

SŽ - projektivno podjetje Ljubljana d.d.
projektiranje, inženiring, svetovanje
Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana
tel.: 01/ 300 76 00, fax.: 01/ 300 76 36

1 NASLOVNA STRAN S KLJUČNIMI PODATKI O NAČRTU

Načrt:

4/2 ENP KRANJ – zamenjava usmerniških agregatov

Investitor:



Republika Slovenija, Ministrstvo za infrastrukturo
Direkcija RS za infrastrukturo
Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana

Objekt/Projekt

**IZVEDBENI NAČRT ZA NADGRADNJO GLAVNE
ŽELEZNIŠKE PROGE ŠT. 20 NA ODSEKIH KRANJ-
LESCE BLED IN LESCE BLED-JESENICE TER
PROGOVNO KABLIANJE NA ŽELEZNIŠKI PROGI
ŠT. 20
– ODSEK KRANJ-PODNART**

Vrsta projektne dokumentacije:

IZVEDBENI NAČRT

Za gradnjo:

VZDRŽEVALNA DELA V JAVNO KORIST

Projektant:

SŽ – Projektivno podjetje Ljubljana d.d.
projektiranje, inženiring, svetovanje
Ukmarjeva ulica 6, 1000 Ljubljana

Odgovorni predstavnik projektanta:

Edmund Škerbec,
univ. dipl. inž. grad.

Podpis:



Odgovorni projektant:

Mitja Žerjav,
dipl. inž. el.
E-1960

Podpis:

MITJA ŽERJAV
dipl. inž. el.
IZS E-1960

Številka načrta:

3684/KP_4/2

Številka projekta:

3684/KP

Kraj in datum:

Ljubljana, april 2019

Popravljen po pregledu:

Ljubljana, julij 2019

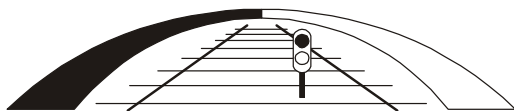
Odgovorni vodja projekta:

Gregor Rakar,
univ. dipl. inž. grad.
G-2912

Podpis:

GREGOR RAKAR
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-2912

ZG20	0108	007.2213	S.1	
-------------	-------------	-----------------	------------	--



sž - projektivno podjetje ljubljana d.d.

projektiranje, inženiring, svetovanje

Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana

tel.: 01/ 300 76 00, fax.: 01/ 300 76 36

2 KAZALO VSEBINE NAČRTA

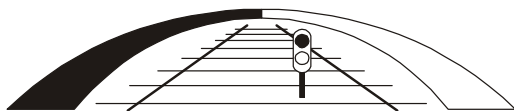
1	Naslovna stran	S.1
2	Kazalo vsebine načrta	S.3.2
3	Izjava odgovornega projektanta načrta	S.5.1
4	Tehnični opis	T.1
	4.1 Tehnično poročilo	T.1.1
	4.2 Tehnične priloge	T.1.3
	4.3 Popis del s predizmerami	T.2.1
	4.4 Projektantski predračun	T.2.2

