polaj v celico J04 v R(T)P Vodenska;
- vklop KB 20 kV Kogeneracija Polaj v R(T)P Vodenska celica J04;
- preizkus smeri vrtenja v TP Kogeneracija Polaj;
- vklop MS V TP Kogeneracija polaj – Dovod iz R(T)P Vodenska.



## 10. KORAK – KB 20 KV HRASTNIK 1 IN HRASTNIK 2

### 10. dan

Potek del

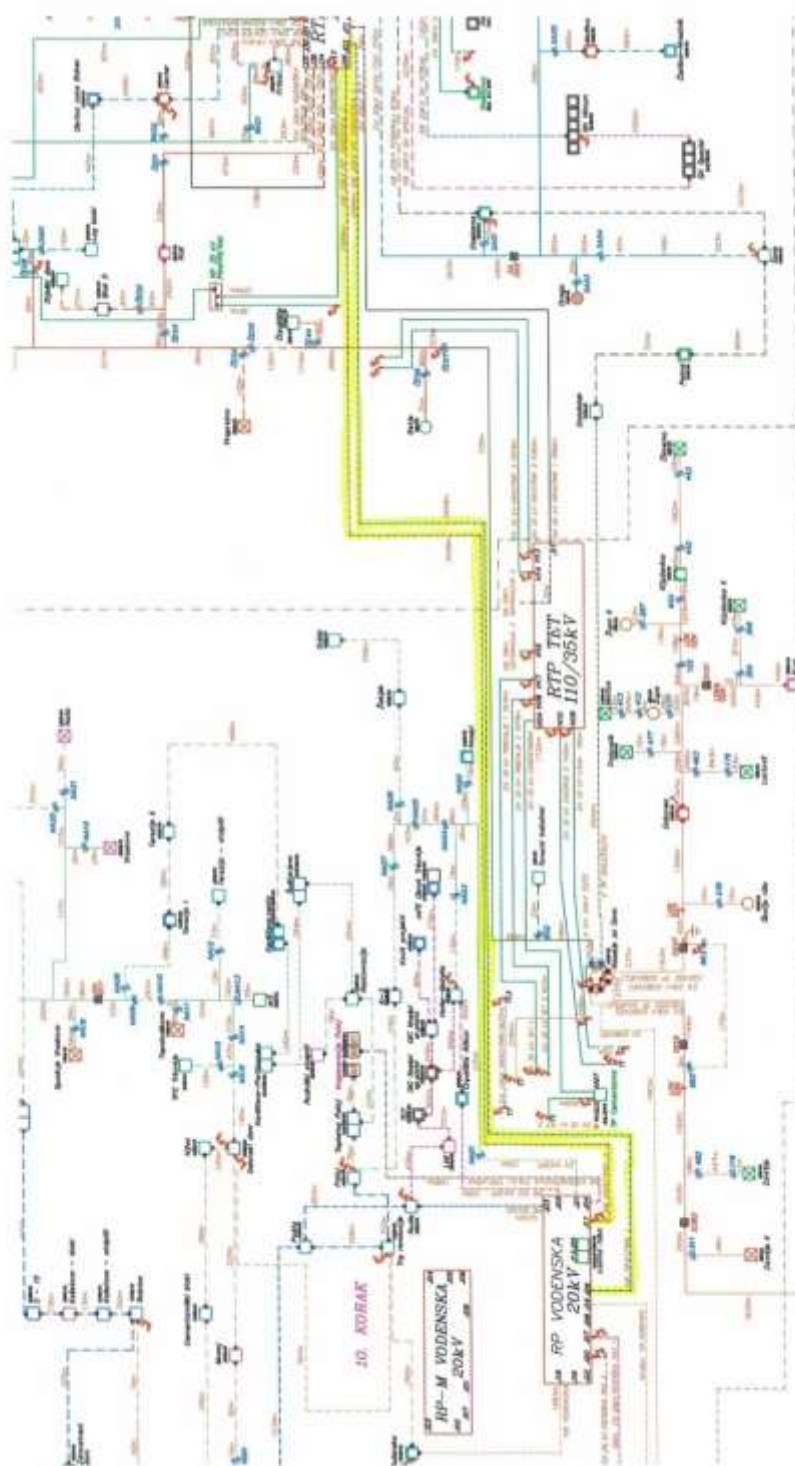
V tem koraku smo izvedli vključitev KB 20 kV Hrastnik 2 v R(T)P Vodenska, celica J17, vključitev KB 20 kV Vodenska 2 v RTP Hrastnik, celica J26 in vključitev KB 20 kV Vodenska 1 v RTP Hrastnik, celica J03.

Pri tem koraku ni bilo motenj pri odjemalcih, saj gre za napajalna voda, ki ne napajata nobene TP.

Za ta korak smo potrebovali 12 delavcev in merilca kablov.

Aktivnosti na omrežju:

- izklop KB 20 kV MRP Vodenska 2 v RTP Hrastnik, celica J13;
- izklop KB 20 kV MRP Vodenska 1 v RTP Hrastnik, celica J33;
- demontaža KB 20 kV Hrastnik 2 v MRP Vodenska, celica J08;
- montaža kabelskih končnikov;
- izdelava kabelskih spojk;
- meritve prebojne trdnosti kabla;
- montaža KB 20 kV Hrastnik 2 v celico J17 v R(T)P Vodenska;
- montaža KB 20 kV Vodenska 2 v celico J26 v RTP Hrastnik;
- demontaža KB 20 kV Hrastnik 1 v R(T)P Vodenska celica J09 zaradi meritev kabla;
- izdelava kabelskih spojk;
- meritve prebojne trdnosti kabla;
- montaža KB 20 kV Vodenska 1 v celico J03 v RTP Hrastnik;
- montaža KB 20 kV Hrastnik 1 v R(T)P Vodenska, celica J09;
- vklop KB 20 kV RP Vodenska 1 v RTP Hrastnik, celica J03;
- preizkus faznih enakosti v R(T)P Vodenska, celica J09;
- vklop KB 20 kV Hrastnik 1 v R(T)P Vodenska, celica J09;
- izklop DV 20 kV Potoška vas 1 v R(T)P Vodenska, celica J07;
- vklop KB 20 kV RP Vodenska 2 v RTP Hrastnik, celica J26;
- preizkus faznih enakosti v R(T)P Vodenska;
- stikalo KB 20 kV Hrastnik 2 v R(T)P Vodenska, celica J17 – ostane izklopljeno.



Slika 15: Enočrtna shema desetega koraka  
(Elektro Ljubljana, 2022)

## 11. KORAK – KB 20 KV OSEBNI KOLODVOR

### 11. dan

Potek del

V tem koraku smo izvedli vključitev KB 20 kV Osebni kolodvor v R(T)P Vodenska, celica J08.

Pri tem koraku ni bilo motenj pri odjemalcih, ker KB ni bil v funkciji, saj je med prehodom iz 10-kV na 20-kV nivo prišlo do okvare na KB in je bilo treba zamenjati celoten KB. V funkcijo je prišel po sami prestavitvi v novo R(T)P.

Za ta korak smo potrebovali 12 delavcev in merilca kablov.

Aktivnosti na omrežju:

- montaža kabelskih končnikov;
- meritve prebojne trdnosti kabla;
- montaža KB 20 kV Osebni Kolodvor v celico J08 v R(T)P Vodenska;
- vklop MS v TP CČN Trbovlje – Dovod iz MRP Vodenska;
- preizkus faznih enakosti v R(T)P Vodenska;
- vklop KB 20 kV Osebni kolodvor v R(T)P Vodenska, celica J08;
- izklop DV 20 kV Trbovlje PS 74.



## 12. KORAK – DV 20 KV VASLE

### 12. dan

Potek del

V tem koraku smo izvedli vključitev DV 20 kV Vasle v R(T)P Vodenska, celica J16.

