



ICES
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija

Program: inženir elektroenergetike

Modul: elektroenergetska učinkovitost in električne
instalacije

PREDELAVA TRANSFORMATORSKE POSTAJE IKŠ

Mentor v šoli: dr. Viktor Lovrenčič, univ. dipl. inž. el.

Mentor v podjetju: Aleš Rojc, inž. el.

Lektorica: Urška Lesnik, mag. prof. slov. in rus.

Kandidat: Matic Parežnik

Celje, oktober 2021

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju v šoli, dr. Viktorju Lovrenčiču, za njegovo pomoč pri nastajanju diplomskega dela, predloge in nasvete.

Hvala g. Alešu Rojcu iz podjetja Elektro Celje, d. d., za pomoč in nasvete pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvaljujem se svoji družini, še posebej partnerki Larisi, da mi je stala ob strani v vseh trenutkih mojega šolanja, verjela vame ter tako pripomogla, da sem prišel do zastavljenega cilja.

IZJAVA

Študent Parežnik Matic izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Viktorja Lovrenčiča.

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

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

V diplomskem delu bo obravnavana predelava transformatorske postaje IKŠ zaradi prehoda iz 10 kV na 20 kV napetostni nivo v mestu Celje, kar pomeni, da bo potrebno zamenjati srednjenapetostno opremo transformatorske postaje. Za predelavo so potrebna nekatera gradbena dela za umestitev srednjenapetostnega stikalnega bloka, zamenjava dveh distribucijskih transformatorjev, potrebno je izvesti tudi nove povezave za transformatorja, izdelati srednjenapetostne spojke ter priključiti obstoječe daljnovodne kable na srednjenapetostni blok. Pri predelavi bodo zaradi skrbi za okolje v transformatorsko postajo vgrajene zgolj okolju prijazne naprave. Posebna skrb bo posvečena tudi zdravju in varnosti pri delu, saj je le z upoštevanjem vseh varnostnih pravil in nošenje osebno varovalne opreme za delo na elektroenergetskih objektih mogoče doseči največjo možno varnost delavcev pri delu.

KLJUČNE BESEDE

- Predelava
- Transformatorska postaja
- SN stikalni blok
- Distribucijski transformator

ABSTRACT

In this diploma thesis it will be addressed transformation of transformer station IKŠ, which will be carried out due to transition from 10 kV to 20 kV voltage level in city of Celje. Because of that it will be necessary to replace the medium voltage equipment of the transformer station. For transformation some construction works will be needed for installation of medium voltage switching block, change of two distribution transformer stations. Also, new connections of transformer station will be needed, production of medium voltage joints and on the end to connect existing interconnector cables to medium voltage block. Because of care for environment only environmentally friendly devices will be installed at transformation. Special care will be dedicated to health and safety at work, since only with strict adherence to the rules for wearing personal protective equipment and observing all safety rules for work on electric power plants, it is possible to achieve the highest possible safety of workers at work.

KEYWORDS

- Transformation;
- Transformer station;
- Medium voltage switching block;
- Distribution transformer station.

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji naloge	1
1.3	Razvoj elektrodistribucijskega omrežja Elektra Celje.....	2
2	ZGODOVINA TRANSFORMATORSKE POSTAJE IKŠ.....	2
3	ANALIZA TRENUTNEGA STANJA TRANSFORMATORSKE POSTAJE	3
3.1	Zunanja podoba objekta.....	3
3.2	Notranja podoba objekta	4
3.2.1	Transformatorski prostor 1 in 2.....	4
3.2.2	SN posluževalni prostor	5
4	POTREBNA SANACIJSKA DELA	6
4.1	Zamenjava SN opreme	6
4.1.1	SN stikalni blok Xiria	7
4.1.2	Sestava SN stikalnega bloka.....	7
4.2	Vgradnja stikalnega bloka	9
4.3	Vgradnja distribucijskih transformatorjev	9
4.3.1	Povezava transformatorja z NN stikalnim blokom.....	10
4.3.2	Povezava transformatorja z SN stikalnim blokom.....	10
4.3.3	Izdelava kabelskih končnikov za transformator in SN stikalni blok v transformatorski celici.....	10
4.3.4	Zamenjava transformatorja 1 in 2.....	11
4.3.5	Zaščita transformatorja.....	11
4.4	Kabelski prostor	12
4.5	Kabelski izvodi	12
4.5.1	Izdelava kabelskih končnikov za kabelske izvode	12
5	RAVNANJE Z ODPADKI	13
5.1	Namen in cilj ravnanja z odpadki.....	13
5.2	Zakonodaja in predpisi	13
5.3	Prepoznavanje odpadkov.....	14
5.4	Zbiranje in ločevanje odpadkov na lokacijah	14
5.5	Odstranitev odpadkov	15
6	GRADBIŠČNI RED	15
6.1	Vstop na gradbišče	15
6.2	Varovalni ukrepi in pravila varnega dela.....	15
6.3	Ukrepi in navodila ob motnjah	15
6.4	V primeru delovne nezgode, prva pomoč, požar in reševanje	16

6.5	Postopek po zaključku del.....	16
7	VARNOSTNA PRAVILA.....	16
7.1	Varnostna pravila za gradbeno-montažna dela	17
7.2	Varnostna pravila za delo na elektroenergetskih postrojih	17
7.2.1	Dokumenti za varno delo.....	17
8	DELO POD NAPETOSTJO	20
8.1	Čiščenje pod napetostjo na srednji napetosti	20
8.2	Delo pod napetostjo na nizki napetosti	20
9	OCENA INVESTICIJE	21
9.1	Investicija v transformatorsko postajo IKŠ	21
10	ZAKLJUČEK.....	23
11	VIRI IN LITERATURA.....	24
12	PRILOGE	25

KAZALO SLIK

Slika 1: Zunanji izgled TP IKŠ 1.1	3
Slika 2: Zunanji izgled TP IKŠ 1.2	4
Slika 3: Podatki transformatorja 1	5
Slika 4: Podatki transformatorja 2	5
Slika 5: SN zračne celice z vgrajenimi odklopnimi ločilniki	6
Slika 6: Postopek izdelave kablskega končnika za TR	11

KAZALO TABEL

Tabela 1: Analiza TP IKŠ	3
Tabela 2: Specifikacija novih transformatorjev	11
Tabela 3: Vrste odpadkov	14
Tabela 4: Gradbena dela in material za TP IKŠ	21
Tabela 5: Seznam elektromontažnega materiala za TP IKŠ	22
Tabela 6: Elektromontažna dela TP IKŠ	22
Tabela 7: Logistični stroški TP IKŠ	23
Tabela 8: Skupni stroški za predelavo TP IKŠ	23

KRATICE IN AKRONIMI

TP: transformatorska postaja

SN: srednja napetost

NN: nizka napetost

TR: transformator

DV: daljnovod

1 UVOD

»Ko bom velik bom električar« so bile moje besede, ko me je učiteljica v četrtem razredu osnovne šole vprašala, kaj si želim biti po poklicu, tako je tudi ostalo. Vedno me je zanimalo, kako pridemo do električne energije, ob vsakem prehodu mimo bližnje transformatorske postaje sem pogled usmeril proti njej in se čudil, kaj vse omogoča. Spomini so ostali, ohranil pa se je tudi moj interes za ta poklic. O transformatorskih postajah vem zdaj veliko več, saj se tudi skoraj vsakodnevno srečujem z njimi, tako na redno vzdrževalnih delih kot tudi gradnji oz. opremljanju le-teh. Način življenja nas usmerja, da stremimo h konstantnemu napredku in izboljšavam na vseh področjih, zato sem sprejel izziv predelave stare transformatorske postaje, da skupaj izboljšamo nekaj, kar nam je služilo in odslužilo, ter naredimo predelavo transformatorske postaje, da postane še bolj pomemben in dovršen člen v SN omrežju.

1.1 Predstavitev problema

V podjetju Elektro Celje, d. d., si prizadevamo za stalen razvoj tehnike in zagotavljanje nemotene dobave električne energije, tako malim kot velikim potrošnikom. Namen sodobnega omrežja je čim večja zaznakanost transformatorskih postaj med seboj, s čimer dosežemo minimalne motnje v omrežju in doseganje najvišjih standardov, ki jih imamo distribucijska podjetja. V ta namen imamo v sklopu sistema vodenja kakovosti postavljene merljive cilje (Agencija, SAIDI, SAIFI). Trenutno delamo na prehodu iz 10 kV na 20 kV napetostni nivo, zato je potrebno v posameznih transformatorskih postajah zamenjati odsluženo in dotrajano električno opremo. Zaradi stalnega porasta odjema in vedno večje obremenitve omrežja, t. i. elektrifikacije (toplotne črpalke, klime, električna vozila ipd.), moramo skrbeti za redno in kvalitetno vzdrževanje naprav ter pravočasno vlaganje v posodobitve in nadgrajevanje omrežja, da se slednje razvija skladno z zahtevami uporabnikov.

1.2 Cilji naloge

Cilj naloge je zagotoviti zanesljivejšo dobavo električne energije in pretok večjih moči na NN in SN omrežju. Transformatorska postaja je pomembno vozlišče SN kablov med različnimi RTP-ji (RTP Lava, RTP Trnovlje, RTP Selce). S tem bomo dosegli večjo zaznakanost omrežja in minimalne izklope strank iz omrežja ob najavljenih revizijah ali kakšnih defektih oz. okvarah. Zamenjati moramo dotrajano opremo, ki jo je v TP IKŠ veliko. Zamenjati je potrebno transformatorja, zdajšnje zračne SN celice z vgrajenimi odklopnimi ločilniki je potrebno zamenjati z vakuumskim 5-celičnim SN blokom (od tega bodo tri vodne celice in dve transformatorski celici), celice bodo zaradi pomembne lokacije opremljene z motornimi pogoni, ki bodo vodeni daljinsko iz DCV ter same lokacije.

1.3 Razvoj elektrodistribucijskega omrežja Elektra Celje

S predstavljenimi predelavo sledimo razvoju elektrodistribucijskega omrežja Elektra Celje oz. študiji REDOS 2045 Elektroinštituta Milana Vidmarja, v kateri je obravnavan dolgoročni razvoj razdeljevalnega in primarnega napajanja omrežja ter transformacije 110/20/0,4 kV.

Predviden rezultat naloge je zagotoviti zanesljivejšo dobavo električne energije in večjih moči, kar pomeni, pri prehodu iz 10 kV na 20 kV napetostni nivo, povečanje moči, čemur sledi tudi zmanjšanje tokov in izgub v omrežju, kar omogoča zanesljivo in kvalitetno dobavo električne energije končnemu uporabniku na NN (0,4 kV) omrežju. Ciljno smo naravnani tudi k DPN (delo pod napetostjo) na NN in SN strani. Govorimo o samem čiščenju ter vzdrževanju na NN ter SN delu transformatorske postaje. S tem v podjetju dokazujemo željo po zmanjšanju izklopov strank iz omrežja ter skrb za čim boljše in nemoteno dobavo električne energije vsem odjemalcem.

2 ZGODOVINA TRANSFORMATORSKE POSTAJE IKŠ

Prvič se TP IKŠ omenja leta 1954, (Elektro Celje d.d., 1954) pod takratni imenom TP Vajeniška šola Celje. Gradnja postaje je bila potrebna, ker je prišlo do uničenja transformatorske postaje v železnem kiosku na Glaziji, razlog za uničenje je bila poplava, ki je poplavila del mesta Celje med Savinjo in Glazijo. Kot posledica uničenja je bil del mesta ob Ljubljanski cesti pomanjkljivo oskrbljen z električno energijo. Ker je takratno stanje povzročalo škodo podjetjem (Agrostroj in Plinarna), gimnazija in stanovanjski bloki pa so imeli električno energijo le za najnujnejšo razsvetljavo, je bila izgradnja nove transformatorske postaje zelo pomembna. Mesto izgradnje transformatorske postaje so določili po pregledu območja za najkrajše NN izvode podjetij, gimnazije in štirih stanovanjskih blokov, na mestu, kjer je bila možna priključitev na SN kablovod.

Po takratnih predvidevanjih naj bi bilo za delovanje TP dovolj predvidena obremenitev iz leta 1955, kjer je bila obremenitev 219 kVA. Na podlagi le-tega so se odločili za kapaciteto transformatorske postaje 2×250 kVA. Kasneje se je postaja preimenovala v RP IKŠ, kjer je bila kapaciteta transformatorjev 2×400 kVA. RP je postala zaradi razširitve stikališča, šestih veznih celic, dveh transformatorskih celic in spojnega polja. Po kasnejšem odloku oz. sprejetem zakonu, da mora imeti RP vgrajeno zaščito na izvodih, je iz RP postala TP.

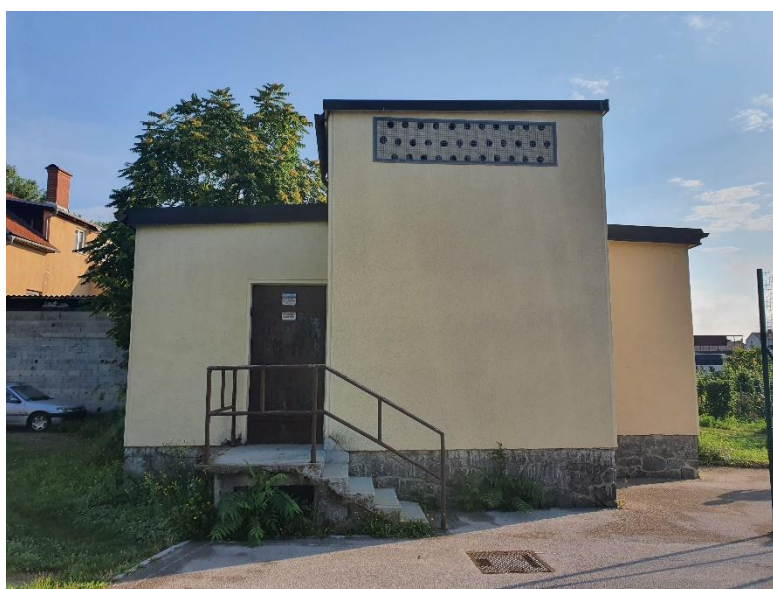
3 ANALIZA TRENUTNEGA STANJA TRANSFORMATORSKE POSTAJE

3.1 Zunanja podoba objekta

TP IKŠ je v neposredni bližini ene najbolj obremenjenih cest v Celju. Objekt vizualno ni dotrajan, zato sanacija zunanjega dela TP ni potrebna. Gre za mestno transformatorsko postajo, zidane izvedbe, 10/0,4 kV, maksimalnih moči 2×1000 kV. Transformatorska postaja ima zgrajena dva transformatorska prostora, pod katerima ima vsak prostor svojo oljno jamo pod zemljo, ter en SN in NN prostor.