ZG20

0108

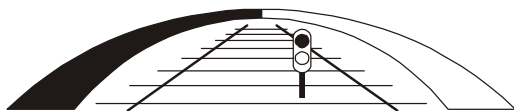
007.2213

S.3.2



5	Risbe:	
	1. Enopolna shema	G.055
	2. Presek vodnikov glavnih energetskih tokokrogov	G.056
	3. Blok shema električnih povezav in upravljanje usmerniške skupine 1	G.057
	4. Blok shema električnih povezav in upravljanje usmerniške skupine 2	G.058
	5. Razporeditev naprav – pritličje	G.020
	6. Razporeditev naprav – pritličje in nadstropje, rez A-A	G.031
	7. Razporeditev naprav usmerniških skupin – pritličje, rez B-B	G.032
	8. Potek zbiralnic med usmernikom in transformatorjem – pritličje	G.022
	9. Potek zbiralnic med usmernikom, transformatorjem in 20 kV celico – pritličje in nadstropje, rez A-A	G.033
	10. Potek zbiralnic med skoznjiki in priključki usmernika, rez B-B	G.034
	11. Potek zbiralnic in kablov pozitivnega pola usmernikov s priključki na dušilko - pritličje	G.023
	12. Potek zbiralnic in kablov pozitivnega pola usmernikov s priključki na dušilko – rez B-B	G.035
	13. Priključitev kablov pozitivnega pola usmernika na skupne 3 kV zbiralnice – pogled spredaj	G.036
	14. Priključitev negativnega pola usmernikov na zbiralnice povratnega voda - pritličje	G.024
	15. Priključitev negativnega pola usmernikov na zbiralnice povratnega voda – rez A-A	G.037
	16. Priključitev negativnega pola usmernikov na zbiralnice povratnega voda – rez B-B	G.038
	17. Priključitev napetostnih in tokovnih merilnih pretvornikov za meritve enosmerne napetosti in enosmernega toka usmernika – pogled spredaj	G.039
	18. Priključitev napetostnega merilnega pretvornika za meritev enosmerne napetosti usmernika – stranski pogled	G.040

ZG20	0108	007.2213	S.3.2	
-------------	-------------	-----------------	--------------	--



3 IZJAVA ODGOVORNEGA PROJEKTANTA

Odgovorni projektant načrta 4/2

MITJA ŽERJAV, dipl. inž. el.

V skladu s 7. točko 27. člena Pravilnika o pogojih in postopku za začetek, izvajanje in dokončanje tekočega in investicijskega vzdrževanja ter vzdrževalnih del v javno korist na področju železniške infrastrukture (Ur. l. RS, št. 82/2006),

IZJAVLJAM,

1. da je načrt št. **3684/KP_4/2 »ENP KRANJ – zamenjava usmerniških agregatov«** skladen z veljavnimi prostorskimi akti in projektno nalogo,
2. da predmetni izvedbeni načrt izpolnjuje vse pogoje interoperabilnosti podane v tehnični specifikaciji za interoperabilnost vseevropskega železniškega sistema za konvencionalne hitrosti v zvezi
 - z »infrastrukturnim podsistemom« TSI – 2014/1299/EU z dne 12. 12. 2014
 - s »funkcionalno oviranimi osebami« TSI – 2014/1300/EU z dne 12. 12. 2014
 - z »energijskim« podsistemom« TSI – 2014/1301/EU z dne 12. 12. 2014s podsistemom »Vodenje-upravljanje in signalizacija ob progi« TSI – 2012/88/EU z dne 25. 01. 2012

3684/KP_4/2

(št. načrta)

Mitja Žerjav, dipl. inž. el., E-1960

(ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska št.)

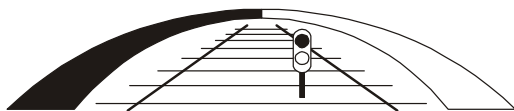
Ljubljana, april 2019

(kraj in datum izdelave)

MITJA ŽERJAV
dipl.inž.el.
128 E-1960

(osebni žig podpis)

ZG20	0108	007.2213	S.5.1	
-------------	-------------	-----------------	--------------	--



sž - projektivno podjetje ljubljana d.d.

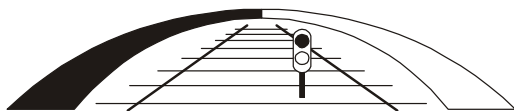
projektiranje, inženiring, svetovanje

Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana

tel.: 01/ 300 76 00, fax.: 01/ 300 76 36

4 TEHNIČNI OPIS

ZG20	0108	007.2213	T.1	
-------------	-------------	-----------------	------------	--



sž - projektivno podjetje ljubljana d.d.