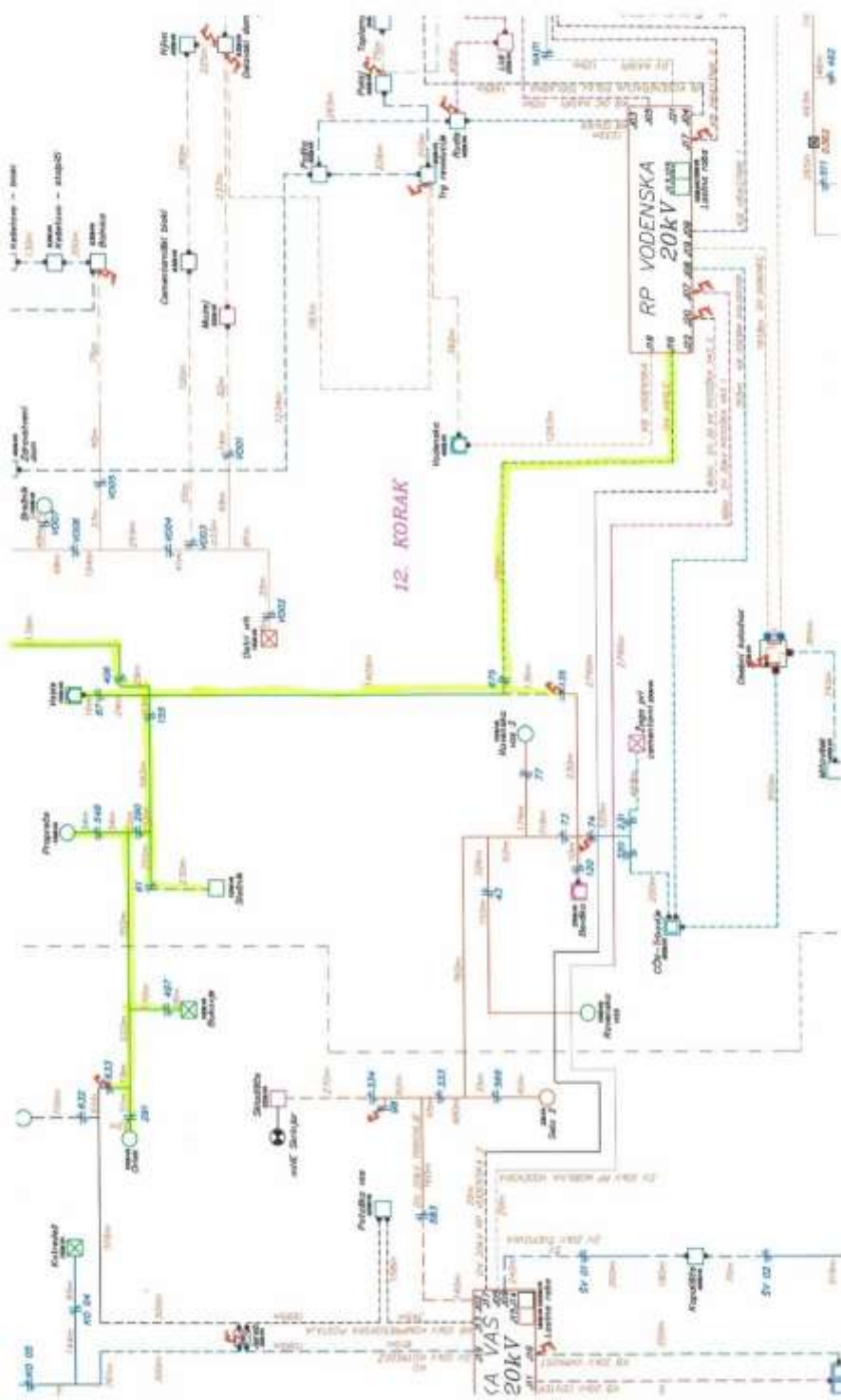
Pri tem koraku smo zazankali omrežje z DV 20 kV Kompresorska postaja. Ker pa je bila potrebna montaža kablov na PS 675, so bile brez napajanja TP Vasle, TP Klek 2 in TP Kalec. Odjemalci iz teh postaj pa so bili brez napajanja približno 6 ur.

Za ta korak smo potrebovali 12 delavcev in merilca kablov.

Aktivnosti na omrežju:

- izklop PS D 155 DV Kompresorska postaja – brez napajanja so bile TP Vasle, TP Klek 2, TP Kalec;
- odpiranje mostičnih vezi na SM 35;
- vklop PS D 155 DV Kompresorska postaja;
- montaža kablskih končnikov 2-krat pri PS in v R(T)P;
- meritve prebojne trdnosti kabla;
- montaža kabla na PS 675 SM 58 DV Kompresorska postaja;
- potrebna so bila gradbena dela za odkop kabla;
- montaža DV 20 kV Vasle v celico J16 v R(T)P Vodenska;
- izklop PS D 155 DV Kompresorska postaja – brez napajanja so bile TP Vasle, TP Klek 2, TP Kalec;
- zapiranje mostičnih vezi na SM 35;
- vklop PS 675 DV Kompresorska postaja;
- vklop PS D 155 DV Kompresorska postaja;
- preizkus faznih enakosti v R(T)P Vodenska;
- vklop DV 20 kV Vasle v R(T)P Vodenska, celica J16;
- izklop DV 20 kV Kompresorska postaja PS 633.





Slika 17: Enočrtna shema dvanajstega koraka  
(Elektro Ljubljana, 2022)

## 13. KORAK – DV 20 KV ZAGORJE

### 13. dan

Potek del

V tem koraku smo izvedli vključitev DV 20 kV Zagorje v R(T)P Vodenska, celica J22.

Pri tem koraku ni bilo motenj pri odjemalcih, saj smo omrežje pred izklopom zazankali z DV 20 kV Trbovlje.