Objekt	TP IKŠ
Tip postaje	KZ 10/0,4 kV
Primarna napetost	10 kV
Sekundarna napetost	$2 \times 3 \times 0,23/0,4$ kV
Moč transformatorja 1	400 kV
Moč transformatorja 2	400 kV
SN del	6 vodnih celic, 2 transformatorski celici
NN del	Stikalni blok s spojnim poljem
Lokacija TP	Celje, nadzorništvo Lava

Tabela 1: Analiza TP IKŠ
(Vir: Elektro Celje, d. d.)



Slika 1: Zunanji izgled TP IKŠ 1.1
(Lastni vir)



Slika 2: Zunanji izgled TP IKŠ 1.2
(Lastni vir)

3.2 Notranja podoba objekta

Zaradi starosti in dotrajanosti električnih naprav ter sledenju čim bolj kvalitetni dobavi električne energije, ki bo močnejša in zanesljivejša, je v postaji potrebno opraviti kar nekaj del.

3.2.1 Transformatorski prostor 1 in 2

V postaji sta dva transformatorska prostora, kar je razvidno tudi iz slike 3 in 4, kjer so zunaj objekta na skrajni levi in desni strani nameščena vrata za dostop do transformatorjev ob potrebnih zamenjavi. Vgrajena sta transformatorja 400 kV, proizvajalca Etra 33, tip 6VT3 400-10,5 kV, letnik 2001. Transformatorja imata na primarni strani obratovalno napetost 10 kV na sekundarni strani pa 400/231 V, v vezavi Dyn5. V samem transformatorju je olje, ki je uporabljeno kot izolativna snov oz. dielektrik. Na obeh transformatorjih so tablica s podatki, Buchholz rele, sušilnik zraka, konzervator, oddušnik, ventil za izpust olja ter dva priključka za ozemljitev.

Transformatorja sta nameščena na dveh vzdolžnih jeklenih nosilcih. V samem profilu je hrastova letev, ki ublaži vibracije transformatorja. Postavljena sta na kolesa za lažjo namestitvev v sam prostor, saj je skupna masa enega transformatorja 1,42 t. Nameščena sta neposredno nad oljno jamo, v kateri je pesek za hitro odvajanje olja. Na spodnjem in zgornjem delu objekta so odprtine, ki služijo hlajenju transformatorskega prostora. Transformatorja imata hlajenje ONAN, kar pomeni naravno hlajenje s kombinacijo olje-zrak.

ETRA33 ENERGETSKI TRANSFORMATORJI d.d.				VN stran		
ENERGETSKI TRANSFORMATOR				1	11025	V
No. 72698	Tip 6VT3 400-10.5			2	10762	V
Nazivna moč 400 kVA				3	10500	V
Vezava Dyn5	Predpisi EN 60076			4	10237	V
Št. faz 3	Hlajenje ONAN			5	9975	V
Frekv. 50 Hz	Masa olja 0.300 t			22.0		A
uz 3.69 %	Skup. masa 1.420 t			NN stran		
Izol. nivo LI/AC 75/28kV LI/AC-/3kV			420 V		549.8 A	
Leto izdelave 2001			IZDELANO V SLOVENIJI			

Slika 3: Podatki transformatorja 1
(Lastni vir)

ETRA33 ENERGETSKI TRANSFORMATORJI d.d.				VN stran		
ENERGETSKI TRANSFORMATOR				1	11025	V
No. 72699	Tip 6VT3 400-10.5			2	10762	V
Nazivna moč 400 kVA				3	10500	V
Vezava Dyn5	Predpisi EN 60076			4	10237	V
Št. faz 3	Hlajenje ONAN			5	9975	V
Frekv. 50 Hz	Masa olja 0.300 t			22.0		A
uz 3.69 %	Skup. masa 1.420 t			NN stran		
Izol. nivo LI/AC 75/28kV LI/AC-/3kV			420 V		549.8 A	
Leto izdelave 2001			IZDELANO V SLOVENIJI			

Slika 4: Podatki transformatorja 2
(Lastni vir)

3.2.2 SN posluževalni prostor

SN posluževalni prostor se nahaja na sredini objekta, dostop do njega je omogočen iz NN prostora. Postaja ima trenutno vgrajene SN zračne celice z vgrajenimi

odklopnimi ločilniki. Na vsaki strani je pet SN celic. Na desni so ena transformatorska celica in štiri vodne, na levi pa ena transformatorska celica, tri vodne celice ter spojno polje.



Slika 5: SN zračne celice z vgrajenimi odklopnimi ločilniki
(Lastni vir)

V prvi celici je kabel za TP Magistrala poslovni center, druga celica je transformatorska celica za transformator 1, tretja celica je smer TP Prelaz, četrta celica je v rezervi, peta celica je smer TP SPTE Klima Celje, šesta celica je smer TP Klima, sedma celica je spojno polje, osma celica je smer TP Cesta na Dobrovo, deveta celica je transformatorska celica za transformator 2 in deseta celica smer TP Mariborska.

4 POTREBNA SANACIJSKA DELA

V tem sklopu predelave je predvidena vgradnja daljinskega vodenja in nadzora. Zamenjati je potrebno vso SN opremo v postaji in vgraditi opremo v skladu s tipizacijo Elektra Celje, in sicer močnostne transformatorje, NN bloke, zaščito transformatorjev, potrebna je tudi izdelava kablskih končnikov. Za zamenjavo NN opreme se zaenkrat nismo odločili, saj zadošča kriterijem za normalno obratovanje transformatorske postaje.

4.1 Zamenjava SN opreme

V transformatorski postaji je potrebno v SN postroju demontirati vse SN stikalne naprave v vseh desetih celicah in vgraditi nov SN stikalni blok. SN stikalni blok je

sestavljen tako iz mehanske kot električne povezave. V skrbi za okolje se v našem podjetju opušča vgradnja blokov, katerih izolacijski medij je plin SF₆.

Trenutno smo se odločili za vgradnjo vakuumskega bloka, ki je konstrukcijsko še manjši od bloka, ki vsebuje SF₆ plin, ter nam omogoča nadzor in upravljanje preko daljinskih ukazov. Možna je tudi dograditev po sklopah ob morebitni potrebi večjega bloka. Prav v TP IKŠ potrebujemo takšen SN stikalni blok, ki je sorazmerno majhen, omogoča poljubne dograditve in nadzor ali krmiljenje na daljavo. Odločili smo se za vgradnjo SN vakuumskega stikalnega bloka Xiria.

4.1.1 SN stikalni blok Xiria

Vgradili bomo 5-celični SN stikalni blok Xiria, ki bo imel dve transformatorski celici in tri vodne celice. Blok bo daljinsko voden. Kot omenja MR, d. o. o. (2010) omogoča električno daljinsko vodenje, deluje pri napajalni napetosti 120–230 VAC in 30–220 VDC s toleranco –15 in +10 %. Najnižja še dovoljena napajalna napetost je 24 VDC. S tem bo mogoče daljinsko izklapljanje, daljinsko vkapljanje ter daljinska ozemljitev. Na voljo bodo seveda tudi lokalni izklop, vklop ter ozemljitev. Stikalni blok ne potrebuje posebnega vzdrževanja, saj so vse primarne komponente, ki delujejo pod napetostjo, hermetično zaprte v ohišju. Nadzirati je potrebno indikator prekomernega toka, stikalne funkcije, zaščitni rele, zaznavo napetosti, pravilno namestitev kablov, ozemljitvenih naprav, morebitne poškodbe in možne kontaminacije iz okolja.

»Lastnosti bloka so:

- nazivna napetost do 24 kV in nazivni tok do 630 A,
- tovarniško sestavljen blok, kovinsko ohišje, za notranjo montažo ter tipsko testiran,
- hermetično zaprt vakuumski kotel iz nerjavečega jekla,
- izolacijski medij je vakuum,
- neodvisen od zunanjih temperatur,
- ne potrebuje vzdrževanja,
- nezahtevna montaža, zanjo ne potrebujemo posebnega orodja,
- izrisana shema na celici,
- mehanske blokade za varno posluževanje.« (MR d.o.o., 2010)

4.1.2 Sestava SN stikalnega bloka

Transformatorska celica – T

Po navedbah MR, d. o. o. (2010) je tripolno odklopno ločilno stikalo z ročnim pogonom vgrajeno v transformatorski celici, s funkcijo tako odklopnega ločilnika kot tudi ozemljilnega stikala. Vgrajena so podnožja varovalk, ki imajo funkcijo zaščite transformatorja preko SN varovalk. Stikalo ima mehanske blokade, ki preprečujejo morebitne napake pri stikalnih manipulacijah. Celica je opremljena z nadzornimi okenci, ki omogočajo vpogled v sam blok pri opravljeni stikalni manipulaciji. V celici

so izvedene zbiralne povezave, nameščeni so indikatorji napetosti ter skozniki za kabelsko priključitev.

Dimenzija transformatorske celice : 410 × 600 × 1305 mm (Š × G × V).

»Tehnični podatki o bloku:

- *maksimalna obratovalna napetost: 24 kV,*
- *zdržna atmosferska udarna napetost: 125 kV,*
- *zdržna izmenična napetost: 50 kV,*
- *nazivna frekvenca: 50/60 Hz,*
- *odpornost na električni oblok: 16 kA-s,*
- *nazivni tok ločilnega stikala: 630 A,*
- *vklopna zmogljivost ločilnega stikala: 40 kA ,*
- *nazivni tok odklopnika: 200/500 A,*
- *nazivni izklopni tok odklopnika: 16 kA,*
- *vklopna zmogljivost odklopnika: 40 kA,*
- *nazivni kratkostični zdržni tok odklopnika: 16-3 kA-s,*
- *temperaturno območno delovanje: –25 do +55 °C.» (MR d.o.o., 2010)*

Vodna celica – Vz

Po navedbah MR, d. o. o. (2010) je tripolno odklopno ločilno stikalo z ročnim ali motornim pogonom vgrajeno v vodni celici s funkcijo ozemljitvenega stikala in odklopnega ločilnika. Stikalo ima mehanske blokade, ki preprečujejo morebitne napake pri stikalnih manipulacijah. V celici so izvedene zbiralne povezave, nameščeni so indikatorji napetosti ter skozniki za kabelski priklop.

Dimenzija vodne celice: 350 × 600 × 1305 mm (Š × G × V).

»Tehnični podatki o bloku :

- *maksimalna obratovalna napetost: 24 kV,*
- *zdržna atmosferska udarna napetost: 125 kV,*
- *zdržna izmenična napetost: 50 kV,*
- *nazivna frekvenca: 50/60 Hz,*
- *odpornost na električni oblok: 16-1 kA-s,*
- *nazivni tok ločilnega stikala: 630 A,*
- *vklopna zmogljivost ločilnega stikala: 40 kA ,*
- *nazivni tok odklopnika: 200/500 A,*
- *nazivni izklopni tok odklopnika: 16 kA,*
- *vklopna zmogljivost odklopnika: 40 kA,*
- *nazivni kratkostični zdržni tok odklopnika: 16-3 kA-s,*
- *temperaturno območno delovanje: –25 do +55 °C.» (MR d.o.o., 2010)*

4.2 Vgradnja stikalnega bloka

Na začetku je potrebno izklopiti in demontirati kabel za smer TP Klima ter smer SPTE Klima Celje, nato se demontira SN oprema v celicah C04 in C05 ter se poruši predelna stena med njima. Pripravi se podest za nov daljinsko vodeni SN stikalni blok Xiria.

Po končani rušitvi predelne stene se na mestu, kjer sta bili celici C04 in C05, namestita jeklena profila v razdalji 1800 mm, takoj pod odprtino je kabelski prostor, skozi katerega bomo namestili povezave na SN blok. Profila morata biti v ravnini s tlemi zaradi same namestitve bloka na profila. Za dana profila se v tla na vsaki strani naredi ležišče, na katerem bosta profila slonela, pričvrščena bosta s pomočjo betonske mase. Profila povežemo še z vzdolžnima ojačitvama na skrajnih zunanjih straneh prečnih profilov, ju zavarimo in privijemo z zidnimi vijaki.

Po končani jekleni konstrukciji se vsa ohišja ozemljijo z PE vrvico 70 mm², ter priklopijo na obstoječ Fe/Zn valjani trak dimenzije 30 × 5mm. Pripravi se kontaktno ozemljilno mesto, ki služi kot pomožna ozemljitev za pokrove, pohodne pločevine, nosilcev za SN vodnike ipd. Na pripravljeni podest se postavi SN stikalni blok.

Pred samim naročilom SN stikalnega bloka smo izmerili NN prostor in se prepričali, če je možna vgradnja bloka, ki je sestavljen v celoti, ali ga moramo sestaviti sami. Zaradi prostorske stiske, ki je v TP IKŠ, saj je NN blok nameščen na sredini NN prostora, smo se na podlagi meritev odločili za blok, ki je sestavljen v celoti. Stikalni blok Xiria je tako potrebno postaviti na pripravljen podest in ga pritrditi na jekleno konstrukcijo. Blok nam omogoča hitro montažo, saj je zaradi svoje zasnove nezahteven in ga je mogoče hitro vgraditi. Po končani pritrditvi bloka se blok ozemlji z ozemljitveno vrvico 70 mm² ter se poveže na valjanec, ki se nahaja v kabelskem prostoru.