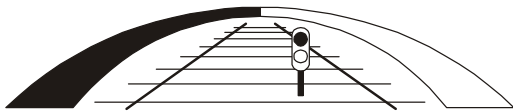
projektiranje, inženiring, svetovanje

Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana

tel.: 01/ 300 76 00, fax.: 01/ 300 76 36

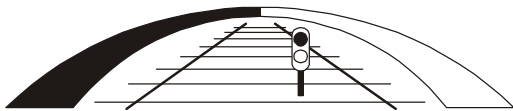
4.1 TEHNIČNO POROČILO

ZG20	0108	007.2213	T.1.1	
-------------	-------------	-----------------	--------------	--



Vsebina

1	PREDMET IZVEDBENEGA NAČRTA	2
2	KRATEK OPIS OBSTOJEČEGA STANJA IN PREDVIDENI OBSEG ZAMENJAV	2
2.1	Obstoječe stanje.....	2
2.2	Predvideni obseg zamenjave	3
3	TEHNIČNI IZRAČUNI ZA DIMENZIONIRANJE IN IZBIRO OPREME	4
3.1	Pretvorbeni faktorji in izračun nazivnih vrednosti usmerniškega agregata	4
3.2	Kontrola preseka obstoječih VN povezav usmerniškega agregata.....	5
3.2.1	Zbiralnice v pozitivnem in negativnem polu usmernika.....	5
3.2.2	Zbiralnice med sekundarnim navitjem transformatorja in usmernikom	5
3.2.3	Zbiralnice na primarni strani usmerniškega transformatorja	5
3.2.4	Zbiralnice v negativnem polu usmernikov	6
3.2.5	Skupne zbiralnice v celicah izmenične 20 kV in enosmerne 3 kV napetosti	6
4	TOKOVNE OBREMENTITVE PRI KRATKIMI STIKI	7
4.1	Kratek stik na napetostnem nivoju 20 kV	7
4.2	Kratek stik na izmenični strani usmernika	7
4.3	Kratek stik na enosmerni strani usmernika	8
4.4	Kontrola na termično in dinamično trdnost naprav in vodnikov	11
4.4.1	Kontrola na termično trdnost.....	11
4.4.2	Kontrola na dinamično trdnost	13
5	UPRAVLJANJE Z NOVIMA USMERNIŠKIMA AGREGATOMA	14
6	OPIS NAPRAV, DELOVANJA IN VGRADNJE V PROSTORU	14
6.1	Usmerniški agregat.....	14
6.1.1	Usmerniški transformator (=TR.1+TR.1 in =TR.2+TR.2).....	14
6.1.2	Usmernik (-USM.1 in -USM.2).....	17
6.1.3	Dušilka aperiodičnega filtra (=LD)	18
6.2	Preostale naprave v zvezi z zamenjavo usmerniških agregatov	19
6.2.1	Tokovni zaščitni transformator -T1.....	20
6.2.2	Merilni shunt	20
6.2.3	Tokovni merilni transformator -T1	20
7	SISTEM DALJINSKEGA VODENJA SNEV	21
7.1	Splošni opis.....	21
7.2	Vsebina IZN načrtov za predelavo usmerniške skupine (=W+B1, =W+B2)	21



1 PREDMET IZVEDBENEGA NAČRTA

V ENP Kranj je, skladno s projektno nalogo, predvidena zamenjava dveh obstoječih usmerniških agregatov z dvema novima usmerniškima agregatoma nazivnega enosmernega toka 1500 A na usmernik v serijski vezavi. Usmerjanje napetosti preide iz 6-pulznega na 12-pulzno s srednjo vrednostjo usmerjene napetosti 3600 V v praznem teku. Za transformatorja usmerniških agregatov se predvidi transformator v suhi izvedbi (AN) z ON LOAD preklopnikom stopenj oz. regulacijo napetosti pod obremenitvijo.