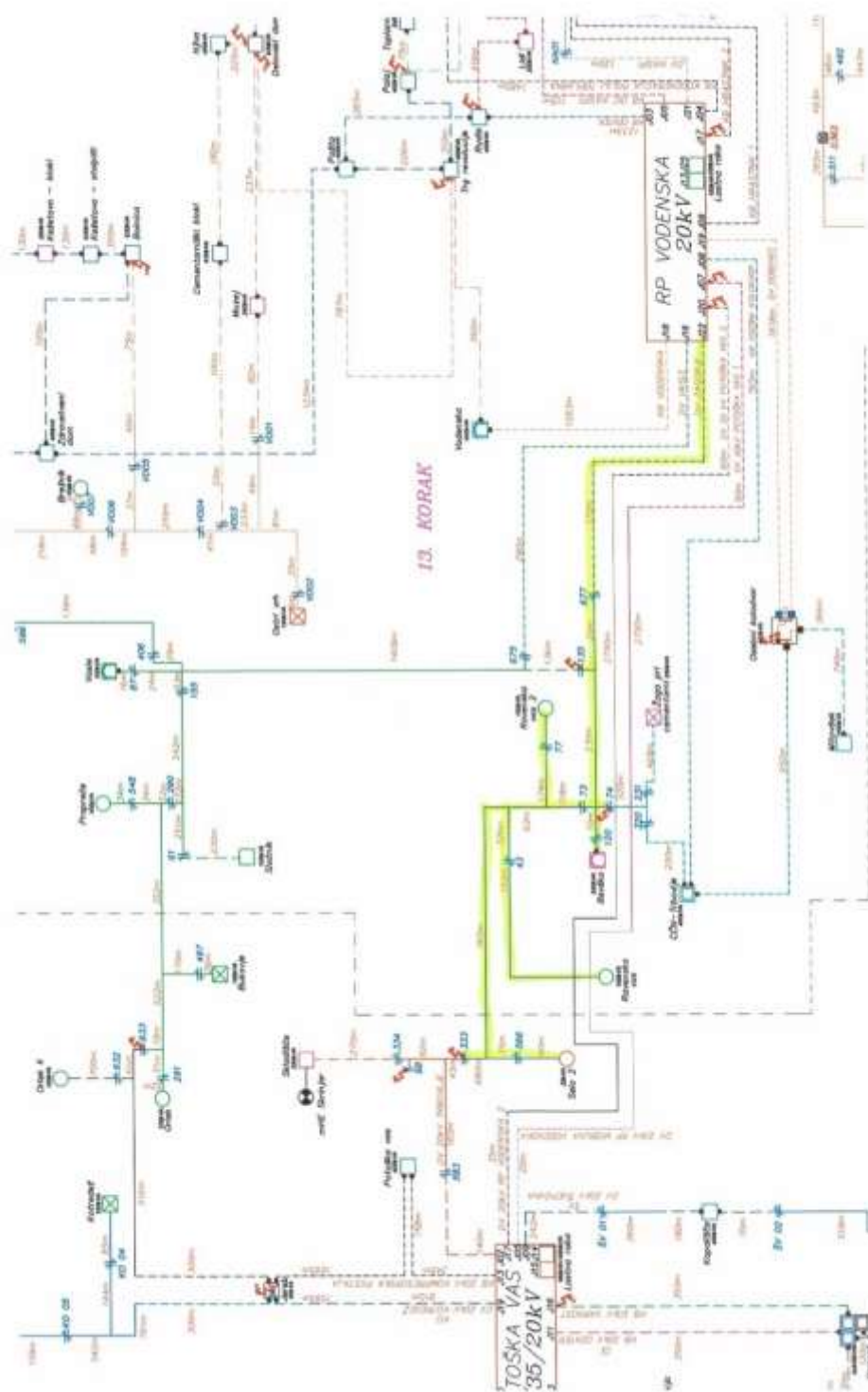
Za ta korak smo potrebovali 6 delavcev in merilca kablov.

Aktivnosti na omrežju:

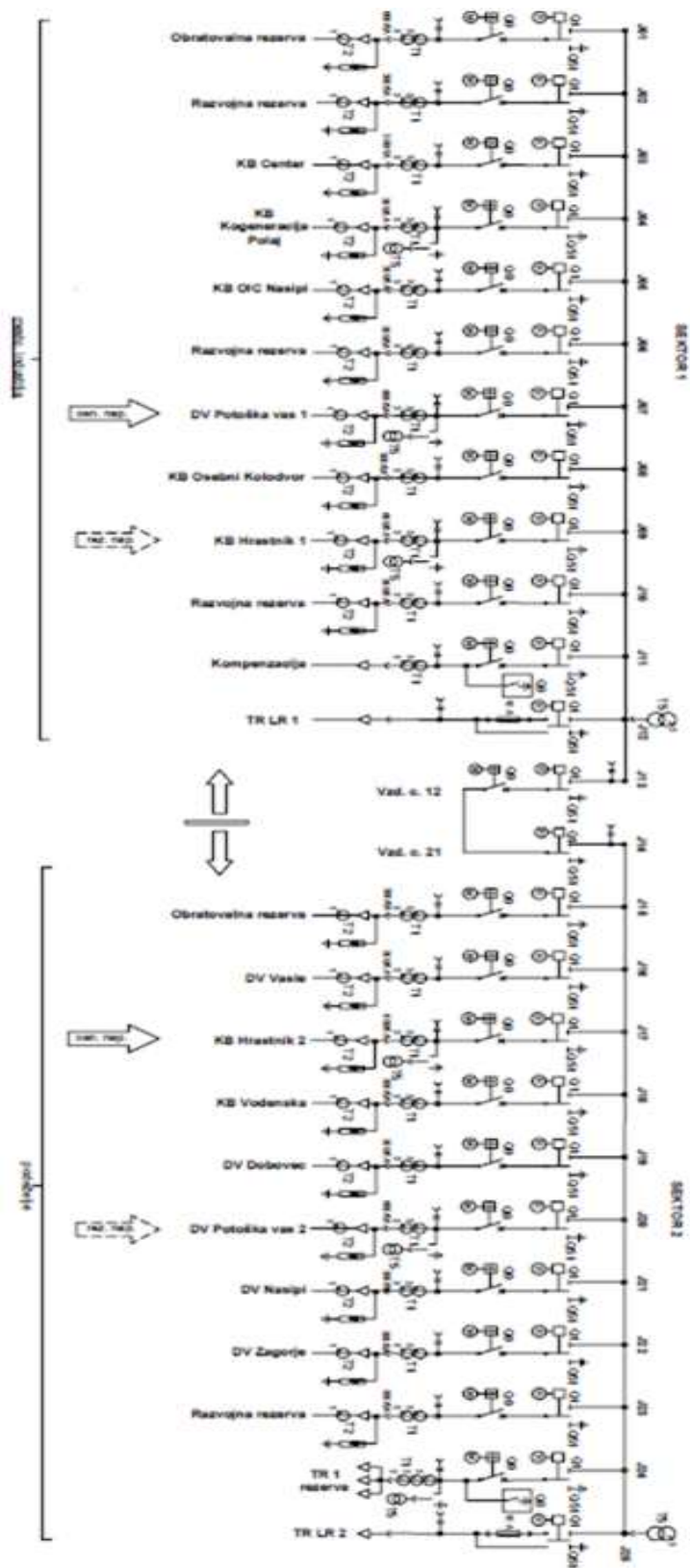
- montaža kabljskih končnikov;
- meritve prebojne trdnosti kabla;
- montaža DV 20 kV Zagorje v celico J22 v R(T)P Vodenska;
- vklop PS 677 DV 20 kV Trbovlje;
- preizkus faznih enakosti v R(T)P Vodenska;
- vklop DV 20 kV Zagorje v R(T)P Vodenska, celica J22;
- izklop DV 20 kV Trbovlje PS 333.



*Slika 18: Kabljski končniki v celici  
(Lastni vir)*



Slika 19: Enočrtna shema trinajstega koraka  
(Elektro Ljubljana, 2022)



Slika 20: Enočrtna shema R(T)P Vodenska (Elektro Ljubljana, 2022)

### 4.3 MERITVE PREBOJNE TRDNOSTI KABLOV


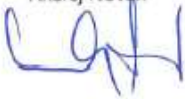


Pri vsakem od korakov je bil prisoten tudi merilec kablov, ki je meril prebojno trdnost kablov. S tem smo se prepričali, da meritve ustrezajo vsem zahtevam in standardom in da kablji niso bili kakorkoli poškodovani.