4.3 Vgradnja distribucijskih transformatorjev

Za vgradnjo novih transformatorjev smo se odločili zaradi nezmožnosti preklopitve iz 10 kV na 20 kV. Na podlagi tipizacije EC o distribucijskih transformatorjih smo vgradili dva nova transformatorja proizvajalca Kolektor ETRA, ki sta v hermetični izvedbi, tipa 6HTI3 nazivnih moči 400 kVA. Hermetični transformatorji imajo prednost, da ne potrebujejo nobenega vzdrževanja, izolacijsko sredstvo je mineralno olje. Ta tip transformatorja je enostaven za vgradnjo. Opremljena sta tudi s preklopnikom regulacijske napetosti za regulacijo napetosti $\pm 2 \times 2,5 \%$. Preklop med samimi stopnjami je možen samo v breznapetostnem stanju in se izvrši z ročico, ki je nameščena na pokrovu transformatorja. Transformatorja bosta priklopljiva na SN strani (10,5/20 kV). Tudi ta napetostni priklop lahko izvršimo samo v breznapetostnem stanju. Na pokrovu transformatorjev je nameščena varnostna naprava, ki služi kot kazalec nivoja olja, termostata, oddušnika in plinskega releja.

4.3.1 Povezava transformatorja z NN stikalnim blokom

Povezava s sekundarne strani transformatorja na NN blok bo izvedena nespremenjeno po obstoječih Cu zbiralnicah. Potrebno bo izvesti predelavo zbiralnic na sekundarni strani transformatorja zaradi neenakega položaja NN izolatorjev na pokrovu transformatorja.

4.3.2 Povezava transformatorja z SN stikalnim blokom

Povezava s primarne strani transformatorja in SN stikalnim blokom se izvede s tremi enožilnimi 20 kV kabli tipa NA2XS(F)2Y 1 × 70 RM/16 mm². Za priključitev se na kabljih izvedejo kabelski končniki proizvajalca Raychem tipa RSES. Tip RSES je mogoče priključiti tako na SN stikalni blok transformatorja kot tudi na primarno stran transformatorja. Imamo še možnost priklopa RSSS tipa glav, ki ga je mogoče priklopiti samo na transformator.

4.3.3 Izdelava kabelskih končnikov za transformator in SN stikalni blok v transformatorski celici

Pred pričetkom izdelave kabelskega končnika je potrebno SN kabel očistiti od vrha kabla, na dolžini enega metra, ter ga poravnati. Očiščen kabel pritrdimo v delovno orodje ter odstranimo zunanji plašč kabla v razdalji 600 mm.

Pod zunanjim plaščem je na kablju nameščen žični oplet, ki služi za ozemljitev SN kabla. Bakreni oplet napeljemo po zunanjem plašču kabla in ga pritrdimo na dolžini 60 mm. Sedaj lahko 600 mm konec skrajšamo na 180 mm ter iz njega snamemo črn trak, ki služi kot zaščita pred vlago. Prišli smo do plašča žile, ki je polprevodna črna plast, pod katero je neprevodna bela plast oz. izolacija. Polprevodno plast odstranimo s posebnim orodjem, pri tem moramo biti pozorni na enakomerno lupljenje polprevodne plasti, da ne pride do kakršnih koli poškodb na kablju.

Posebno pozornost je potrebno posvetiti temu, da je plašč žile popolnoma odstranjen. Z odstranjevanjem plašča žile končamo pri 40 mm od roba žičnega opleta. Belo izolacijo odstranimo od vrha, v dolžini 52 mm, nato pridemo do samega kontakta vodnika, na katerega namestimo aluminijast vložek ter ga stisnemo na kontakt vodnika. Sedaj je potrebno kabel temeljito očistiti. Čisti se od bele izolacije proti plašču vodnika ter od bele izolacije proti aluminijastemu vložku. Po končanem čiščenju se na belo izolacijo namaže montažna pasta, v razdalji 50 mm, in na kabel namestimo ohišje konektorja. Nameščeno ohišje konektorja poravnamo tako, da imamo skozi konektor viden aluminijasti tulec, v katerem je navoj, v ta tulec privijemo kontaktni tulec. Bakrene žičke sedaj spletemo v 100 mm dolgo kito ter ohišje konektorja povijemo z izolacijskim trakom. Kabelski končnik je tako pripravljen za pritrditev na transformator ali na SN stikalni blok.



Slika 6: Postopek izdelave kablskega končnika za TR
(Lastni vir)

4.3.4 Zamenjava transformatorja 1 in 2

V transformatorska prostora 1 in 2 se vgradita identična transformatorja proizvajalca Kolektor ETRA, tipa 6HTI3 400 z naslednjimi karakteristikami:

Nazivna moč	Nazivna napetost		Vežalna skupina	Izgube		Hrup	Napetost kratkega stika	Masa	
				Praznega teka	Pod obremenitvijo			Olja	Celota
kVA	VN kV	NN kV		W	W	dB	Uk (%)	kg	kg
400	10,5 21	0,4	Yzn5	610	4600	56	4	285	1380

Tabela 2: Specifikacija novih transformatorjev
(Vir: Elektro Celje, d. d.)

Pred namestitvijo novega transformatorja na mesto, kjer je bil stari transformator, je nujno namestiti nosilne konzole na širino koles novega transformatorja ter na konzole namestiti novo hrastovo letev, ki bo zmanjšala vibracije transformatorja. Po končani namestitvi transformatorja se izvedejo ozemljitve transformatorja, tako na pokrovu kot na dnu transformatorja, kjer je označeno mesto za ozemljitev, kar se izvrši z ozemljitveno vrvico 70 mm² ter priklopi na ozemljitev v transformatorskem prostoru.

4.3.5 Zaščita transformatorja

Zaščitni sistem transformatorjev je v principu enak staremu, vendar je potrebnih nekaj prireditev. Sistem delovanja varnostne naprave za hermetične transformatorje je enak kot pri Buchholz releju pri starem transformatorju. Vsi priključni kabli lahko ostanejo enaki, le da se podaljšajo z kablom NY 3 X 1,5 mm² in spojijo v priključni nadometni dozi 100 × 100 mm z inštalacijskimi sponkami.

4.4 Kabelski prostor

V TP IKŠ je kabelski prostor iz enega dela, kar pomeni da priklop izvodov SN bloka ne predstavlja težav. Za priklop povezovalnih SN kablov za transformator pa je potrebno demontirati skoznjike in narediti na steni zaščito iz Pertinaks plošče, skozi katero bodo povezovalni kabli prišli iz transformatorskega prostora do SN stikalnega bloka. Izvede se zaščitna kineta iz aluminijaste pločevine debeline 5 mm, ki jo po končani montaži ozemljimo z ozemljitveno vrvico 35 mm².

4.5 Kabelski izvodi

Pred začetkom same predelave TP IKŠ smo imeli šest kabelskih izvodov. Zaradi dotrajanosti kabla in že izvedene druge zazankanosti TP Cesta na Dobrovo smo mnenja, da se oljni kabel tipa NKBA 70 lahko opusti.

Potrebno je izvesti SN kabelsko spojko na izvoda TP Magistrala poslovni center ter TP Prelaz, saj se je izvedla nova povezava, kjer sta lahko postaji napajani iz RTP Selce ali pa TP Bolnica 1. S tem se je sprostilo staro 10 kV stikališče, ki ga lahko demontiramo, izvedejo se gradbena dela, obstoječe odprtine se pokrije s pohodno pločevino, ki jo ozemljimo z ozemljitveno vrvico 35 mm². Ostanejo nam trije kabelski izvodi, in sicer za TP Mariborska cesta, TP Klima ter TP SPTTE Klima. Obstoječi kabelski izvodi so že primerni za 20 kV napetost, zato zamenjava le-teh ni potrebna. Kabla za smer TP Mariborska cesta in TP Klima sta tipa XHE49A, za smer TP SPTTE Klima je kabel tipa NA2XS(F)2Y. Potrebno pa je izdelati SN kabelske končnike zaradi priključitve na SN stikalni blok. Po končani namestitvi bloka na mesto sledi zamenjava obeh transformatorjev ter priklop transformatorjev na nov SN blok.

4.5.1 Izdelava kabelskih končnikov za kabelske izvode

Izdelava kabelskih končnikov za kabelske izvode se izvaja na SN kablju preseka 150 mm² do 240 mm². Kabelski končniki so proizvajalca Raychem, tipa RSTI. Za izdelavo kabelskega končnika moramo očistiti in poravnati SN kablju na dolžini enega metra. Od začetka kabla izmerimo 600 mm ter zarežemo okoli kabla, s tem določimo dolžino žičnega opleta. Olupimo zunanji plašč kabla, na rob zunanjega plašča namestimo siv tesnilni trak, ki preprečuje uhajanje vlage v sam kabelski končnik. Po kablju navzdol namestimo žični oplet ter ga pričvrstimo s pritrdilno žico. Dolžino olupljenega kabla sedaj skrajšamo na 170 mm ter odstranimo črn trak, ki preprečuje uhajanje vlage znotraj samega kabla, in nato odstranimo črno polprevodno plast oz. plašč kabla s posebnim orodjem. Na takšen način pridemo do notranje izolacije kabla, ki varuje vodnik. Odstraniti je potrebno tudi notranjo izolacijo kabla, ki v našem primeru znaša 60 mm. Pri sami izdelavi je posebno pozornost potrebno posvetiti čistoči, saj lahko nečistoče povzročijo električni preboj ter uničijo kabelski končnik. Sedaj je potrebno kabelski končnik očistiti, čisti se samo od bele izolacije proti črni polprevodni plasti in od bele izolacije proti samemu kontaktnemu

vodniku. Prepovedano je, da se iz črne polprevodne plasti ali pa vodnika vračaš nazaj na belo izolacijo, saj se tako spet nanašajo nečistoče na zelo občutljiv del kabla. Po samem čiščenju sledi nameščanje obremenitvenega stožca, ki izolira polprevodno plast od zunanjega okolja ter služi kot zaščita pred preobremenitvijo. Pred pričetkom nameščanja obremenitvenega stožca je potrebno na vodnik natakniti zaščitno vrečko, ki skrbi za to, da je kontakt vodnika čist. Ko namestimo obremenitveni stožec na mesto, odstranimo zaščitno vrečko ter očistimo sam kabelski končnik. Na kontakt vodnika namestimo kabelski čevelj, ki ga naravnamo na kabel in ga pritrdimo z vijaki, ki so pripravljene, da pri določeni sili počijo. Takšni kabelski čevlji se imenujejo mehanski kabelski čevlji. Kabel je nato pripravljen na zadnjo fazo izdelave. Po obremenitvenem stožcu je potrebno temeljito nanesti montažno pasto, na takšen način nanesemo montažno mast tudi na notranji del ohišja konektorja. Ohišje konektorja potisnemo tako daleč, dokler kabelski čevelj ne doseže vrha ohišja konektorja. Tako je RSTI kabelski končnik končan in je pripravljen na priklop na SN stikalni blok.

5 RAVNANJE Z ODPADKI

Pri sami predelavi TP IKŠ se bomo srečali z različnimi odpadki, gradbenimi in nevarnimi. Za pravilno ravnanje z odpadki moramo upoštevati veljavno zakonodajo in predpise, ki veljajo v tem trenutku. Potrebno je razumeti namen in cilj ravnanja z odpadki.

5.1 Namen in cilj ravnanja z odpadki

Zbiranje, ločevanje in oddajanje nenevarnih in nevarnih odpadkov opisuje organizacijski predpis na vseh lokacijah podjetja Elektro Celje, d. d., postopek je namenjen vsem zaposlenim v podjetju. Cilj postopka je pravilno prepoznavanje, zbiranje, rokovanje, zbiranje in oddaja odpadkov.

5.2 Zakonodaja in predpisi

Na intranetni strani podjetja Elektro Celje, d. d., so pod zavihkom »Sistem vodenja kakovosti in ravnanja z okoljem« objavljene veljavni zakonski predpisi, ki jih je potrebno upoštevati:

- *»uredba o odpadkih,*
- *uredba o ravnanju z embalažo in odpadno embalažo,*
- *uredba o ravnanju z odpadno električno in elektronsko opremo,*
- *uredba o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih,*
- *lokalni predpisi, ki določajo način ravnanja s komunalnimi odpadki«* (Elektro Celje d.d., 2008)

5.3 Prepoznavanje odpadkov

»S pomočjo klasifikacijske številke in naziva odpadka prepoznavamo odpadke glede na vrsto. V dokumentu DNo-0206 Načrt gospodarjenja z odpadki ima podjetje prepoznane in evidentirane vrste odpadkov. Predstavniki vodstva za okolje je odgovoren za zagotavljanje izdelave ter noveliranje načrta gospodarjenja z odpadki.« (Elektro Celje d.d., 2008)

Delavci so seznanjeni s procesom dela ter periodičnimi usposabljanji o nastajanju odpadkov v procesih in lokacijah, s čimer zagotavljamo pravilnost razvrščanja v fazi nastanka odpadka.

Oznaka odpadka	Naziv odpadka
17 01 01	Beton
17 01 03	Ploščice in keramika (izolatorji iz porcelana)
17 02 01	Les
17 02 03	Plastika
17 02 04*	Steklo, plastika, les, ki vsebujejo nevarne snovi
17 03 02	Bitumenske mešanice, ki niso navedene pod 17 03 01
17 04 01	Baker, bron in medenina
17 04 02	Aluminij (Al kabli, Al-Fe vodniki)
17 04 05	Železo, jeklo
17 04 10*	Kabli, ki vsebujejo mineralna olja, premogov katran in druge nevarne snovi
17 04 11	Kabli, ki niso navedeni pod 17 04 10 (aluminijasti)
17 05 04	Zemlja
17 05 06	Izkopani material, ki ni naveden pod 17 05 04

Tabela 3: Vrste odpadkov

(Vir: Elektro Celje, d. d.)

5.4 Zbiranje in ločevanje odpadkov na lokacijah

Odpadke je potrebno zbirati, ločevati in odlagati v ustrezne tipizirane zabojnike na označenih zbirnih mestih. Odgovorni vodja za realizacijo investicije mora pri gradnji, obnovi oz. rekonstrukciji EE objektov in naprav (RTP, RP, novi SN in NN objekti) ter poslovnih objektov, organizirati ravnanje z odpadki za gradbišče v skladu z Uredbo o odpadkih. V zabojnike po lokacijah je oddajanje odpadkov mogoče le v soglasju z odgovorno osebo za ravnanje z odpadki.