Pri projektiranju usmerniških agregatov se uporabijo enake tipske rešitve, ki so v uporabi v novih ENP na elektrificiranem omrežju Slovenskih železnic.

2 KRATEK OPIS OBSTOJEČEGA STANJA IN PREDVIDENI OBSEG ZAMENJAV

2.1 Obstoječe stanje

ENP Kranj je v obratovanju že od leta 1964. V letu 1977 je bila izvedena zamenjava živosrebrovih agregatov z usmerniškima agregatoma iz silicijevih diod.

Obstoječa usmerniška agregata sta nazivne moči 2454 kVA pri enosmernem nazivnem toku 667 A in usmerjeni napetosti 3680 V v praznem teku. Usmerniški transformator je z enim sekundarnim navitjem za napajanje usmernika z enojnim trifaznim mostičem.

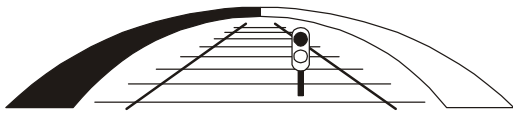
Usmerjanje napetosti je 6-pulzno, z aperiodičnim filtrom za glajenje napetosti na izhodu usmernika.

Aperiodični filter je sestavljen iz skupne kondenzatorske baterije nazivne kapacitivnosti 360 μ F in skupne dušilke nazivne induktivnosti 6 mH. Kondenzatorska baterija je priključena med skupnim pozitivnim in negativnim polom obeh usmernikov, torej je v vzporedni vezavi z usmerniki in porabniki (vlaki). Dušilka je nazivnega toka 1500 A in je povezana v serijo med povratnim vodom in skupnim negativnim polom obeh usmernikov.

Razmerje med 15 minutno konico porabe in nazivno močjo ENP že dosega 97 % tako, da je ENP brez rezerve v moči napajanja vleke v primeru izpada enega usmernika iz obratovanja.

Usmerniški transformator in usmernik sta vgrajena vsak v svojem prostoru v pritličju zgradbe ENP. Med njima je betonski zid z odprtino in vgrajenimi skožnjiki za električno povezavo med transformatorjem in usmernikom. Sekundarno navitje usmerniškega transformatorja in usmernika je v blok vezavi. Povezava med njima je izvedena preko treh skožnjikov s pomočjo ploščatega bakra dimenzij 60x5 mm.

Na primarni strani je usmerniški transformator, s pomočjo bakrenih zbiralnic, priključen na skožnje izolatorje, ki so nameščeni v stropu usmerniškega prostora. Preko skožnjih izolatorjev je izvedena električna povezava transformatorja na 20 kV usmerniško celico v nadstropju zgradbe ENP. Usmerniška celica (=J02 za usmerniški agregat 1 in =J06 za usmerniški agregat 2) povezuje usmerniški transformator na trifazne 20 kV zbiralnice in je v ta namen opremljena z tripolnim ločilnikom Q89, vakuumskim odklopnikom Q52 ter tokovnimi zaščitnimi transformatorji T1 tokovne prestave 100/5 A. V prostoru transformatorja je na vsako fazo priključen po en odvodnik prenapetosti nazivne vrednosti 21 kV/10 kA.



Pozitivni pol usmernika je s pomočjo bakrenih zbiralnic dimenzij 60 x 10 mm in enopolnega ločilnika Q89/C priključen na skupne zbiralnice napajalnih linij.

Negativni pol usmernika je s pomočjo bakrenih zbiralnic dimenzij 60 x 10 mm in enopolnega ločilnika Q89/n priključen na skupno zbiralnico v celici dušilke, ki je nameščena v mednadstropju. Povezava dušilke na tirnice povratnega voda je izvedena s pomočjo NN kablov.