Merilna poročila obeh napajalnih vodov za sektor 1 in sektor 2 v R(T)P Vodenska:

 Elektro Ljubljana OE OŘDO SluŹba za zašćito Oddelek za zašćito in OM	Naziv dokumenta : <b>POROČILO O PREIZKUSNEM MERJENJU          VN ENERGETSKEGA KABLA</b>	Šifra: <b>OB17 DN038 NA326</b> Stran: 1 od 1 Izvod št. 1																																																										
	List št.: 22 Merilec: Andrej Novak Datum: 20.05.2022																																																											
<b>MERILNI PROTOKOL</b> O NAPETOSTNEM PREIZKUSU VN KABLA																																																												
<b>1. Splošno:</b> Lastnik kabla: Elektro Ljubljana Nadzorništvo: Trbovlje Potek kabla: od RP Vodenska J07 do Potoška vas 1 Merjen v - na: RP Vodenska J07 Datum meritve: 19.05.2022																																																												
<b>2. Podatki o kablju:</b> Tip: NA2XS(F)2y Snov, presek: AL, 3x1x240 mm <sup>2</sup> Naziv nap.: 20kV Proizvod: Št. spoj.: 1 Obrat. nap.: 20kV Izolacija: Poetilen Dolžina: 150m Polagan:																																																												
<b>3. Preizkus:</b> Preizkus izvršen po standardu Vrednosti ustrezajo vrednostim po polaganju Preizkus izvršen z instrumentom: SEBA VLF SIQ 15C01400																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nazivna napetost kabla</th> <th>Un (kV)</th> <th>6</th> <th>10</th> <th>20</th> <th>35</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Preizkusna napetost (enosmerna)</td> <td>Upr (kV)</td> <td></td> <td></td> <td>36</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Čas preizkusa</td> <td>t (min)</td> <td></td> <td></td> <td>60</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Nazivna napetost kabla	Un (kV)	6	10	20	35	Preizkusna napetost (enosmerna)	Upr (kV)			36		Čas preizkusa	t (min)			60																																									
Nazivna napetost kabla	Un (kV)	6	10	20	35																																																							
Preizkusna napetost (enosmerna)	Upr (kV)			36																																																								
Čas preizkusa	t (min)			60																																																								
<b>4. Rezultati:</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Faza</th> <th>L 1</th> <th>L 2</th> <th>L 3</th> <th>L 1 + L 2 + L 3</th> </tr> <tr> <th>t (min)</th> <th>I (µA)</th> <th>I (µA)</th> <th>I (µA)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Upornost izolacije R<sub>iz</sub> (M ohm)</td> <td>brez preboja</td> <td>brez preboja</td> <td>brez preboja</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Preizkus ekrana (plašća) z Upr = 5 kV</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Čas preizkusa t = 5 (min)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Upornost izolacije R<sub>iz</sub> (M ohm)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Faza	L 1	L 2	L 3	L 1 + L 2 + L 3	t (min)	I (µA)	I (µA)	I (µA)		1					2					3					4					5					8					15					Upornost izolacije R <sub>iz</sub> (M ohm)	brez preboja	brez preboja	brez preboja		Čas preizkusa t = 5 (min)				Upornost izolacije R <sub>iz</sub> (M ohm)			
Faza	L 1	L 2	L 3	L 1 + L 2 + L 3																																																								
t (min)	I (µA)	I (µA)	I (µA)																																																									
1																																																												
2																																																												
3																																																												
4																																																												
5																																																												
8																																																												
15																																																												
Upornost izolacije R <sub>iz</sub> (M ohm)	brez preboja	brez preboja	brez preboja																																																									
Čas preizkusa t = 5 (min)																																																												
Upornost izolacije R <sub>iz</sub> (M ohm)																																																												
<b>5. Ocena:</b> <b>IZOLACIJSKA UPORNOST KABLA USTREZA PREDPISOM !</b>																																																												
SIST:HD 620 S2:2010 SIST:HD 606 S2:2009																																																												
Meritve izdelal : Andrej Novak 		Vodja oddelka: Mitja Kos 																																																										

Slika 21: Poročilo o merjenju prebojne trdnosti DV Potoška vas 1 (Elektro Ljubljana, 2022)



 <p>Elektro Ljubljana</p>	Naziv dokumenta :	Šifra: OB17 DN038 NA326			
	<b>POROČILO O PREIZKUSNEM MERJENJU VN ENERGETSKEGA KABLA</b>		Stran: 1 od 1 Izvod št. 1		
OE ORDO Služba za zaščito Oddelek za zaščito in OM			List št.: 25 Merilec: Andrej Novak Datum: 24.05.2022		
<b>MERILNI PROTOKOL</b> O NAPETOSTNEM PREIZKUSU VN KABLA					
<b>1. Splošno:</b> Lastnik kabla: Elektro Ljubljana Nadzorništvo: Trbovlje Potek kabla: od RP Vodenska J17 do RTP Hrastnik J26					
		Merjen v - na:	RP Vodenska J17		
			Datum meritve: 23.05.2022		
<b>2. Podatki o kablu:</b>					
Tip: NA2XS(F)2y	Snov, presek: AL, 3x1x240 mm <sup>2</sup>	Naziv, nap.	20kV		
Proizvod:	Št. spoj.: 3	Obrat, nap.	20kV		
Izolacija: Poletilen	Dolžina: 7158m	Polagan:			
<b>3. Preizkus:</b> Preizkus izvršen po standardu Vrednosti ustrezajo vrednostim po polaganju Preizkus izvršen z instrumentom: SEBA VLF SIQ 15C01400					
Nazivna napetost kabla	Un (kV)	6	10	20	35
Preizkusna napetost (enosmerna)	Upr (kV)			36	
Čas preizkusa	t (min)			60	
<b>4. Rezultati:</b>					
Faza	L 1	L 2	L 3	L 1 + L 2 + L 3	
t(min)	I (μA)	I (μA)	I (μA)		
1					
2					
3					
4					
5					
8					
15					
Upornost izolacije Riz (M ohm)	brez preboja	brez preboja	brez preboja		
Preizkus ekrana (plašča) z Upr = 5 kV					
Čas preizkusa t = 5 (min)					
Upornost izolacije Riz (M ohm)					
<b>5. Ocena:</b>					
<b>IZOLACIJSKA UPORNOST KABLA USTREZA PREDPISOM !</b>					
SIST:HD 620 S2:2010 SIST:HD 605 S2:2009					
Meritve izvedel : Andrej Novak 				Vodja oddelka: Mitja Kos 	

Slika 22: Poročilo o merjenju prebojne trdnosti KB Hrastnik 2  
(Elektro Ljubljana, 2022)

#### 4.4 ZAZANKANJE IN PARALELNO OBRATOVANJE SN VODOV

V našem 20-kV omrežju običajno vodi obratujejo radialno (napajanje samo iz ene strani). Pri raznih stikalnih manipulacijah ali pri izklopih določenih sektorjev na 20-kV napravah se poslužujemo zankanja vodov, kar nam omogoča, da brez motenj opravimo določeno prenapajanje ali izklop določenega sektorja.

Za sklapljanje v zanko srednjenapetostnih vodov morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji:

- napetosti morata biti enake velikosti;
- smeri in ugotovljena istovetnost faz.

Enako smer napetosti nam zagotavljajo enake vezne skupine napajalnih transformatorjev. Kontrolo istovetnosti opravimo z dvopolnim indikatorjem.



Slika 23: Preizkus istovetnosti faz  
(Elektro Ljubljana, 2022)

Zankanje SN vodov po navadi opravljamo na določenih vozliščih, ki pa so že vnaprej preizkušene za vzporedno obratovanje. Poznamo enostransko napajanje zankaste mreže (isti transformator in isti RTP), dvostransko napajanje iz dveh transformatorjev ene RTP ali dvostransko napajanje iz dveh RTP. V zadnjih dveh primerih pride do vzporednega obratovanja dveh transformatorjev, zato morajo biti izpolnjeni tudi pogoji za vzporedno obratovanje transformatorjev.

## 4.5 MANIPULACIJE S PROGOVNIMI STIKALI, ODKLOPNIMI LOČILNIKI IN ODKLOPNIKI

### 4.5.1. Progovna stikala

Vsa običajna progovna stikala obravnavamo kot ločilna stikala. Z njim se lahko izklaplajo naprave v neobremenjenem stanju oziroma izklopni tokovi naj ne bodo večji od 6 A.

Novejši modeli, ki imajo namesto rogljičev kovinski bič, omogočajo ločevanje tokov do 20 A, vendar se jih še vedno uvršča med ločilnike.

Praktična uporaba teh stikal je:

- priklop in izklop neobremenjenih TP do 250 kVA;
- izklapljanje neobremenjenih DV dolžine do 8 km in KB do 0,6 km;
- sklepanje in ločevanje zank.