5.5 Odstranitev odpadkov

Odstranitev odpadkov se izvede, ko je zbiralna posoda polna. Odgovorna oseba za odstranitev obvesti pogodbenega odstranjevalca, da izvede prevzem in odvoz odpadkov.

6 GRADBIŠČNI RED

Na gradbišču je potrebno pred začetkom del podrobno preveriti okoliščine, *»ki bi lahko na mestu nakazovale prisotnost nevarnih snovi, predmetov ali potrebnih ukrepov v zvezi z zagotovitvijo varnosti in zdravja delavcev«* (Uradni list RS, št. 83/2005).

6.1 Vstop na gradbišče

Na gradbišče je dovoljen vstop samo na označenih mestih zaposlenim delavcem oziroma osebam z določeno delovno nalogo. Nezaposlene osebe se lahko na območju zadržujejo samo v spremstvu vodje gradbišča.

6.2 Varovalni ukrepi in pravila varnega dela

»Vsak delavec je za zagotovitev varnosti na gradbišču dolžan opravljati svoje delo z vso pazljivostjo tako, da s svojim delom ne ogroža življenja ali zdravja sebe in svojih sodelavcev.« (GIZ distribucije električne energije, 2008). Na gradbišču je uporaba osebno varovalne opreme obvezna in je predpisana v izjavi o varnosti z oceno tveganja. Obvezna je uporaba varnostne čelade na območju gradbišča. Za opravljanje svojega dela mora biti delavec psihično sposoben. Uživanje alkoholnih pijač in drugih narkotičnih sredstev je na in med delovnim časom prepovedano, na delo pa mora delavec prihajati trezen in spočit. Opravljati sme samo delo, ki mu je bilo odrejeno. Prepovedano je, da se delavec nahaja v nevarnem območju delovnih strojev, če za izvajanje določenih del ni pooblaščen. Pooblaščen delavec je odgovoren za rokovanje in skladiščenje nevarnih snovi.

6.3 Ukrepi in navodila ob motnjah

»Delavec pred pričetkom del preveri, če je stanje delovne opreme brezhibno. Delavec mora vsako okvaro na delovni in osebni varovalni opremi javiti neposrednemu vodji. Prijaviti mora tudi vsak drug pojav, ki lahko ogrozi življenje in zdravje delavcev. Samostojno popravljanje okvar, ki nastanejo na delovni opremi in orodju, delavcu ni dovoljeno« (GIZ distribucije električne energije, 2008). Ko je delovna oprema v izklopljenem stanju, lahko zapusti delovno mesto.

Prepovedano je vsako poseganje v naprave med njihovim obratovanjem. Prepovedano je tudi odstranjevanje varnostnih naprav na delovni opremi.

V primeru, da na javnih prometnih površinah prihaja do motenj, je izvajalec del odgovoren za postavitve prometnih znakov in signalizacije. Proste morajo biti transportne poti.

6.4 V primeru delovne nezgode, prva pomoč, požar in reševanje

Dolžnost delavca je da vsako poškodbo pri delu javi svojemu vodji in se vpiše v knjigo ukrepov varnega dela, kljub temu da obisk pri zdravniku ni potreben. Zavarovati se mora kraj poškodbe pri delu, ničesar se ne sme spreminjati ali menjati, dokler nesreča ni raziskana.

Nudenje prve pomoči in izvrševanje drugih ukrepov za preprečevanje nesreč je nujno potrebno. Reševalce pokličemo po potrebi. Na gradbišču se mora nahajati oprema za nudenje prve pomoči.

Vsak zaposlen je dolžen pogasiti začetni požar s praktičnim gasilnim sredstvom, če pri tem ni uspešen, je potrebno poklicati center za obveščanje.

6.5 Postopek po zaključku del

Vzdrževanje reda na gradbišču je obvezno, saj mora biti prost dostop do gradbišča in delovne opreme.

Ne smejo biti založeni z gradbenim in drugim materialom. Vse porabnike je po končanem delu potrebno izklopiti. Za osebno varovalno opremo in oblačila je določeno mesto oziroma garderobna omarica, v katero delavci po končanem delu stvari odložijo. Delavec je dolžan imeti pospravljeno in čisto garderobno omarico, v odsotnosti pa zaklenjeno. Gradbišče se po končanem delovniku zapusti pospravljeno in urejeno, tako da ni nevarnosti za okolico. Vodja gradbišča oziroma druga odgovorna oseba ima ključe gradbišča.

7 VARNOSTNA PRAVILA

Zelo pomembno je da se upoštevajo vsa varnostna pravila, saj hočemo z njimi doseči varno, zdravo delovno okolje, brez poškodb, ki bi lahko delavcu prinesle trajne posledice in bi tako vplivale na samo kvaliteto njegovega življenja. Zato so na tem mestu zelo pomembna varnostna pravila za gradbeno-montažna dela ter varnostna pravila za delo na elektroenergetskih postrojih.

7.1 Varnostna pravila za gradbeno-montažna dela

»Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih zagotavlja ukrepe za varnost in zdravje pri delu na gradbiščih, v katerih se predelujejo, pripravljajo in obdelujejo gradbeni materiali, gradbeni proizvodi in elementi, ki se vgrajujejo v gradbene objekte.« (Uradni list RS, št. 83/2005) Pred začetkom del mora biti izdelan varnostni načrt, ki ga zagotovi naročnik ali nadzornik objekta. V primeru nezgode mora biti delavcem pri vseh delih zagotovljena prva pomoč. Za nudenje prve pomoči mora biti določena usposobljena oseba. »Na gradbišču morajo delavci imeti na razpolago zadostno količino pitne vode ali druge primerne brezalkoholne pijače. Delavce je potrebno zavarovati pred vplivi vremena, ki bi lahko bili škodljivi za njihovo zdravje in varnost.« (Uradni list RS, št. 83/2005)

7.2 Varnostna pravila za delo na elektroenergetskih postrojih

Vsa dela na elektroenergetskih objektih, postrojih, napravah in opremi ali njihovi bližini se izvaja v breznapetostnem stanju in ob upoštevanju "petih zlatih pravil". Delo na napravah nad 1 kV morata opravljati najmanj dva delavca, eden od njiju je določen za vodjo del. Vodja del ali vodja delovne skupine mora pred pričetkom del dobiti dovoljenje za delo od odgovorne osebe za vzpostavitev breznapetostnega stanja. Prepovedano je pričeti z deli po predhodno dogovorjenemu času brez izvedbe varnostnih ukrepov. Dolžnosti vodje del oz. vodje skupine so, da preveri izvedene ukrepe varnosti in zdravja pri delu, ugotovi, kateri sosednji deli so pod napetostjo, in izvede dodatne zavarovalne ukrepe po potrebi. »Vodja del oz. vodja skupine mora pred pričetkom izvajanja del opozoriti in seznaniti delavce na nevarnosti, ki se lahko pojavijo med delom, ter seznaniti in opozoriti delavce na sosednje dele, ki so pod napetostjo.« (Uradni list RS, 29/1992) Ko so dela končana, vodja del preveri pravilnost izvedenih del, ali je vso delovno orodje odstranjeno iz delovnega mesta in od skupine zahteva, da odstrani pribor za zavarovanje delovnega mesta, šele nato skupina zapusti oz. se oddalji od mesta dela.

7.2.1 Dokumenti za varno delo

Pripravo ali izvedbo del določajo pisni akti oz. dokumenti za varno delo. Vsak dokument mora vsebovati vse podatke za varno delo. Dokument mora biti izpolnjen tako, da je razumljiv posamezniku ali skupini, ki ga prejme. V zvezi z delom morajo biti iz dokumentov razvidne odgovornosti. Dokumenti, ki omogočajo varno delo:

- delovni program,
- delovni nalog,
- dovoljenje za delo,
- obvestilo o prenehanju del,
- depeša (fonogram).

7.2.1.1 Delovni program

Dokument, s katerim se izdaja vsa dela na elektroenergetskih objektih, postrojih, napravah in opremi, in sodeluje več skupin, se imenuje delovni program. Z njim je urejena celotna organizacija del in določa koordinatorja del oz. vodjo vseh del.

Delovni program vsebuje:

- *»naziv podjetja (enote) in datum izdaje delovnega programa,*
- *številko delovnega programa,*
- *predviden datum in čas trajanja del,*
- *opis del na postrojih in mestih del,*
- *potrebne manipulacije,*
- *priimek in ime koordinatorja del – odgovorne vodje vseh programskih del,*
- *priimek in ime vodje vodij del – vodij delovnih skupin ter navedbo dela postroja, na katerem bo določena skupina delala,*
- *priimek in ime odgovorne osebe za izdajo delovnih nalogov,*
- *koga je potrebno v zvezi z deli obvestiti,*
- *komu se dostavijo delovni programi,*
- *posebna določila,*
- *priimek in ime ter podpis odgovornih oseb za sestavo in pregled ter odobritev programa.« (Uradni list RS, št. 29/92, 57.člen)*

7.2.1.2 Delovni nalog

Vodji del se za posamezno skupino izda dokument z vidika določanja organizacije varnega dela. Ta dokument se imenuje delovni nalog.

Delovni nalog vsebuje:

- *»naziv podjetje (enote) in datum izdaje delovnega naloga,*
- *številko delovnega naloga,*
- *predviden datum in čas pričetka ter zaključka del,*
- *opis del in navedbo postroja, opreme oz. naprave,*
- *številko delovnega programa in drugih dokumentov v zvezi z delovnim nalogom,*
- *priimek in ime koordinatorja del – odgovornega vodje vseh programskih del,*
- *priimek in ime vodje del – vodje delovne skupine,*
- *obvezne manipulacije za izvedbo del in ukrepe za zavarovanje mesta dela,*
- *odgovorno osebo za izvedbo stikalnih manipulacij,*
- *potrebne dodatne zavarovalne ukrepe na mestu dela,*
- *odgovorno osebo za izdajo dovoljenja za delo,*
- *odgovorno osebo za izdajo obvestila o prenehanju dela,*
- *način obveščanja prizadetih,*
- *komu se dostavi delovni program,*
- *posebna določila,*

- *priimek in ime ter podpis odgovorne osebe, ki je delovni nalog izdala, in osebe, ki je delovni nalog prejela.*« (Uradni list RS, št. 29/92, 58.člen)

7.2.1.3 Dovoljenje za delo

Za delo v breznapetostnem stanju in za dela v bližini napetosti ter ob upoštevanju izvajanja petih varnostnih ukrepov se izda dovoljenje za delo. Pred pričetkom z deli se izda dovoljenje za delo.

Dovoljenje za delo vsebuje:

- *»naziv podjetja (enote) in datum ter čas izdaje dovoljenja za delo,*
- *številko dovoljenja za delo,*
- *navedbo postroja, opreme ali naprave, na katero se nanašata delovni nalog in to dovoljenje za delo,*
- *številko delovnega naloga,*
- *opravljene manipulacije in ukrepe za zavarovanje delovnega mesta,*
- *posebna opozorila,*
- *podpis odgovorne osebe, ki je izdala dovoljenje za delo, in odgovorne osebe, ki je dovoljenje za delo prevzela.*« (Uradni list RS, št. 29/92, 59.člen)

7.2.1.4 Obvestilo o prenehanju z deli

»Vodja del oz. vodja delovne skupine po končanem delu ali prekinitvi dela po tem, ko se prepriča, da so vsi delavci odstranjeni iz nevarne bližine postroja, opreme ali naprav in da je odstranjen ves neuporaben material, orodje, drugi predmeti, prenosne naprave za ozemljitev in kratkostično povezavo ter ostala sredstva za zavarovanje, izda obvestilo o prenehanju z deli.

Obvestilo o prenehanju z deli vsebuje:

- *naziv podjetja (enote),*
- *številko obvestila o prenehanju dela,*
- *izjavo, da so dela na postroju, opremi oz. napravi končana, da je s teh sredstev odstranjen ves neuporabljen material, orodje in drugi predmeti ter so delavci odstranjeni iz nevarnega območja in so opozorjeni, da ravnajo s postrojem, kot da je pod napetostjo,*
- *izjavo, da je ozemljitvena kratkostična garnitura odstranjena z mesta del,*
- *datum in čas predaje obvestila,*
- *podpis odgovorne osebe, ki je obvestilo o prenehanju dela prevzela in odgovorne osebe, ki ga je izdala.*« (Uradni list RS, št. 29/92, 60.člen)

7.2.1.5 Depeša

»Služi za pridobivanje raznih soglasij, obvestil, programske priprave, dovoljenj v zvezi z deli manipulacijami obratovalnega značaja. Depeša se prenaša preko

telekomunikacijskih zvez ob preverjanju vpisanega teksta in obojestranskem vpisovanju v knjigo depeš.

Depeša vsebuje:

- številko pošiljatelja,
- datum in točen čas oddaje in prevzema
- ime organizacije (organizacijske enote), ki oddaja in prevzema depešo,
- kratko in jasno vsebino depeše,
- priimek in ime osebe, ki je sestavila depešo,
- priimek in ime osebe, ki je depešo oddala in ki je depešo sprejela.« Uradni list RS, št. 29/92, 61.člen)

8 DELO POD NAPETOSTJO

Z željo po zmanjšanju izklopov strank iz omrežja ter skrbi za čim boljšo in nemoteno dobavo električne energije bo postaja TP IKŠ po opravljeni predelavi zelo primerna za samo delo pod napetostjo. Pod napetostjo bi se lahko izvajala revizija TP, saj je SN stikalni blok, ki ga bomo vgradili, s strani proizvajalca označen kot blok, ki ne potrebuje nikakršnega posebnega vzdrževanja. »Za čiščenje transformatorjev nizkonapetostnega bloka pa je tako potrebno upoštevati že veljavna pogoje »za izvajanje del pod napetostjo – čiščenje na srednji napetosti (PID – SN C), pogoje za izvajanje del pod napetostjo na nizki napetosti (PID – NN), tehnični opis opreme in orodja za delo pod napetostjo na nizki napetosti (TOOO – NN) ter tehnične predpise opreme in orodja za delo pod napetostjo – čiščenje na srednji napetost (TOOO – SN C)« (C&G d.o.o.) .