Znotraj prostora posameznega usmernika je vgrajena naslednja oprema:

- enopolni ločilnik Q89N v negativnem polu (pogon ločilnika je na strani hodnika),
- kabel med usmernikom in enopolnim ločilnikom Q89N,
- bakrena zbiralnica med enopolnim ločilnikom Q89N in dušilko v mednadstropju,
- kabel med usmernikom in zbiralnico pozitivnega pola,
- bakrena zbiralnica pozitivnega pola usmernika
- shunt 1500A/60 mV, ki je vgrajen v zbiralnici negativnega pola za merjenje enosmernega toka,
- tokovni in merilni pretvornik za meritve enosmernega toka in napetosti usmernika,
- krmilna omarica elektromotornega pogona ločilnika Q89N,
- magnetni senzor ozemljilnega releja -64,
- elektronski del releja -64, ki je nameščen v zaščitni ograji,
- mikrostikalo na vratih zaščitne ograje za vstop v usmerniški prostor.

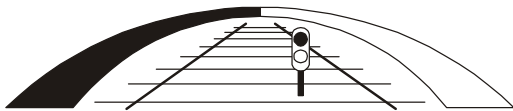
2.2 Predvideni obseg zamenjave

Obseg zamenjav usmerniških agregatov zajema:

- zamenjavo obeh usmerniških transformatorjev, ki sta v oljni izvedbi z močnejšima v suhi izvedbi in dvema sekundarnima navitjema za 12-pulzno usmerjanje napetosti,
- zamenjavo obeh usmernikov z usmernikom z dvojnimi trifaznimi mostičem, v serijski vezavi, za 12-pulzno usmerjanje napetosti in nazivnim tokom 1500 A na usmernik,
- v 20 kV usmerniških celicah =J02 in =J06 se tokovna zaščitna transformatorja 100/5 A nadomestita z novima tokovne prestave 200/5 A,
- pri usmernikih se obstoječi shunt 1500A/60 mV nadomesti z novim 2000A/60 mV,
- bakrene zbiralnice na primarnih in sekundarnih priključkih usmerniškega transformatorja, skupaj s skoznjiki za povezavo transformatorja na usmernik, se nadomestijo z novimi bakrenimi zbiralnicami in novimi skoznjiki, čigar presek ustreza povečanim tokovnim obremenitvam,
- bakrene zbiralnice, ki povezujejo pozitivni pol usmernika na skupno zbiralnico napajalnih linij, kakor tudi bakrene zbiralnice, ki negativni pol usmernika povezujejo na povratni vod se odstranijo in nadomestijo z VN kabelskimi povezavami,
- bakrena zračna dušilka se odstrani iz celice v mednadstropju, skupaj s kabli povratnega voda, skupno bakreno zbiralnico in tiristorsko zaščitno napravo, slednja se prestavi na eno izmed dušilk usmernika,
- namesto skupne bakrene zračne dušilke se v pozitivni pol posameznega usmernika, znotraj usmerniškega prostora, vgradi aluminijasta dušilka nazivnega toka 1500 A in nazivne induktivnosti 4 mH, dodatno se v prostor enega od usmernikov dogradi nova tiristorska naprava.

Preostala oprema in naprave usmerniških agregatov, ki so našteje v točki 2.1, se ne zamenjujejo in ostane v obratovanju še naprej.

Zaradi povečanja nazivne instalirane moči ENP iz 2 x 2454 kVA na 2 x 5400 kVA se poveča tudi priključna moč iz 4000 kW na 7000 kW. V skladu s povečano instalirano in priključno močjo je Elektro Gorenjska izdala Soglasje za priključitev (št. 625146 z dne 16.11.2019) po katerem



se obstoječi tokovni merilni transformatorji, tokovne prestave 2x150/5/5 A, zamenjajo z novimi tokovne prestave 2x200/5/5 A. Zamenjata se tudi po en kos zaščitnih tokovnih merilnih transformatorjev v vsaki usmerniški celici, 200/5 A. Po istem soglasju se, v merilni omari =W+Q, zamenjata oba števca za registracijo porabe električne energije.