Ob rednem vzdrževanju manipulacije s temi stikali ne smejo biti problematične.

### 4.5.2. Progovna stikala s komorami

PS z gasilnimi komorami na DV smatramo kot odklopne ločilnike in lahko z njim opravljamo vse manipulacije pod obremenitvijo do nazivnih tokov (400 A ali 630 A), ne omogočajo pa izklopa toka kratkega stika.

Pri posluževanju PS je obvezna uporaba osebne zaščitne opreme – čelada, rokavice, izolirane za 20 kV, čevlji z gumijastim podplatom.



Slika 24: Progovno stikalo  
(Elektro Ljubljana, 2022)



### 4.5.3. Odklopni ločilnik

Z odklopnimi ločilniki lahko izklapljamemo in vklapljamemo nazivne moči in tokove v rednem obratovanju. Kratkostičnih tokov ni mogoče izklapljati. Omogočajo nam vidno ločitev izklopljenih delov od delov, ki so pod napetostjo. Izklop transformatorjev 250 kVA in večjih moči se mora izvajati obvezno z odklopnim ločilnikom.

Poznamo odklopne ločilnike za:

- notranjo montažo (OLN, BAL, CS, MOR);
- zunanjo montažo na drog (NPS, GEVEA, DRICHER).

Posebna izvedba odklopnih ločilnikov so odklopni ločilniki, izdelani v tehniki SF6. Pri večini teh ločilnikov ni omogočena vidna ločitev, temveč se položaj stikala vidi na indikacijski znački, ki je montirana na pogonski osi stikala.



Slika 26: Odklopni ločilnik  
OLN  
(Lastni vir)



Slika 25: Odklopni ločilnik  
SF6 (SIEMENS)  
(Lastni vir)

#### 4.5.4. Odklopniki

Odklopnik (močnostno stikalo HG, PU, NULEC) je naprava, s katero lahko izklapljammo ali vklapljamo nazivne moči in tokove v rednem obratovanju ter vklapljamo in izklapljammo tudi kratke stike. Običajno so vgrajeni v RTP ali RP in le izjemoma v TP ali DV (NULEC). Zato v primeru defektov na vodih opravljamo priklope in izklope z odklopniki.



Slika 28: Odklopnik tipa NULEC na drogu  
(Lastni vir)



Slika 27: Odklopnik tipa HG  
(Lastni vir)

## 4.6 ODKLAPLJANJE KABLOV

Vsa dela na kablskih vodih se izvajajo v breznapetostnem stanju. Kableske vode na SN moramo na vseh krajih ločitve od napetosti razelektriti, kratko spojiti žile in ozemljiti. Zato so 20-kV odklopni ločilniki opremljeni z ozemljitvenimi noži. Če ozemljitveni noži na ločilniku niso vgrajeni, se kabel ozemlji s prenosno ozemljilno napravo. Ravno tako je treba NN kabel na ločilnem mestu pred začetkom del ozemljiti s prenosno ozemljilno napravo.

Ozemljevanju je treba posebno pozornost nameniti v primeru zankastega napajanja. V primeru zazankanega omrežja je mogoče ločilnik, ki je ločen, ozemljiti, čeprav je lahko na njem prisotna napetost z druge strani.

**ZATO POZOR!**

Najprej moramo obojestransko preizkusiti breznapetostno stanje, šele nato sledi ozemljitev.

## 5 DOKUMENTI ZA VARNO DELO

Dela na elektroenergetskih objektih, postrojih ter električnih napravah in opremi se lahko izvajajo le na osnovi predhodno izdanih dokumentov za varno delo.

Dokumenti za varno delo so pisni akti, ki določajo pripravo in izvedbo del. Vsak dokument za varno delo mora vsebovati vse podatke. Izpolnjen mora biti tako, da je skupini in posamezniku, ki ga prejme, jasen in razumljiv.

### 5.1 DOKUMENTI ZA ZAGOTOVITEV VARNEGA DELA

Pri delih na elektroenergetskih objektih in napravah je obvezna uporaba in izdelava dokumentov za varno delo, ki določajo pripravo in izvedbo posameznih del. Izpolnjeni morajo biti tako, da so razumljivi posamezniku ali delovni skupini.

Dokumenti za varno delo so:

- dovoljenje za delo;
- delovni program;
- delovni nalog;
- varstveni dogovor;
- obvestilo o prenehanju del;
- pisni sporazum.

### 5.1.1. Delovni nalog

Delovni nalog je dokument, ki podrobno določa organizacijo varnega dela posamezne skupine in se izda vodjem skupin. Delovni nalog je treba pridobiti za vsa dela na elektroenergetskih objektih, postrojih in napravah visoke in nizke napetosti.

Delovni nalog mora vsebovati:

- priimek in ime vodje del – vodje delovne skupine;
- naziv podjetja in datum izdaje delovnega naloga;
- odgovorno osebo za izdajo obvestila o prenehanju dela;
- odgovorno osebo za vzpostavitev breznapetostnega stanja;
- številko delovnega programa in drugih dokumentov v zvezi z delovno nalogo;
- komu se dostavi delovni nalog;
- opis del in navedba postroja, opreme oziroma naprave;
- podpis odgovorne osebe, ki je delovni nalog izdala, in osebe, ki je delovni nalog prejela;
- potrebne dodatne zavarovalne ukrepe na mestu dela;
- predvideni datum ter čas začetka in zaključka del;
- odgovorno osebo za izdajo dovoljenja za delo;
- številko delovnega naloga;
- posebna določila;
- način obveščanja odjemalcev;
- priimek in ime koordinatorja del – odgovornega vodje vseh programskih del.

Delovni nalog izdaja pooblaščen oseba in mora biti podan tako, da je izvajalcu naloge razumljivo, kje in kaj mora opraviti ter katera opravila vsebuje (Elektro Ljubljana, 2006).

### 5.1.2. Dovoljenje za delo

Dovoljenje za delo je dokument, ki se izda za dela v breznapetostnem stanju in za dela v bližini napetosti. Izdaja se pred začetkom dela.

Dovoljenje za delo izda odgovorna oseba za vzpostavitev breznapetostnega stanja šele takrat, ko so izvedeni vsi v delovnem nalogu predpisani manipulacije in ukrepi za zavarovanje mesta dela.

Dovoljenje za delo mora vsebovati:

- naziv podjetja in datum ter čas izdaje dovoljenja za delo;
- podpis odgovorne osebe, ki je dovoljenje za delo izdala, in odgovorne osebe, ki je dovoljenje za delo prevzela;
- številko dovoljenja za delo;
- navedbo postroja, opreme ali naprave, na katero se nanaša delovni nalog;
- opravljene manipulacije in ukrepe za zavarovanje mesta del;
- posebna opozorila;
- številko delovnega naloga;

(Elektro Ljubljana, 2006).

### 5.1.3. Delovni program

Delovni program je dokument, ki programsko določa celotno organizacijo dela in zajema območje več skupin, zato je potreben koordinator del. Delovni program je pred začetkom del treba izročiti vsem delavnim skupinam, ki sodelujejo pri skupni organizaciji, pripravi in operativnem izvajanju del.

### 5.1.4. Varstveni dogovor

Na podlagi Zakona o varnosti in zdravju pri delu se varstveni dogovor napiše z namenom, da se določi:

- skupno organizacijo varstva pri delu;
- varstvene ukrepe in normative;
- pravice in obveznosti delavcev, ki so odgovorni za zagotavljanje varnega delovnega okolja in varnih delovnih razmer.

Po izpolnjenih papirjih je vse pripravljeno za izvajanje del.

### 5.1.5. Pisni sporazum

Pisni sporazum določa skupne varnostne ukrepe in normative na delovišču, kjer opravlja dela več podjetij hkrati. Pisni sporazum določa tudi skupno organizacijo varstva pri delu ter pravice in obveznosti delavcev, ki so odgovorni za zagotovitev varnega delovnega okolja in varnih delovnih razmer.