8.1 Čiščenje pod napetostjo na srednji napetosti

»Oprema in orodje za čiščenje na srednji napetosti za delo pod napetostjo je prevzeta po HEP NOC oz. EDF – SERECT in je prilagojena slovenskemu elektroenergetskemu omrežju srednje napetosti.« (C&G d.o.o., 2013)

Pripomočki za čiščenje pod napetostjo na SN strani potrebujemo izolacijski komplet za SN sesalec, industrijski sesalec, čelado z vizirjem, zaščitna očala, specialne čevlje, univerzalno zaščitno palico, izolacijsko prekrivalo debeline 0,8 mm, nosilec izolacijskih palic, ogledalo z univerzalno krono, silikonizacijsko krpico, tekočino za čiščenje naprav, tekočino za čiščenje orodja, izolacijske rokavice, nadrokavice, izolacijsko gumijasto prekrivalo in prekrivalo s trakovi, ščipalke, začasno prenosno vtičnico.

8.2 Delo pod napetostjo na nizki napetosti

»Oprema in orodje za delo na nizki napetosti za delo pod napetostjo sta prevzeta po HEP NOC oz.. EDF – SERCET in sta prilagojena slovenskemu elektroenergetskemu

omrežju nizke napetosti» (C&G d.o.o., 2011). Potrebni pripomočki za čiščenje pod napetostjo na NN strani potrebujemo izolacijski komplet za NN sesalec, industrijski sesalec, čelado z vizirjem, zaščitna očala, specialne čevlje, univerzalno zaščitno palico, izolacijsko prekrivalo debeline 0,8 mm, nosilec izolacijskih palic, ogledalo z univerzalno krono, silikonizacijsko krpico, tekočino za čiščenje naprav, tekočino za čiščenje orodja, izolacijske rokavice, nadrokavice, izolacijsko gumijasto prekrivalo in prekrivalo s trakovi, ščipalke, začasno prenosno vtičnic.

9 OCENA INVESTICIJE

Predelavo transformatorske postaje IKŠ lahko razdelimo na štiri sklope, to so gradbeni del in material, elektromontažni material, elektromontažno delo ter logistični stroški. Vse te karakteristike nam bodo prinesle okvirno grobo oceno in ceno investicije, ki jo načrtujemo.

9.1 Investicija v transformatorsko postajo IKŠ

Z.š.	Naziv	Količina	Cena	Vrednost
1	Odstranitev kovinskih vrat med celicami	8 kom	50,00 €	400,00 €
2	Rušenje predelnih AB sten	6 kom	104,00 €	624,00 €
3	Rušenje parapet pri oknu za nova vrata	1,74 m ²	138,00 €	240,12 €
4	Dobava ter vgradnja UPN profilov za nove celice	24 m ²	25,00 €	600,00 €
5	Dobava in vgradnja dvokrilnih ALU vrat	1 kom	2.140,00 €	2.140,00 €
6	Zidarska obdelava vratne špalete znotraj in zunaj	1 kom	240,00 €	240,00 €
7	Zametavanje utorov pri porušeni stenah	12 m ²	21,00 €	252,00 €
8	Grobo čiščenje po končanju del	1 kom	50,00 €	50,00 €
SKUPAJ V EUR				4.546,12 €

*Tabela 4: Gradbena dela in material za TP IKŠ
(Vir: Elektro Celje, d. d.)*

Z.š.	Naziv	Količina	Cena	Vrednost
1	Stikalni blok Xiria 24 kV	1 kom	22.000 €	22.000 €
2	Transformator ETRA 6HTMI3 400-10,5/21	2 kom	13.000 €	26.000 €
3	Vložek varovalk VVT-D 50/10N	8 kom	25,00 €	200,00 €
4	Kabel NA2XS(F)Y 1X70/16 RM mm ²	60 m	4,78 €	286,80 €
5	Konektor Raychem RESES	6 gar	175,00 €	1.050,00 €
6	Žica za ozemljevanje (PF, RUM/ZEL)	23 m	2,90 €	66,70 €
7	Kabel čevelj Cu 35-12	15 kom	0,83 €	12,45 €
8	Kabel čevelj Cu 35-10	15 kom	0,83 €	12,45 €
9	Vezica PVC 200 X 25	1 p	1,36 €	1,36 €
10	Tablica L1, L2, L3	12 kom	2,87 €	34,44 €
11	Zidni vložek ZVR-3 8/40 vijak 4,0 x45	30 kom	0,16 €	4,80 €
12	Skoba inštalacijska SPN 13,5	20 kom	0,09 €	1,80 €
13	Cev inštalacijska PNT 13,5	8 m	0,22 €	1,76 €
14	Objemka za kab. 26/38-70	6 kom	7,65 €	45,90 €
SKUPAJ V EUR				49.718,46 €

Tabela 5: Seznam elektromontažnega materiala za TP IKŠ
(Vir: Elektro Celje, d. d.)

Z.š.	Naziv	Količina	Cena	Vrednost
1	Montaža TR moči do 630kVA	2 kom	287,60 €	575,20 €
2	Montaža SN 4-celičnega kompaktnega bloka	1 kom	188,30 €	188,30 €
3	Izdelava SN povezave med TR in transformatorsko celico	2 kpl	492,60 €	985,20 €
4	Montaža in povezava vseh kovinskih delov z ozemljitvijo znotraj TP	1 kpl	265,44 €	265,44 €
5	Montaža tablic na SN blok	1 kom	22,55 €	22,55 €
6	Montaža zaščite in signalizacije	2 kom	177,30 €	354,60 €
7	Pregled TP, nadzor, stikalne manipulacije in vstavljanje v pogon	56 Nh	21,00 €	1.176,00 €
8	Vodenje in nadzor elektromontažnih del	16 Nh	21,00 €	336,00 €
9	Izdelava enočrtne sheme	1 kom	66,30 €	66,30 €
10	Priprava montažnega materiala in delovišča	1 kom	174,60 €	174,60 €
11	Ostala ne planirana dela	12 Nh	21,00 €	252,00 €
SKUPAJ V EUR				4.396,19 €

Tabela 6: Elektromontažna dela TP IKŠ
(Vir: Elektro Celje, d. d.)

Z.š.	Naziv	Količina	Cena	Vrednost
1	Prevoz transformatorja	2	225,70 €	451,40 €
2	Prevoz montažnega materiala	2	225,70 €	451,40 €
3	Prevoz delavcev	1	135,00 €	135,00 €
4	Prevoz za nadzor in vodje	1	74,00 €	74,00 €
5	Odvoz gradbenih odpadkov	2	144,00 €	288,00 €
6	Ostale manjše vožnje	1	49,00 €	49,00 €
SKUPAJ V EUR			1.448,80 €	

Tabela 7: Logistični stroški TP IKŠ
(Vir: Elektro Celje, d. d.)

Z.š.	Naziv	Vrednost
1	Gradbena dela in gradbeni material	4.546,12 €
2	Seznam elektromontažnega materiala	49.719,46 €
3	Elektromontažna dela	4.396,16 €
4	Prevozni stroški	1.448,80 €
SKUPAJ V EUR		60.110,54 €

Tabela 8: Skupni stroški za predelavo TP IKŠ
(Vir: Elektro Celje, d. d.)

10 ZAKLJUČEK

V diplomskem delu smo želeli prikazati, zakaj je potrebna predelava TP IKŠ in dokazati njeno upravičenost. Predelava je potrebna zaradi prehoda iz 10 kV sistema na 20 kV sistem, trenutno vgrajena oprema ni primerna za prehod na višji napetostni nivo, prav tako je oprema zastarela, zato je potrebna zamenjava obeh distribucijskih transformatorjev in vgradnja novega SN stikalnega bloka. V skrbi za okolje bomo vgradili nova distribucijska transformatorja, ki v olju ne vsebujeta PCB-jev, ampak je njuno izolacijsko in hladilno sredstvo mineralno olje. Odločili smo se tudi za vgradnjo SN stikalnega bloka, ki ne vsebuje toplogrednega plina SF₆, ampak je zračno izoliran oz. gre za vakuumsko stikalno tehnologijo. Prednost samega bloka je tudi, da ne vsebuje SN varovalk, ampak ima v ta namen vgrejen elektronski rele, ki se nastavi glede na moč transformatorja. Stikalni blok ima tudi predpripravo za daljinsko vodenje, signalizacijo in proženje. Pri predelavi bodo potrebna gradbena dela, zato bo prišlo do nastanka različnih odpadkov. Pregledali smo vrste odpadkov, njihovo označevanje ter kako jih bomo ločevali in zbirali na terenu. Pozornost smo posvetili tudi varnosti in zdravju pri delu, saj bodo dela opravljena brez poškodb le z upoštevanjem pravil za delo na elektroenergetskih postrojih. Objekt bo zaščiten

z zaščitno ograjo, pred vstopom vanj bo nameščena gradbiščna tabla, ki bo opozarjala na vse nevarnosti in bo določala nošenje osebne varovalne opreme.

Izdelava diplomske naloge mi je pomagala razširiti znanje o tem, kaj vse je potrebno za predelavo transformatorske postaje. Spoznal sem ekonomsko plat priprave projektov, s katero se prej še nisem ukvarjal, in se poučil o okoljevarstveni politiki glede ravnanja z odpadki. Pridobil sem veliko novega znanja, kar mi bo koristilo pri nadaljnji poklicni karieri.

11 VIRI IN LITERATURA

- Elektro Celje d.d. (1954). *Glavni projekt gradbenih del trafopostaja Vajeniška šola Celje*. Celje.
- C&G d.o.o. (2011). *Pogoji za izvajanje del pod napetostjo- delovni postopki na nizki napetosti za distribucijo*. Ljubljana.
- C&G d.o.o. (2011). *Splošni pogoji za izvajanje del pod napetostjo na nizki napetostni za distribucije*. Ljubljana.
- C&G d.o.o. (2011). *Tehnični opis opreme in orodja za delo pod napetostjo na nizki napetosti za distribucijo*. Ljubljana.
- C&G d.o.o. (2013). *Pogoji za izvajanje del pod napetostjo- čiščenje na sredni napetosti*. Ljubljana.
- C&G d.o.o. (n.d.). *Tehnični opis opreme in orodja za delo pod napetostjo čiščenje na srednji napetosti*.
- Elektro Celje d.d. (2008). *Navodilo za ravnanje z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih in elektromontažnih delih*. Celje.
- GIZ distribucije električne energije. (2008). *Varnostna pravila za delo na elektroenergetskih postrojih*. Ljubljana.
- GIZ distribucije električne energije. (2008). *Varnostna pravila za gradbeno montažna dela*. Ljubljana.
- Inštitut Milan Vidmar. (2019). *REDOS 2045 - Razvoj elektrodistributivnega omrežja Elektra Celje*. Ljubljana.
- MR d.o.o. (2010). *Xiria prospekt*. Maribor.
- Služba Vlade Republike Slovenije za zakonodajo. (1992, junij 1). *Pravno-informacijski sistem*. Retrieved from *Pravilnik o varnosti pri delu pred nevarnostjo električnega toka*. Pridobljeno 20.08.2021 z naslova <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV36>
- Vlada Republike Slovenije. (1992, junij 1). *Pravilnik o varnostvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka*. Retrieved from *Uradni list Republike Slovenije*. Pridobljeno 20.08.2021 z naslova <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/1992-01-1483?sop=1992-01-1483>
- Vlada Republike Slovenije. (2005, september 1). *Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih*. Retrieved from *Ustavni*

list Republike Slovenije. Pridobljeno 20.08.2021 z naslova <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/57847>