Zaradi zamenjave usmerniških agregatov se spremeni tudi enopolna shema ENP. Nova enopolna shema je prikazana na risbi št. 1 tega načrta. Enopolna shema je dopolnjena z dvema ozemljilnima stikaloma –Q1T in –Q2T za ozemljitev vozne mreže. Ozemljilna stikala sta predmet načrta 4/4, ki je sestavni del istega projekta kot ta načrt. Na enopolni shemi je prikazano zunanje 3 kV stikališče v katerem sta le zvezni stikali –Q3 in –Q4. Odsekovna stikala –Q1, -Q2, -Q31 in –Q32 so predstavljena v celice napajalnih linij v pritličju zgradbe ENP. Prestavitev odsekovnih stikal v notranjost zgradbe ENP je predmet načrta 4/3, predelava zunanjega stikališča pa je predmet načrta 4/6. Oba načrta sta sestavni del istega projekta kot ta načrt.

3 TEHNIČNI IZRAČUNI ZA DIMENZIONIRANJE IN IZBIRO OPREME

3.1 Pretvorbeni faktorji in izračun nazivnih vrednosti usmerniškega agregata

V tabeli 3.1 so podani pretvorbeni faktorji ter nazivne vrednosti tokov, napetosti in moči usmerniškega transformatorja in usmernika, ki so izračunane upoštevajoč zahteve iz projektne naloge naročnika.

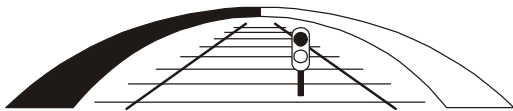
Usmerniška vezava in število pulzov - serijska 12-pulzna*		Pretvorbeni faktorji	
Standardi		SIST EN 50327 SIST EN 50328 SIST EN 50329	Izračunane nazivne vrednosti
Izmenična napetost na sekundarnih navitjih oz. na izmenični strani usmernika	$\frac{U_{dio}}{U_{VO}}$	$\frac{6 \cdot \sqrt{2}}{\pi} = 2,701$	$U_{VO} = 1332 \text{ V}$
Primarni tok usmerniškega transformatorja	$\frac{I_L}{I_{dN}}$	$(1 + \frac{1}{\sqrt{3}}) \cdot N$ $= 1,578 \cdot N$	$I_L = 157,58 \text{ A}$
Izmenični tok na strani ventilov usmernika (= sekundarni tok transformatorja Is)	$\frac{I_V}{I_{dN}}$	$\sqrt{2/3} = 0,816$	$I_V = 1224 \text{ A}$
Idealna moč na primarnih priključkih transformatorja	$\frac{S_{LI}}{P_{dio}}$	1,01	$S_{LI} = 5454 \text{ kVA}$
Idealna moč na vhodu ventilov (moč posameznega sekundarnega navitja)	$\frac{S_V}{P_{dio}}$	$\frac{1}{2} \cdot \frac{\pi}{3} = \frac{1}{2} \cdot 1,05$	$S_{V12}=S_{V13} = 2835 \text{ kVA}$
$U_{dio} = 3600 \text{ V}$ zahtevano projektne naloge, srednja vrednost usmerjene napetosti (prazen. tek) $I_{dN} = 1500 \text{ A}$ zahtevano projektne naloge, nazivni enosmerni tok usmernika * zahteva projektne naloge, $N = U_{VO}/U_L$ prestavno razmerje usmerniškega transformatorja $1,332/20 = 0,0666$ $P_{dio} = U_{dio} \cdot I_{dN} = 3600 \times 1500 = 5400 \text{ kVA}$			

Tabela 3.1: Pretvorbeni faktorji in nazivni električni parametri usmerniške skupin

Usmerniški transformator in usmernik sta v blok vezavi in sta lahko obremenjena, skladno standardu EN 50329, razred VI tabela A.1, ter standardu SIST EN 50328 tabele 5.:

- 100 % trajno, 150 % za 2 uri, 300 % za 1 minuto.