### 5.1.6. Obvestilo o prenehanju del

Obvestilo o prenehanju del je dokument, ki ga izda vodja del oziroma vodja delovne skupine po končanem delu ali prekinitvi dela, potem ko se je prepričal, da so se vsi delavci odstranili iz nevarne bližine postroja, opreme ali naprave in da so s teh sredstev odstranjeni ves neuporabljen material, orodje, drugi predmeti, prenosne naprave za ozemljitev in kratkostično povezavo ter ostala sredstva za zavarovanje.

Obvestilo o prenehanju dela vsebuje:

- podpis odgovorne osebe, ki ga je sprejela;
- naziv podjetja;
- datum in čas predaje obvestila;
- izjavo, da so dela na postroju, opremi oziroma napravi končana, da so s teh sredstev odstranjeni ves neuporabljen material, orodje in drugi predmeti ter da so se delavci odstranili iz nevarnega območja in da so opozorjeni, da morajo ravnati s postroji, kot da so pod napetostjo;
- številko obvestila o prenehanju dela;
- izjavo, da so prenosne kratkostične naprave in druga zavarovalna sredstva odstranjeni;

(Elektro Ljubljana, 2006).

## 5.2 POOBLASTILA ZA VARNO DELO

Izvajanje elektromontažnih del je omejeno na pooblaščen osebe, ki jim je bila na osnovi njihove ustrezne izobrazbe, delovne prakse, opravljenega preizkusa znanja iz varstva pri delu, poznavanja naprav ter tudi zdravstvenih in drugih posebnih lastnosti izdana delovna izkaznica z ustreznim pooblastilom. V javnih podjetjih elektrogospodarstva so ta pooblastila razdeljena v štiri kategorije (I, II, III, IV). To pa zato, ker sta posluževanje in delo na elektroenergetskih napravah zelo zahtevna in nevarna, da ne bi prihajalo do zamenjav nalog in dolžnosti ali nedovoljenega posluževanja naprav. V našem podjetju je obseg pooblastil določen s številkami od I do IV, tako da je pooblastilo I najvišje, pooblastilo IV pa najnižje.

### Pooblastilo I

Oseba je pooblaščen za posluževanje naprav vseh napetosti, lahko samostojno dela, nadzoruje in vodi dela na objektih in napravah vseh napetosti ter koordinira delo na področju ene ali več organizacijskih enot. Pooblaščen oseba lahko izdaja delovne programe, delovne naloge in dovoljenja za delo.

### Pooblastilo II

Oseba je pooblaščen za posluževanje elektroenergetskih naprav vseh napetosti, lahko samostojno dela, nadzoruje in vodi dela na napravah vseh napetosti. Pooblaščen oseba lahko izdaja delovne naloge in dovoljenja za delo v okviru svojega območja.

### Pooblastilo III

Oseba je pooblaščen za posluževanje naprav nizke napetosti, lahko samostojno dela in nadzoruje delo na teh napravah. Pooblaščen oseba lahko izda dovoljenje za delo na nizki napetosti.

### Pooblastilo IV

Oseba je usposobljena za delo na elektroenergetskih napravah samo pod nadzorom pooblaščen osebe.

## **6 VARNOST IN ZDRAVJE PRI DELU**

Pri prehodu iz enega na drugi napetostni nivo ali preklopih DV TP, raznih zamenjavah transformatorjev in PS se lahko pojavijo številne nevarnosti in škodljivi vplivi.

### **6.1 OBRATOVALNE PRENAPETOSTI**

Ob okvarah na električnih vodih in pri stikalnih manipulacijah (v fazi samega prehoda) lahko nastopijo na elektroenergetskih napravah prenapetosti, ki povzročijo preboj izolacijskih elementov. Zaščita je v pravilni izbiri za vso električno opremo, upoštevajoč obratovalno napetost in izolacijski nivo naprave, ter v montaži odvodnikov prenapetosti na SN mreži.

### **6.2 PADCI NAPETOSTI**

Zaščita pred prevelikim nedovoljenim padcem napetosti je izvedena s pravilnim dimenzioniranjem vodnikov, kar pri sami prestavitvi SN vodov ni problematično. V posebnih primerih se tudi preveri vpliv obtežbe na nove napetostne razmere na sredjenapetostni strani.

### **6.3 POSREDNI DOTIK DELOV POD NAPETOSTJO**

Posredni dotik lahko nastopi kot posledica okvare na električni napravi (poškodba izolacije oziroma zemeljski stik), ko se v njenem območju pojavita napetost dotika in napetost koraka, ki ju je treba z zaščitnimi ukrepi omejiti na s predpisi dovoljeno vrednost. Zaščita pred posrednim dotikom je izvedena s samodejnim odklopom napajanja v predpisanem času (zemeljsko stična zaščita na SN strani, varovalke v TP in na NN mreži) ter s pravilnim oblikovanjem in dimenzioniranjem ozemljitvene naprave ter napajalnih vodov, ki morajo ustrezati obratovalnim pogojem NN mreže. Na ta način je ob okvarah na SN postroju oziroma NN mreži preprečeno vzdrževanje napetosti, predvsem napetosti dotika v obsegu (velikost, trajanje), ki bi lahko postalo nevarno. Kakovost ozemljitvene naprave mora biti ugotovljena pred samim začetkom obratovanja elektroenergetskega objekta in kontrolirana v rokih, predpisanih v obratovalnih navodilih upravljavca.



## 6.4 NEPOSREDNI DOTIK DELOV POD NAPETOSTJO

Neposredni dotik lahko nastopi pri posluževanju električnih naprav, ko posluževalec nehote pride v dotik z deli pod napetostjo oziroma so ti v dosegu rok. Zaščita pred neposrednim dotikom delov pod napetostjo je na prostozračni električni mreži, RTP ali TP izvedena s pravilno izbiro in namestitvijo naprav, upoštevajoč predvsem varnostne višine in varnostne oddaljenosti, pa tudi z uporabo drugih ukrepov, kot je fizična zaščita (zaščitna stena, mreža, pregrada). Predvsem pri kabelski izvedbi električne mreže je zaščita izvedena z namestitvijo električne opreme v ustrezna ohišja. Vsi objekti, naprave in postroji pa morajo biti tudi opremljeni z ustrezno opozorilno napisno tablico.

## 6.5 PREOBREMENITEV IN TOK KRATKEGA STIKA

Zaščita se izvaja:

- na NN mreži in v električnih instalacijah v TP s pravilno izbiro električnih naprav, vodnikov in kablov, zlasti glede na dovoljene tokovne obremenitve;
- na SN nivoju z izbiro ustrezne električne opreme, pravilnim dimenzioniranjem SN priključka in ustrezno relejno zaščito (kratkostična, pretokovna, zemeljsko stična zaščita vodov), nameščeno v napajalnem viru (RTP 110/SN);
- s polaganjem in pravilno izbiro varovalnih elementov;
- pri energetskega transformatorju s pravilno izbranimi varovalkami na primarni in sekundarni strani.

## 6.6 EKSPLOZIJA IN POŽAR

Prekomerno segrevanje materiala zaradi obratovalne prenapetosti, atmosferskega praznjenja, kratkega stika, preobremenitve ali slabih kontaktov lahko privede do požara ali eksplozije. Zaščita pred to nevarnostjo je izvedena s pravilno izbiro in dimenzioniranjem ustrezne elektroopreme, njeno pravilno montažo in rednim vzdrževanjem. Gasilni aparati na CO<sub>2</sub> se praviloma nahajajo v intervencijskih vozilih, namenjeni pa so gašenju začetnih požarov. Intervencijski poseg gasilcev je dovoljen le ob predhodni vzpostavitvi breznapetostnega stanja in ob prisotnosti upravljavca elektroenergetskega objekta.