12 PRILOGE

Priloga 1: Prerez A-A

Priloga 2: Prerez B-B

Priloga 3: Prerez C-C

Priloga 4: Tloris dejanskega stanja

Priloga 5: Tloris predvidenega stanja

Priloga 6: Talna konstrukcija

Priloga 7: Nosilec SN stikalnega bloka

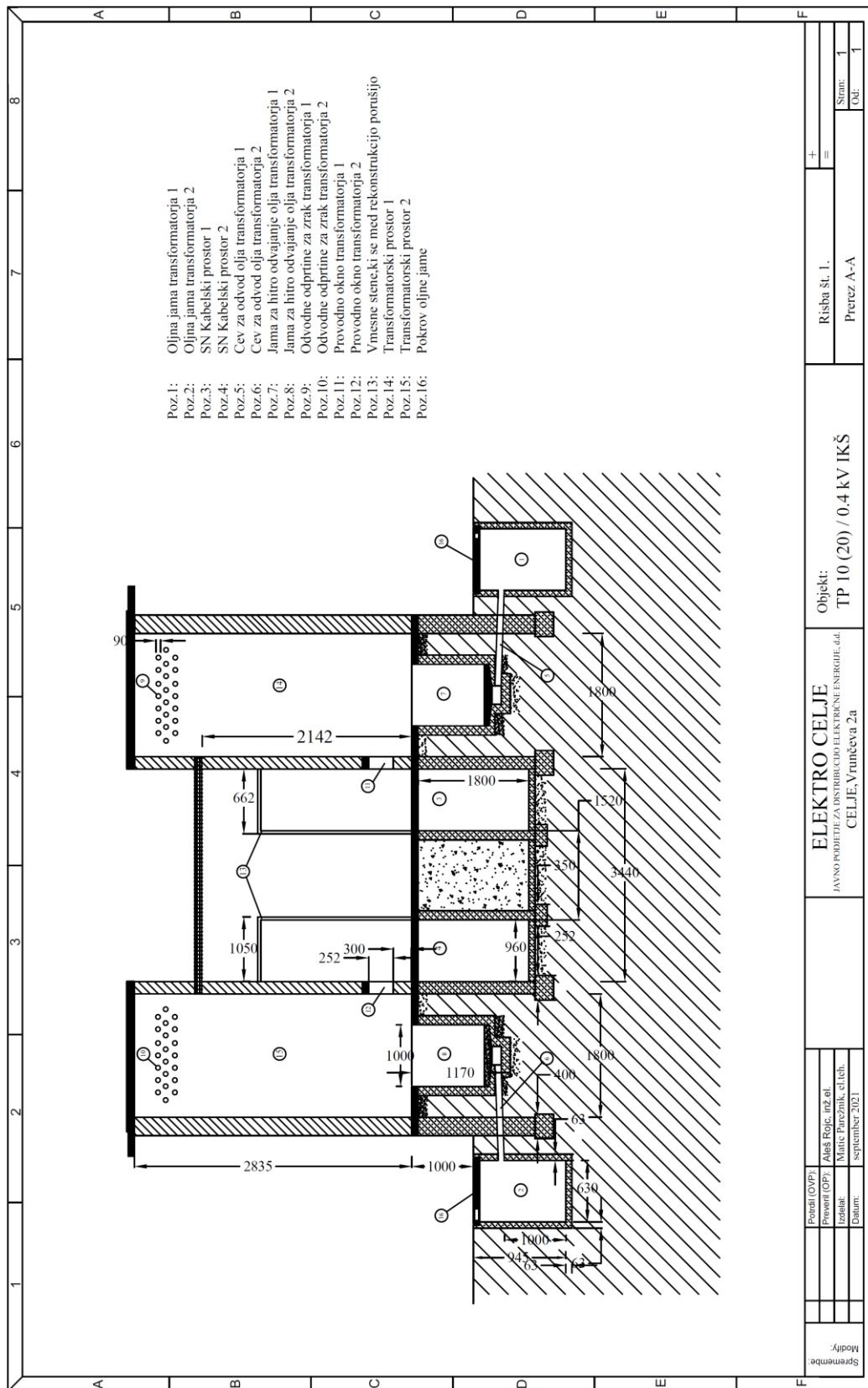
Priloga 8: Stikalni blok Xiria

Priloga 9: Enočrtna shema dejanskega stanja

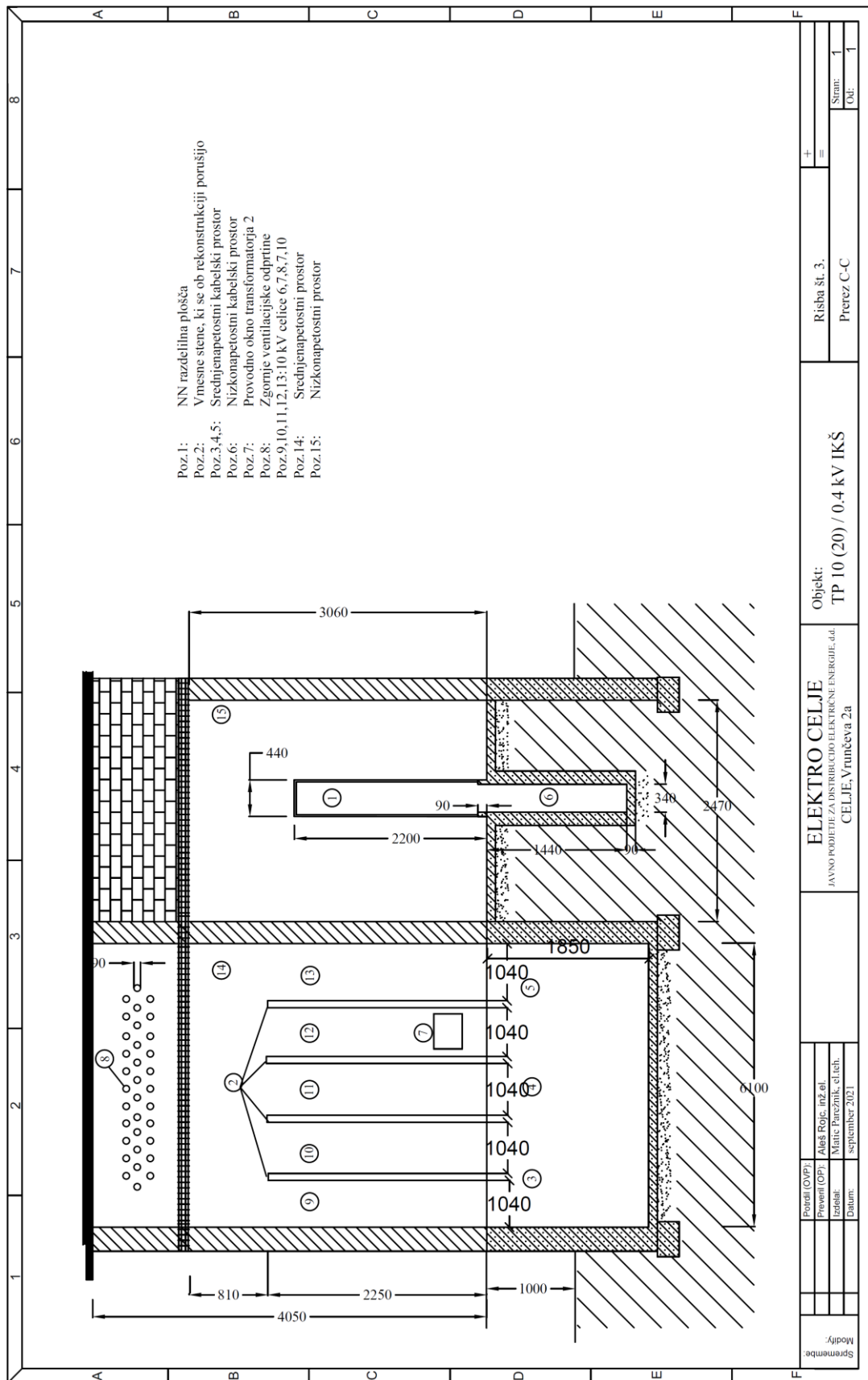
Priloga 10: Enočrtna shema predvidenega stanja

Priloga 11: Enočrtna shema mesta Celje – dejansko stanje

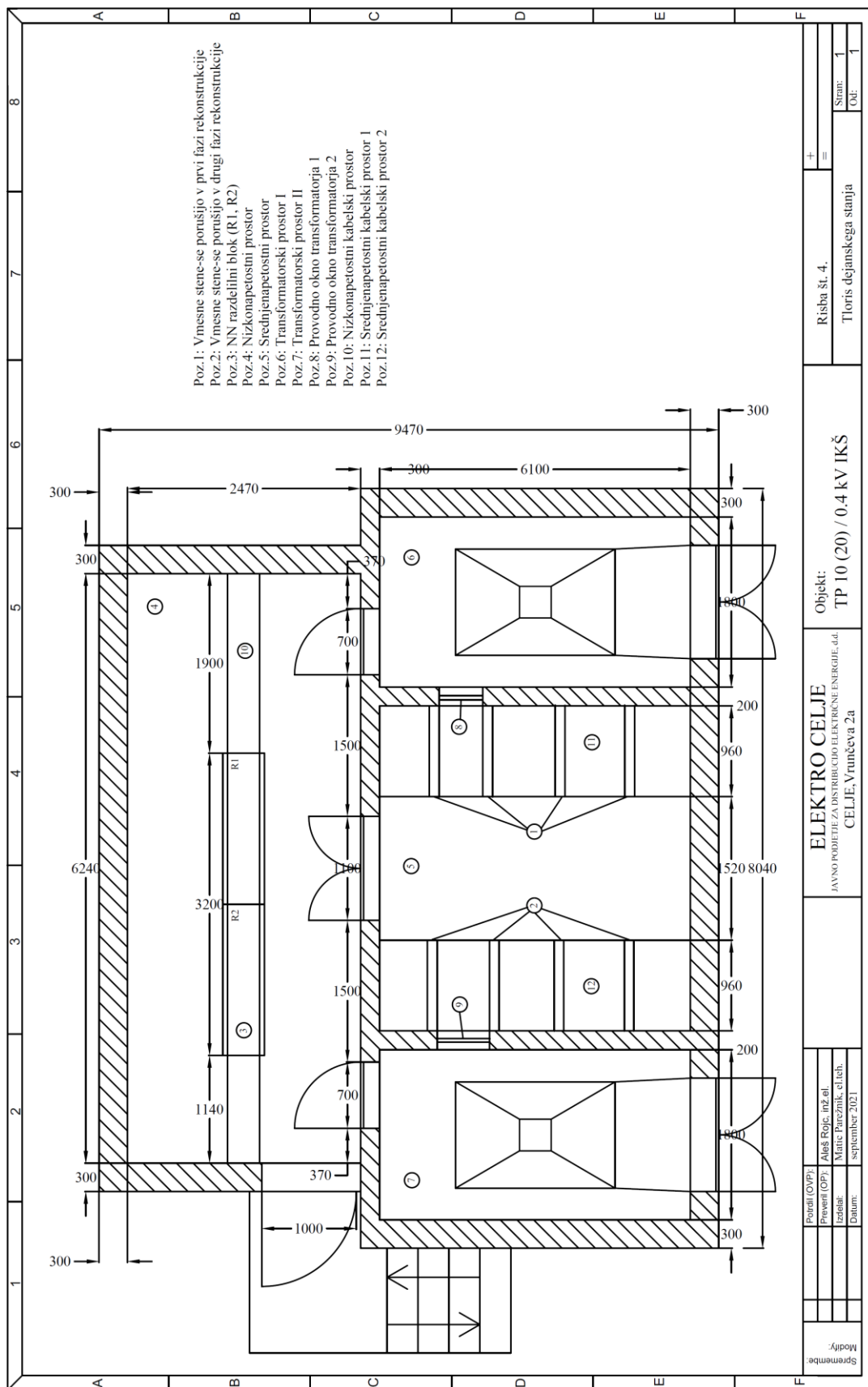
Priloga 12: Enočrtna shema mesta Celje – predvideno stanje