Upoštevaje navedeni razred obremenitve so v tabeli 3.2, podane tokovne vrednosti na izmenični in enosmerni strani usmerniškega agregata.



	Trajna obremenitev (A) (∞)	Dvourni obremenitev (A) 2 uri	Enominutna obremenitev (A) 1 minuta
Primarna stran transformatorja	157,58	236,37	472,74
Sekundarna stran transformatorja	1224	1836	3672
Enosmerna stran usmernika	1500	2250	4500

Tabela 3.2: Dovoljene tokovne obremenitve usmerniške skupine po razredu VI.

Za tokovno dimenzioniranje naprav in VN povezav usmerniškega agregata se upoštevajo dvourni tokovi, ki so v tabeli 3.2 označene krepko.

3.2 Kontrola preseka obstoječih VN povezav usmerniškega agregata

3.2.1 Zbiralnice v pozitivnem in negativnem polu usmernika

Obstoječe zbiralnice so enojne iz ploščatega bakra dimenzij 60 x 10 mm in so pobarvane. Zbiralnice so lahko trajno obremenjene s tokom 1230 A, kar je manj od dvournega toka, ki znaša 2250 A in so neustrezne. Ker so zbiralnice potrebne zamenjave se, v dogovoru z upraviteljem, te bodo nadomestile s kabli. Za vsak pol usmernika so predvideni po trije enožilni bakreni kabli tip N2XS 6/10 kV, 300 mm² »Waskonig+Walter«. Kabli bodo položeni v zraku v horizontalni razporeditvi. Po podatkih proizvajalca navedeni kabel, s predvidenim načinom polaganja in pri temperaturi okolice +30 °C, je lahko trajno obremenjen s tokom 831 A, kar skupaj zneso 2493 A. Razmerje med dvournim tokom usmernika in skupnim tokom kablov znaša $2250/2493 = 0,9$, pri nazivnem toku usmernika pa $1500/2493 = 0,6$, kar predstavlja skupni korekcijski faktor za polaganje kablov.

3.2.2 Zbiralnice med sekundarnim navitjem transformatorja in usmernikom

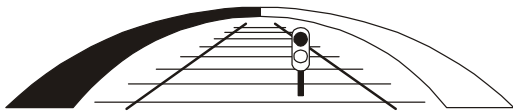
Ker je novi transformator z dvema sekundarnima navitjema in usmernik z dvojnimi trifaznimi mostiči, obstoječe zbiralnice, skupaj s skoznjiki so neustrezne ter se nadomestijo z novimi zbiralnicami in skoznjiki.

Povezava med sekundarnima navitjema in usmernikom se izvede s 6-imi zbiralnica iz ploščatega pobarvanega bakra dimenzij 100 x 10 mm, ki so lahko trajno obremenjene s tokom 1810 A, pri temperaturi okolice +35 °C in temperaturi vodnika +65 °C (Tehnični priročnik »Končar«, 1991; stran 800, tabela 1). Tokovna zmogljivost je za malenkost po dvournim tokom, ki znaša 1836 A (tabela 2 tega poročila) vendar so izbrane zbiralnice ustrezne ker gre za zanemarljivo razliko, ki je pod 1,5 %.

Za prehod zbiralnic iz prostora usmerniškega transformatorja v prostor usmernika se uporabi 12 skoznjikov nazivnega toka 1250 A/skoznjik in sicer po dva skoznjika v vzporedni povezavi tako, da je skupni tok po fazi 2500 A, kar je več od 1836 A dvournega sekundarnega toka.