## 6.7 VPLIV VODE, VLAGE IN PRAHU

Možnost električnega preboja izolacijskih elementov zaradi vode, vlage in eventualno prahu ter s tem povezanih okvar na električnih napravah je praktično odpravljena s pravilno izbiro električne opreme. Pri tem so upoštevani namen in mesto montaže ter pogoji, v katerih bo elektroenergetski objekt obratoval.

## 6.8 POSLUŽEVANJE NA ELEKTROENERGETSKIH NAPRAVAH IN NEVARNOSTI PRI DELU

Da bi preprečili nesreče pri varnosti in zdravju pri delu, so delavci dolžni upoštevati predpisana varnostna navodila za delo na elektroenergetskih napravah.

Posluževanje in vzdrževanje elektroenergetskih naprav lahko opravljajo za to usposobljene osebe z ustreznim pooblastilom:

- pooblastilo I in II veljata za delo na vseh napetostnih nivojih;
- pooblastilo III velja za delo na nizki napetosti;
- pooblastilo IV velja za delo pod stalnim nadzorom.

Delo na SN priključku in TP smeta opravljati najmanj dve osebi, od katerih mora biti ena pooblaščen oziroma odgovorna za delo. Pri vzdrževanju in posluževanju elektroenergetskih objektov je obvezna uporaba predpisane osebne varovalne opreme. Obiskovalci elektroenergetskih postrojev morajo med obiskom nositi zaščitno čelado in morajo biti eventualno seznanjeni z nevarnostmi samega objekta. Vsa vzdrževalna dela se lahko opravljajo le na podlagi dokumentov za varno delo. Dela v drugem nevarnostnem območju se lahko izvajajo šele takrat, ko so bili zagotovljeni vsi varnostni ukrepi za zagotovitev breznapetostnega stanja.

Pri tem upoštevamo pet zlatih pravil:

- izklopi vse pole iz vseh strani;
- zavaruj se proti ponovnemu vklopu;
- preizkusi breznapetostno stanje;
- ozemlji in kratko skleni;
- bližnje dele, ki so ostali pod napetostjo, prekrij in nevarna mesta ogradi.

## 6.9 DOPOLNILNA VARNOSTNA NAVODILA

Elektroenergetski objekti, postroji in priključni vodi morajo biti predpisano vzdrževani, okvare pa je treba pravočasno odpraviti. Če je napaka takega obsega, da lahko povzroči škodo ali je nevarna okolici, jo je treba takoj odpraviti, oziroma če to ni mogoče, je treba nevarnost omejiti z ustreznimi zaščitnimi ukrepi. Pred začetkom preizkusnega obratovanja novega elektroenergetskega objekta je treba pridobiti pozitivno soglasje za priklop s strani komisije za interni tehnični pregled elektroenergetskih objektov. Opremljeni morajo biti z enočrtno shemo dejanskega stanja naprav, enočrtno shemo ozemljitev, enočrtno shemo VN ali SN omrežja, v katerega bo vključen objekt oziroma postroj. Opremljeni morajo biti tudi z obratovalnim navodilom za vzdrževanje, izvlečkom varnostnih navodil, navodil za prvo pomoč in knjigo obiskov. Ključi električnih obratovališč, varovalnih omaric in progovnih ločilnikov smejo biti dostopni le osebi, ki ima delovno izkaznico z ustreznim pooblastilom.

## **7 POGOJI ZA VARNO DELO, KI JIH MORA IZPOLNJEVATI DELAVEC**

Delavec, ki samostojno dela, vodi, nadzoruje oziroma koordinira dela, ki se izvajajo v posebnih delovnih razmerah, kjer obstajajo večje nevarnosti za poškodbe ali zdravstvene okvare, mora:

- biti starejši od 18 let;
- imeti uspešno opravljen preizkus znanja o varstvu in zdravju pri delu;
- dobro poznati nevarnosti in varstvene ukrepe;
- imeti predpisano strokovno izobrazbo in delovne izkušnje za področje dela, ki ga opravlja;
- biti zdravstveno sposoben za opravljanje del.

### **7.1 PRAVICE IN ODGOVORNOSTI DELAVCA**

Izvajanje nalog v zvezi z varnostjo in zdravjem pri delu terja od delavcev, da:

- izvajajo varstvene ukrepe in normative;
- izvajajo predhodne varstvene ukrepe za sredstva za delo;
- omogočajo poučevanje in preizkušanje znanja delavcev s področja varnosti in zdravja pri delu;
- nadzirajo neposredne vodje del;
- ustavijo delo, če ugotovijo, da pri delu ni zagotovljena varnost za zdravje delavcev;
- uporabljajo varstvena sredstva in osebno varovalno opremo;
- se uvedejo postopki odgovornosti zoper delavca zaradi opustitve predpisanih varstvenih ukrepov varnosti in zdravja pri delu;
- predlagajo razporeditev na dela z večjo nevarnostjo za poškodbe in zdravstvene okvare samo za delavce, ki izpolnjujejo posebne pogoje za tako delo.

Odgovornost vodij delovnih skupin vključuje varno delo delavcev tako, da:

- seznaniti delavce z ukrepi o varnosti in zdravju;
- poučiti delavce o načinu opravljanja dela;
- na zahtevo delavca poskrbi za izvedbo potrebnih ukrepov, če je zahteva utemeljena;
- ustavi izvajanje del, če ugotovi, da sta ogrožena življenje in zdravje delavcev;
- v okviru svojega delovnega področja izvršuje vse naloge v zvezi z varstvom pri delu;
- pred začetkom dela zagotovi sredstva za delo;
- sredstva za prvo pomoč in gašenje požara redno vzdržuje in ohranja v brezhibnem stanju,
- zavaruje kraj in dokaze o nesreči pri delu ter obvesti pristojen organ za notranje zadeve;
- prepove delavcu, ki je pod vplivom alkohola ali narkotičnih sredstev, opravljati delo;
- odstrani z dela delavca, ki kljub opozorilu ne izpolnjuje varstvenih ukrepov o varnosti in zdravju pri delu;
- stalno opozarja delavce na nevarnosti, ki jim pretijo med delom;
- zahteva ustrezne dokumente za varno delo;
- skrbi, da se pri delu uporablja predpisana osebna varovalna oprema za delo.

Pravice in obveznosti delavcev so, da opravljajo svoje delo s tako pazljivostjo, da s tem varujejo svoje in življenje drugih.

Delavec ima v zvezi z Zakonom o varnosti in zdravju pri delu naslednje pravice in dolžnosti:

- mora biti usposobljen za varno delo, da se pouči o delovnem procesu;
- mora biti seznanjen s splošnimi in posebnimi varstvenimi ukrepi ter jih tudi izvaja;
- uporabljati mora varstvene naprave in varstvena sredstva ter osebno varovalno opremo skladno z njenim namenom;
- opozoriti mora neposrednega vodjo del, da z deli ne želi nadaljevati, če se počuti slabo zaradi svojega psihofizičnega stanja;
- pred začetkom dela se mora v skladu z navodili za varno uporabo sredstev za delo prepričati o njihovi brezhibnosti;
- neposrednemu vodji mora takoj prijaviti vsako pomanjkljivost ali okvaro, ki bi ogrozila njegovo življenje;
- ima pravico odkloniti delo, če mu to ogroža življenje.

## 8 POŽARNA VARNOST

Požarni red podjetja ureja in določa ukrepe iz varstva pred požarom na podlagi določil Zakona o varstvu pred požarom, Pravilnika o požarnem redu ter drugih zakonskih predpisov in določil s tega področja. Ukrepi varstva pred požarom morajo biti načrtovani in izvedeni tako, da se z njimi prepreči nastanek požara, ob požaru pa omeji njegovo širjenje.