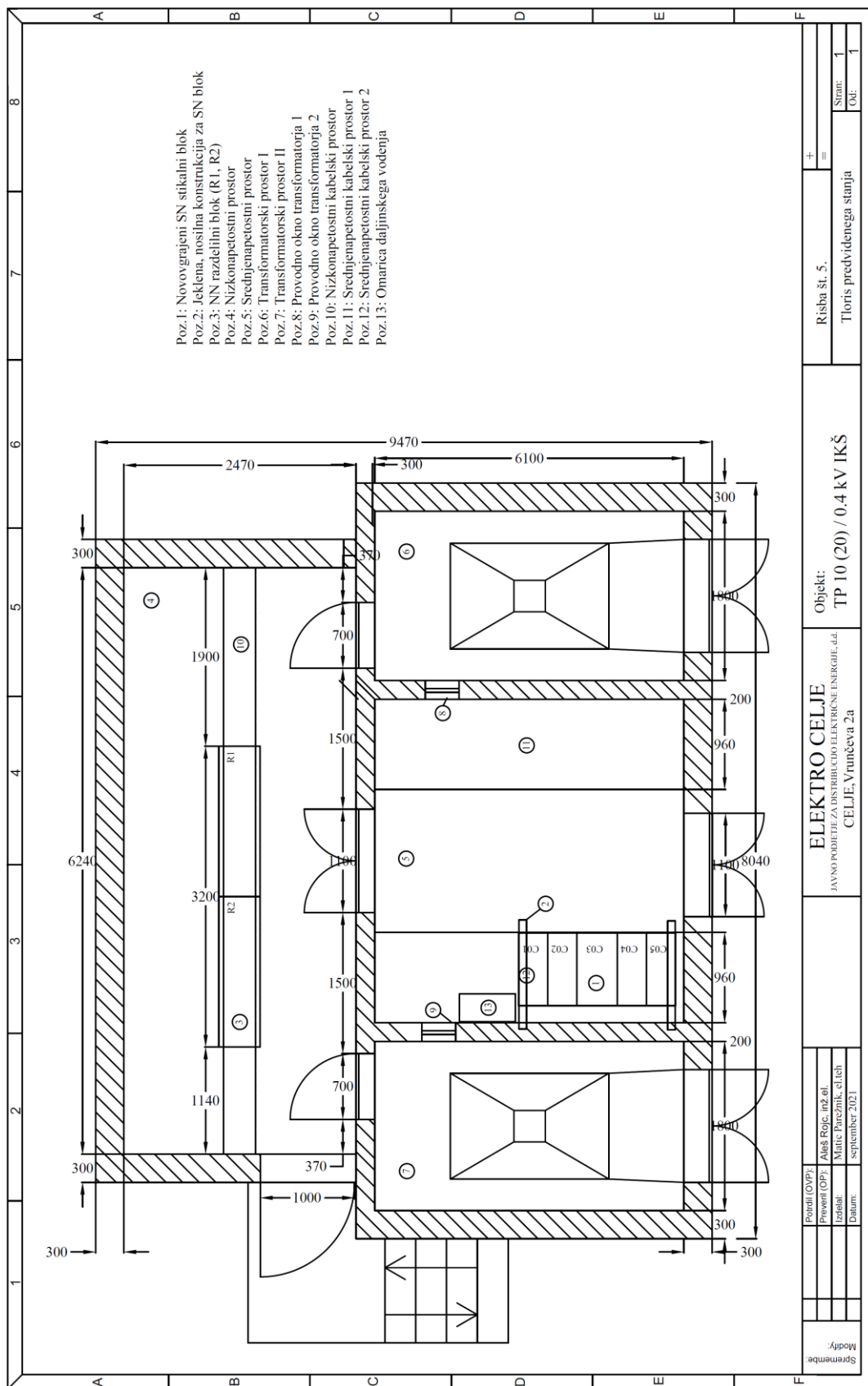


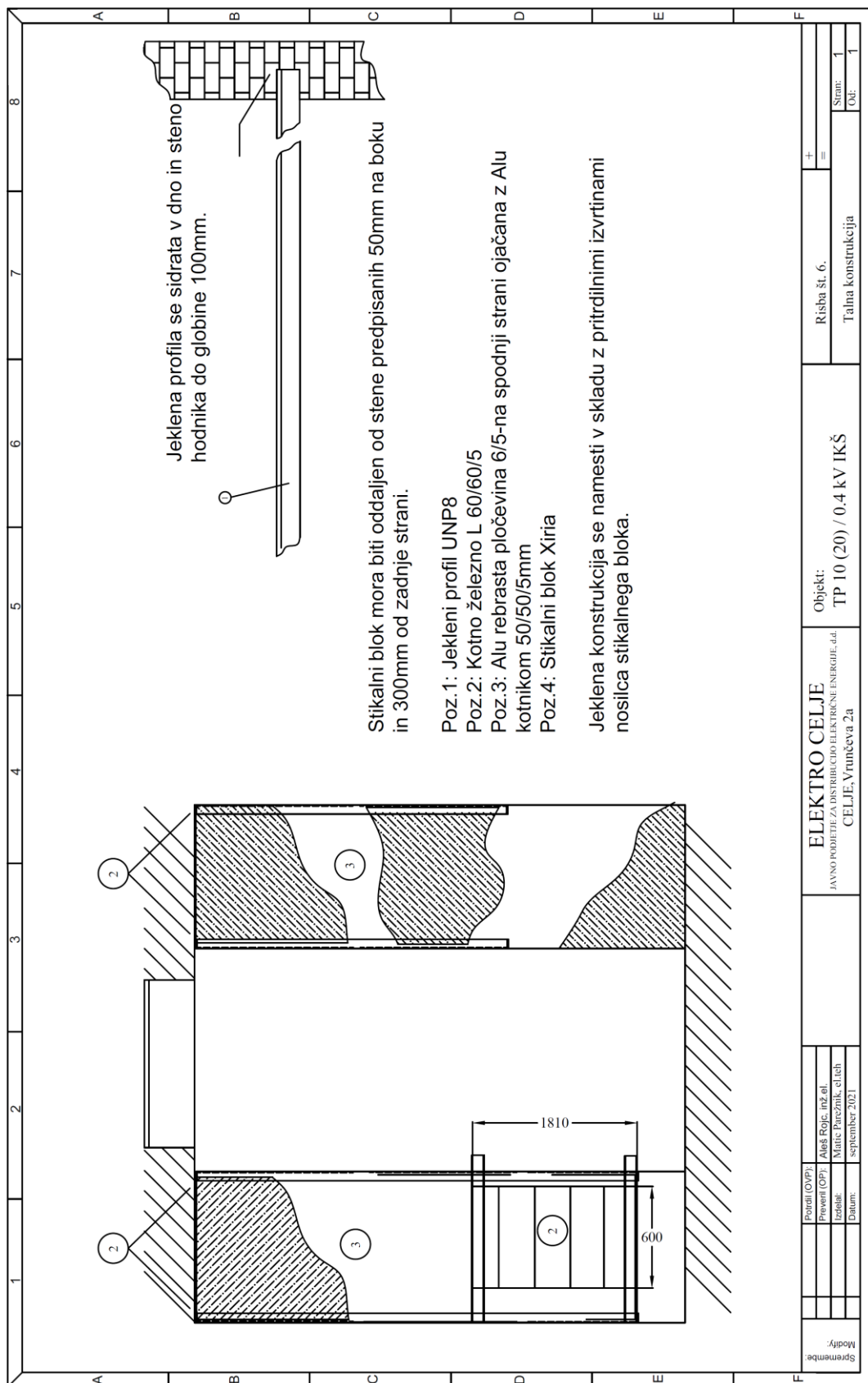
Spremembe:	Proj. št. 1.	Objekt:	TP 10 (20) / 0,4 kV IKŠ	Rišba št. 1.	Stran: 1
	Prerez A-A				
Predelil (OV/P): Projekt (OP): Izdelal: Datum:		ELEKTRO CELJE JAVNO PODJETJE ZA INŽENJERSKO ELEKTRIČNE ENERGIJE, d.d. CELJE, Vrtničeva 2a			
Matic Parežnik, el. inž. Matic Parežnik, el. inž. september 2021					

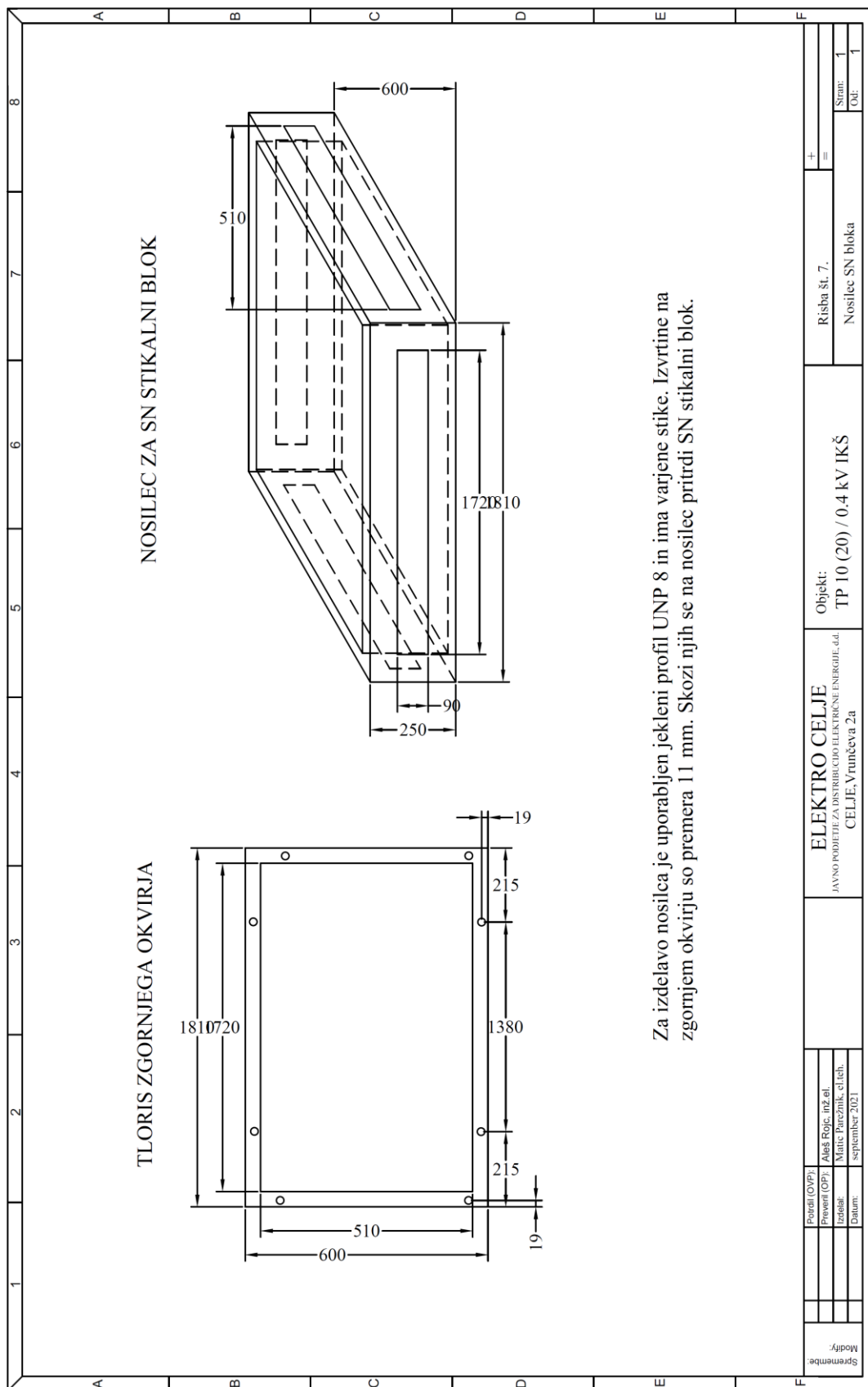


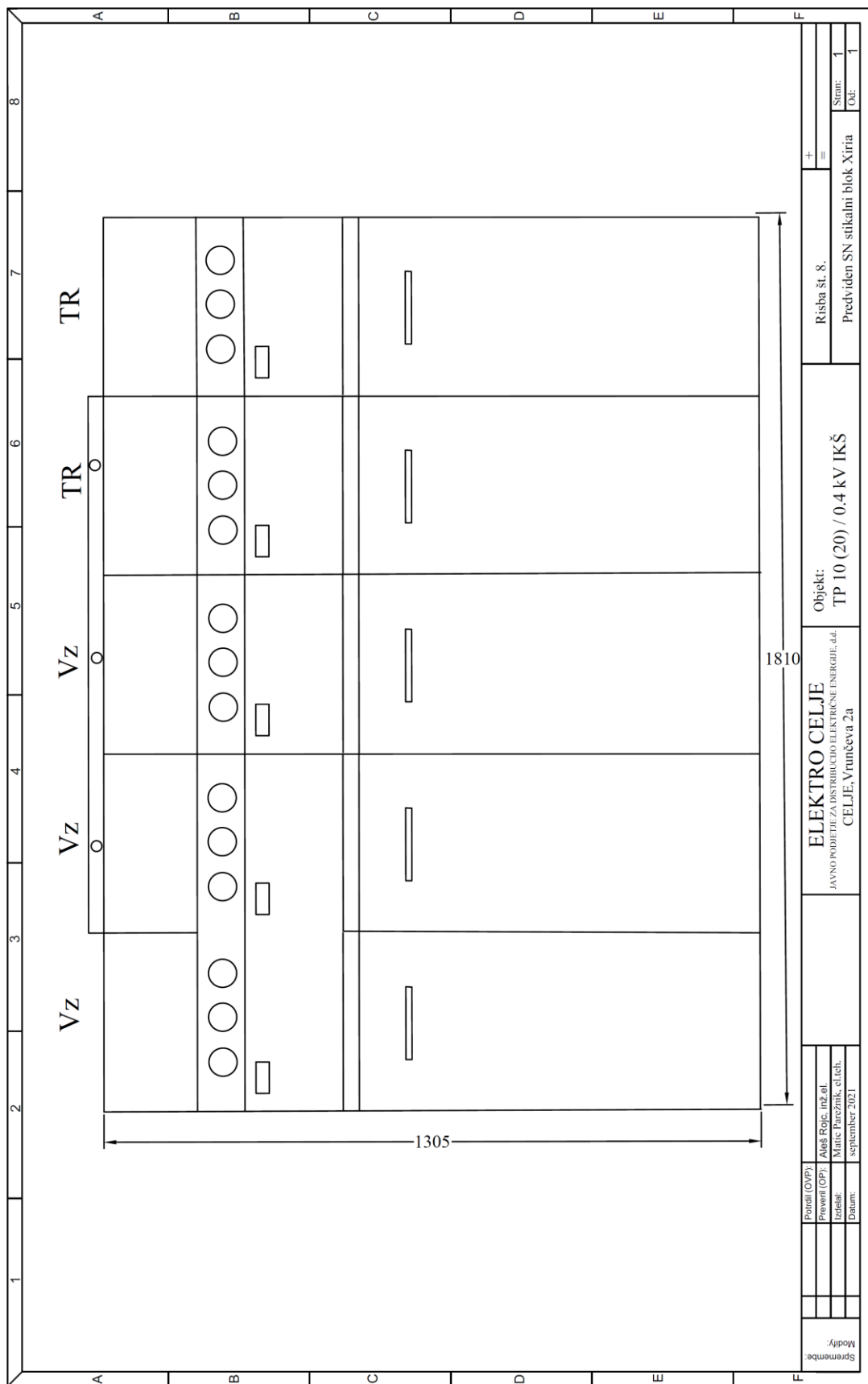
Spremembe	Modifi:	Poredil (OVPI):	Datum:	Objekt:	Risba št. 3.	Stran: 1	OUI: 1
		Preveril (OP):					
		Izdal:		ELEKTRO CELJE			
		Matic Parežnik, el.teh.		JAVNO PODJETJE ZA DISTRIBUCIJO ELEKTRICNE ENERGIJE, d.d.			
		september 2021		CELJE, Vrtničeva 2a			