### 8.1 NAVODILO OB POŽARU

Kdor opazi, da grozi neposredna nevarnost za nastanek požara, ali kdor opazi požar, mora nevarnost odstraniti oziroma požar pogasiti z gasilniki, če to lahko stori brez nevarnosti zase in za druge. Če delavec sam ali s sodelavci ne more pogasiti požara, mora o požaru takoj obvestiti gasilce. Požar se prijavi na telefonsko številko 112.

### 8.2 GAŠENJE ELEKTROENERGETSKIH POSTROJEV IN NAPRAV

Požar na elektroenergetskih postrojih se mora gasiti hitro in premišljeno, posebej če preti nevarnost zaradi hitre razširitve požara na druge naprave ali sosednje objekte. Pri gašenju mora vsak udeleženec predvsem paziti nase, da ne pride do poškodb zaradi naglega ali nepremišljenega ukrepanja. Za gašenje požarov na elektroenergetskih postrojih se uporabljajo samo gasilniki na ogljikov dioksid (CO<sub>2</sub>) in suhi prah. Če nastane požar na elektroenergetskih napravah, se praviloma izklopijo vsi deli postroja, ki jih je zajel požar, tako da je zagotovljena varna intervencija gasilcev. Manipulacije na napravah ali delih postroja, ki jih je zajel požar ali jih ta neposredno ogroža, smejo izvajati samo za to pooblaščen osebe upravljavca naprav. Pooblaščen oseba upravljavca naprav mora o stanju naprav, ki jih je zajel požar ali jih ta ogroža, posredovati informacije vodji gašenja. Pri gašenju z vodo je treba paziti, da vodni curek ne pride v bližino naprav, ki so pod napetostjo. Gašenje požara na nadzemnih vodih srednje in nizke napetosti lahko izvedemo z vodnim curkom samo v primeru, če so vodi v breznapetostnem stanju.

### **8.3 UKREPI NA ELEKTROENERGETSKIH OBJEKTIH IN POSTROJIH**

Elektroenergetski postroji, električne naprave, električna oprema, električne instalacije in porabniki morajo biti zgrajeni tako, da zagotavljajo požarno varnost. Pri tem je treba upoštevati tehnične predpise, standarde in normative za varstvo elektroenergetskih postrojev in naprav pred požarom. V elektroenergetskih postrojih z nazivno močjo do 1600 kVA se praviloma ne namešča gasilnikov. Upravljalci elektroenergetskih objektov morajo skrbeti, da so prostori okoli energetskih objektov ustrezno vzdrževani in očiščeni.

## 9 VARSTVO OKOLJA

Onesnaževanje okolja je izločanje snovi ali energije v vodo, zemljo ali zrak, ki lahko povzroči kratkoročne ali dolgoročne motnje v ekološkem ravnatežju, prav tako pa zniža kakovost življenja. Onesnaževalci povzročajo primarne poškodbe z neposrednim vnosom v okolje ali sekundarno škodo v obliki motenj v občutljivem ekološkem ravnatežju.

### 9.1 INTENZIVNEJŠE ONESNAŽEVANJE OKOLJA

Intenzivnejše onesnaževanje okolja je povezano z:

- rastjo avtomobilskega prometa;
- eksplozijo demografskega pritiska;
- rastjo industrijske proizvodnje.

### 9.2 ZAKON O VARSTVU OKOLJA IN STANDARD ISO 14001

Krovni zakon, to je Zakon o varstvu okolja, ureja varstvo okolja pred obremenjevanjem kot temeljni pogoj za trajnostni razvoj in v tem okviru določa:

- temeljna načela varstva okolja;
- ukrepe varstva okolja;
- spremljanje stanja okolja in informacije o okolju;
- ekonomske in finančne instrumente varstva okolja;
- javne službe varstva okolja in druga z varstvom okolja povezana vprašanja.

Standard ISO 14001 je v našem prostoru najbolj razširjen standard, ki definira pogoje za vzpostavitev sistema ravnanja z okoljem.



## 10 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi smo opisali staro stanje RTP Trbovlje in MRP ter prestavitev vodov iz MRP v novi R(T)P Vodenska po korakih z upoštevanjem vseh varnostnih pravil. Sam potek del je bil izredno zahteven. Na začetku smo se morali dogovoriti in proučiti vse preklope in korake, tako da je bilo čim manj odjemalcev brez električne energije. Potek del je bil tako fizično kot psihično zelo zahteven. Dela so se začela s preklopi na omrežju, ko smo naredili vse preklope, pa smo morali najprej demontirati kabelske glave v MRP in kable prevleči po na novo zgrajeni kabelski kanalizaciji v novi R(T)P. Pri demontaži kabelskih glav iz MRP smo morali biti še posebej previdni in pozorni, ker so bile ostale celice pod napetostjo. Ko smo kable prevlekli, smo se lotili izdelovanja kabelskih glav in kabelskih spojk. Potem je bil na vrsti merilec kablov, ki je vse kable premeril in preveril njihovo prebojno trdnost. Sledila je montaža kablov in prenapetostnih odvodnikov v celico v novi R(T)P. Ko so bili kabli in prenapetostni odvodniki priklopljeni, je sledil preizkus fazne enakosti. Če je bila fazna enakost pravilna, smo se lotili preklapov omrežja in ga spravili v normalno stanje. V takšnem vrstnem redu so potekali vsi koraki. Vsa dela smo opravili brez zapletov in – kar je najpomembneje – brez delovnih nesreč. Naš cilj je bil poudariti varstvene ukrepe, normative, standarde in tehnične predpise, ki so nujno potrebni za izvajanje elektromontažnih del pri DV in KB. Menimo, da imamo v elektrodistribucijskih podjetjih zgledno urejeno področje varnosti in zdravja pri delu ter obsežno literaturo, ki omogoča nenehno izpopolnjevanje in usposabljanje na tem področju.

## 11 LITERATURA IN VIRI

Elektro Ljubljana. (2023). *Spletna stran Elektro Ljubljana*. Pridobljeno 2. 2. 2023 z naslova <https://www.elektro-ljubljana.si>.

Elektro Ljubljana. (2022). Interno gradivo: *Elaborat vključitve SN vodov v RTP Vodenska*. Trbovlje: Elektro Ljubljana.

Elektro Ljubljana. (2009). Interno gradivo: *Program poučevanja monterjev za izvajanje dežurne monterске službe*. Ljubljana: Elektro Ljubljana.

Elektro Ljubljana. (2015). Interno gradivo: *Izjava o varnosti z oceno tveganja*. Ljubljana: Elektro Ljubljana.

Elektro Ljubljana. (2006). Interno gradivo: *Varnostna pravila za delo na elektroenergetskih postrojih, 1. izdaja*. Ljubljana: Elektro Ljubljana.

Elektro Ljubljana. (2008). Interno gradivo: *Varnostna pravila za delo na elektroenergetskih postrojih, 2. izdaja*. Ljubljana: Elektro Ljubljana.

Gospodarsko interesno združenje distribucije električne energije. (2023). *Novice in dogodki*. Pridobljeno 12. 2. 2023 z naslova <https://www.giz-dee.si/Novice>.

Zakon o varstvu okolja – ZVO-2 (2022). Uradni list RS, št. 44/22. Pridobljeno 13. 2. 2023 z naslova <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO8286>.

Zakon o varnosti in zdravju pri delu – ZVZD 1. (2011). Uradni list RS, št. 43/11. Pridobljeno 13. 2. 2023 z naslova <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO5537>.

Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o varstvu pred požarom – ZVPoz-D (2012). Uradni list RS, št. 83/12. Pridobljeno 6. 11. 2012 z naslova <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO302>.