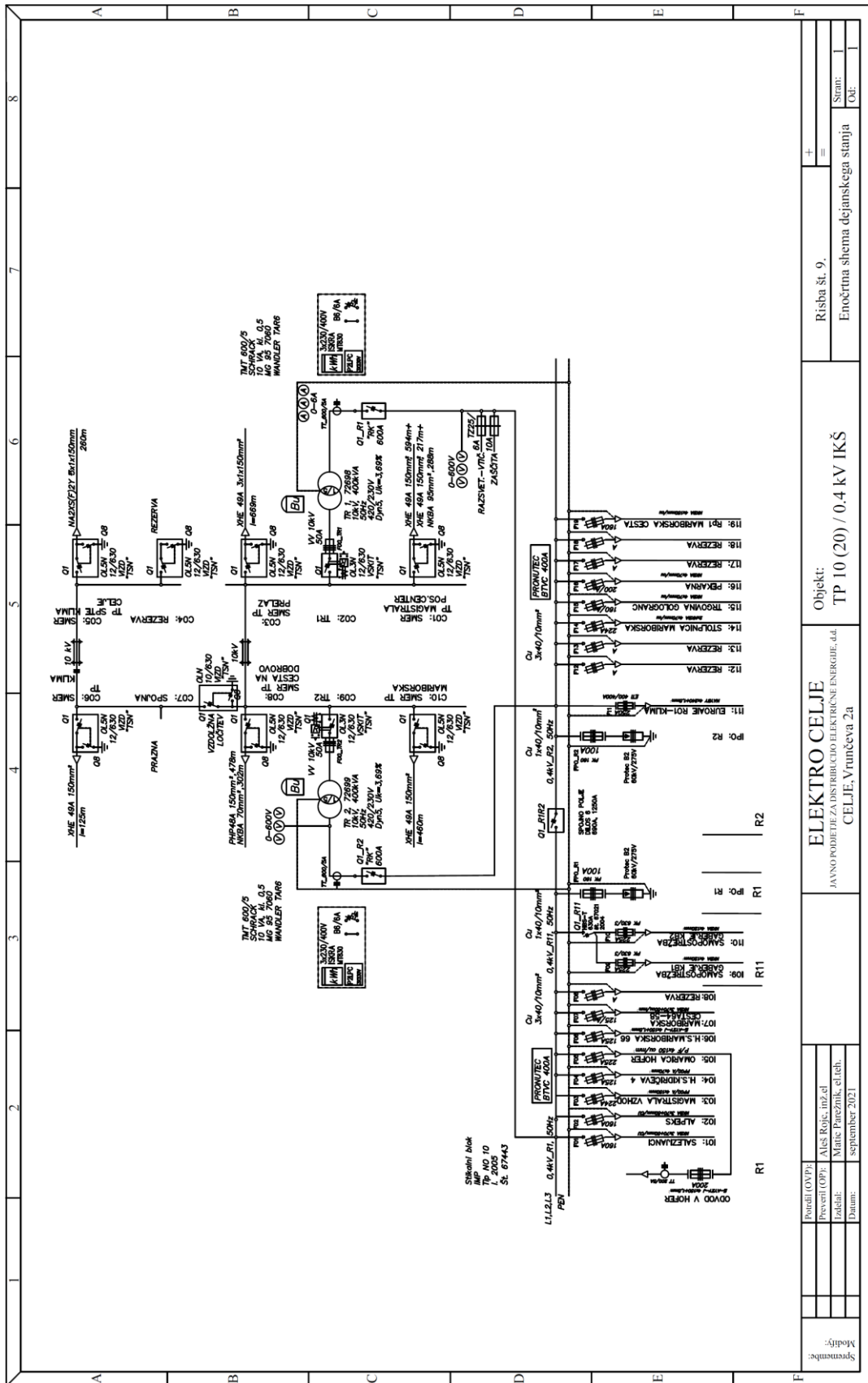










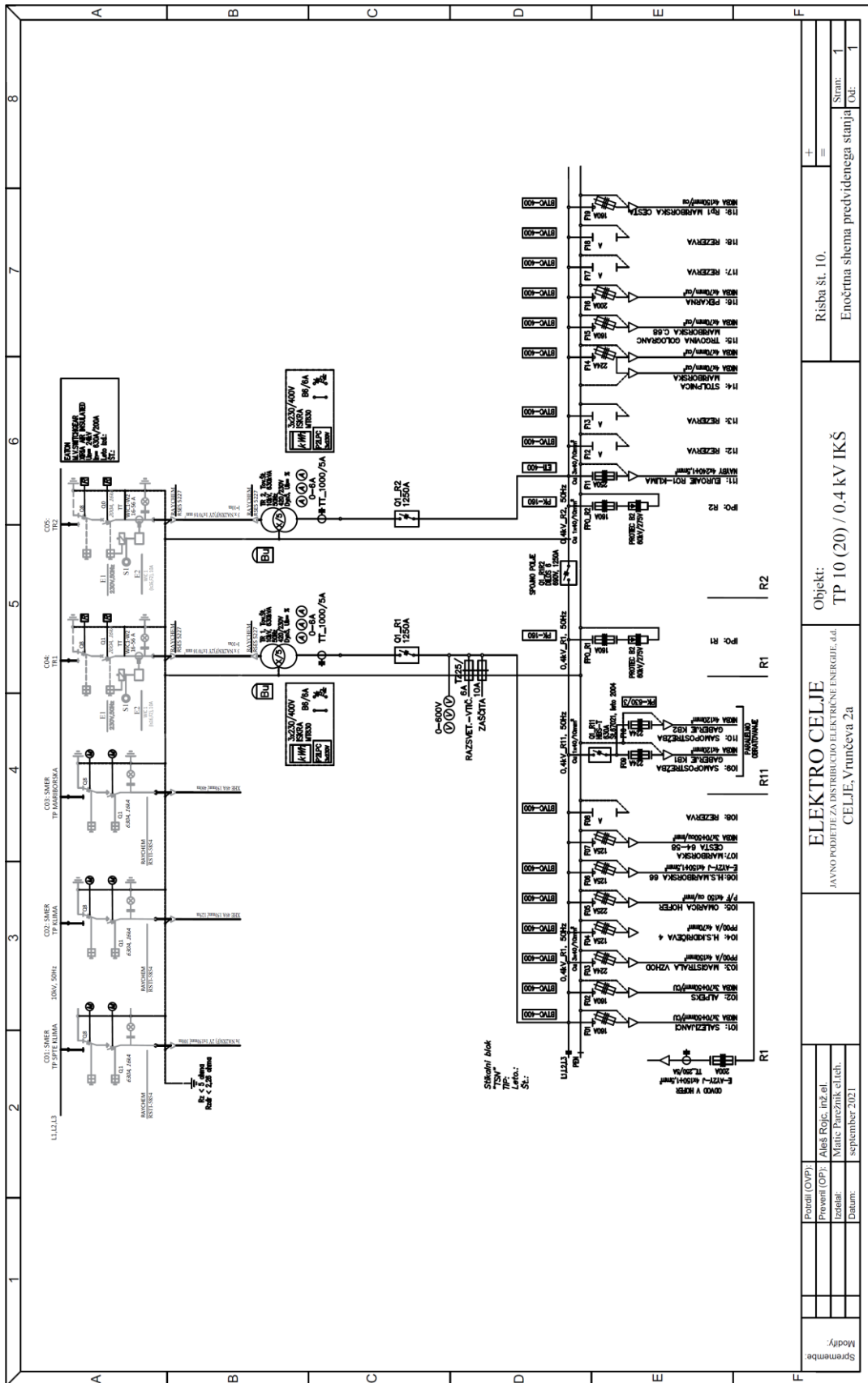


Risba št. 9.
 Enočrtna shema dejanskega stanja

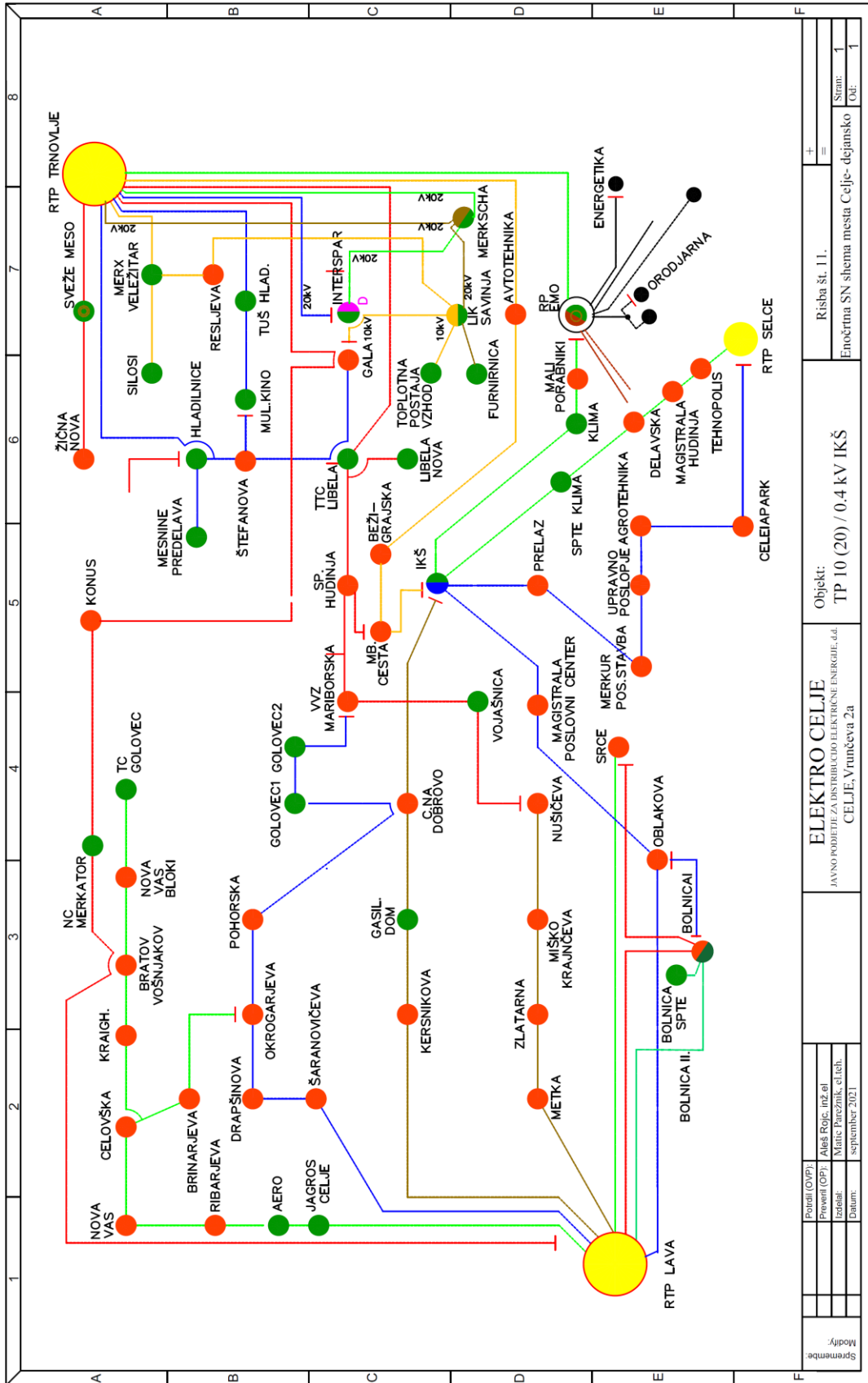
Objekt:
 TP 10 (20) / 0.4 kV IKŠ

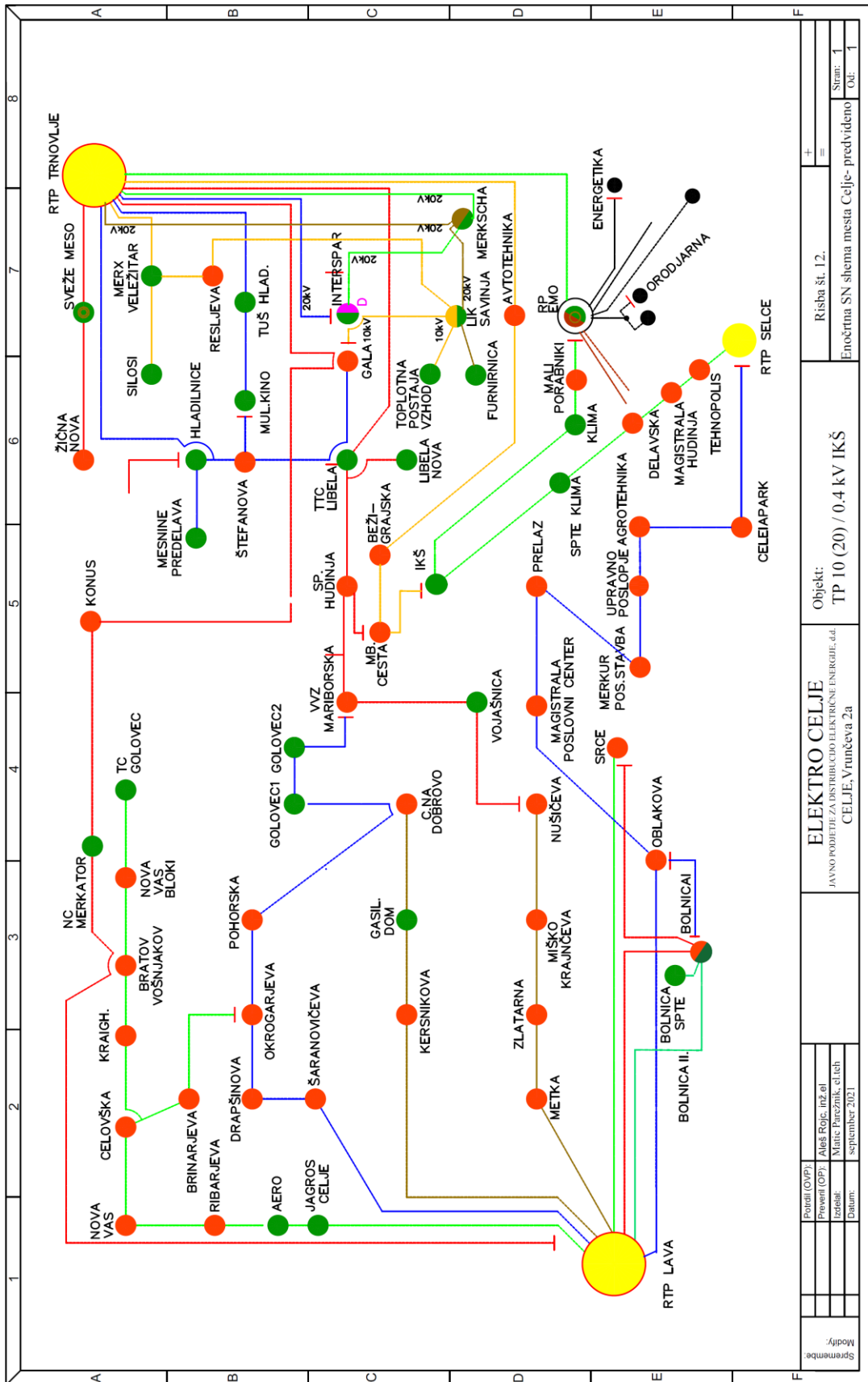
ELEKTRO CELJE
 JAVNO PODDEJE ZA DISTRIBUCIJO ELEKTRIČNE ENERGIJE, d.o.o.
 CELJE, Vrtničeva 2a

Škema: _____
 Očrta: _____



Spremenilci:		Datum:	
Prevent (GP):	Jabč Rojč: inž.el.	september 2021	
Iskalci:	Matic Parežnik el.tch.		
Objekt:		Risba št. 10.	
ELEKTRO CELJE		Enočrtna shema predvidenega stanja	
JAVNO PODJETJE ZA DISTRIBUCIJO ELEKTRICNE ENERGIJE, d.d.		Stran: 1	
TP 10 (20) / 0.4 kV IKŠ		Ost: 1	
CELJE, Vrutčeva 2a			





Spremembe:		Datum: september 2021	
Izdelal: Matic Parežnik, el.teh		Datum: september 2021	
Preveril (OP): Aleš Rojč, inž. el.		Datum: september 2021	
Podatki (OVP):		Datum: september 2021	
ELEKTRO CELJE			
JAVNO PODELEŽE ZA DISTRIBUCIJO ELEKTRICNE ENERGIJE, d.d.			
CELJE, Vrtniceva 2a			
Objekt:		TP 10 (20) / 0.4 kV IKŠ	
Rišba št. 1.2.		Enočna SN shema mesta Celje - predvideno	
Stran: 1		Oč: 1	