3.2.3 Zbiralnice na primarni strani usmerniškega transformatorja

Od primarnih priključkov transformatorja do skoznjikov v stropu in naprej do tokovnih zaščitnih transformatorjev so zbiralnice iz okroglega polnega bakra premera ϕ 10 mm. Tokovno so lahko trajno obremenjene s tokom 243 A pri temperaturi okolice +35 °C in temperaturi vodnika +65 °C (Tehnični priročnik »Končar«, 1991; stran 800, tabela 3) in so glede na dovoljeni dvourni tok ustrezne. Ne glede na tokovno ustreznost del zbiralnic od primarnih priključkov do skoznjikov v stropu bo potrebno ali ustrezno podaljšati z enakimi ali jih v celoti zamenjati z zbiralnicami iz ploščatega bakra dimenzij 40 x 5 mm. Navede zbiralnice so lahko trajno



obremenjene s tokom 573 A pri temperaturi okolice +35 °C in temperaturi vodnika +65 °C (Tehnični priročnik »Končar«, 1991; stran 800, tabela 1). Tokovna zmogljivost je precej nad vrednostjo dvournega toka, toda zaradi zdržnosti mehanske obremenitve (dinamična zdržnost pri kratkem stiku) se ne priporoča manjši presek ploščatega bakra. Enako velja tudi za zbiralnice med skoznjiki v stropu in tokovnimi zaščitnimi transformatorji, ker se tudi ti zamenjujejo.

3.2.4 Zbiralnice v negativnem polu usmernikov

Za negativni pol posameznega usmernika je predvidena ločena zbiralnica, ki se namesti v prezračevalni kanal pod usmerniki. Zbiralnica je iz ploščatega bakra dimenzij 120 x 10 mm in je lahko trajno obremenjena s tokom 2300 A pri temperaturi okolice +35 °C in temperaturi vodnika +65 °C (Tehnični priročnik »Končar«, 1991; stran 800, tabela 1), kar je več od dovoljenega dvournega toka usmernika, ki znaša 2250 A (tabela 3.2 tega poročila)

3.2.5 Skupne zbiralnice v celicah izmenične 20 kV in enosmerne 3 kV napetosti

Skupne zbiralnice, na obeh napetostnih nivojih, se tokovno dimenzionirajo na skupni nazivni tok obeh usmerniških agregatov. Dovoljena dvourna preobremenitev enega usmerniškega agregata služi kot rezerva za napajanje vleke v primeru izpada ali izklopa drugega usmerniškega agregata iz obratovanja. Zardi tega se naprave in VN energetske vodi pri enem usmerniškem agregatu tokovno dimenzionirajo na dovoljeni dvourni tok.

Skupne zbiralnice v 20 kV-nih celicah

Zbiralnice so iz polnega okroglega bakra premera ϕ 16 mm in so pobarvane. Tokovno so lahko obremenjene s trajnim tokom 464 A pri temperaturi okolice +35 °C in temperaturi vodnika +65 °C (Tehnični priročnik »Končar«, 1991; stran 800, tabela 3), kar je nad skupnim nazivnim primarnim tokom obeh usmerniških transformatorjev. Obstoječe zbiralnice se ne zamenjujejo.

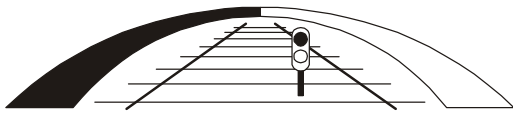
Zbiralnice v 20 kV merilnih celicah =J01 in =J07

Merilne celice so na skupne zbiralnice priključene s pomočjo zbiralnic iz okroglega bakra polnega prereza ϕ 10 mm. Tokovno so lahko trajno obremenjene s tokom 243 A pri temperaturi okolice +35 °C in temperaturi vodnika +65 °C (Tehnični priročnik »Končar«, 1991; stran 800, tabela 3) in so glede na dovoljeni dvourni tok neustrezne. Zbiralnice so tokovno obremenjene s skupnim primarnim tokom obeh usmerniških transformatorjev, ki pri nazivni obremenitvi znaša 315,16 A. Zaradi tega jih je potrebno zamenjati bodisi s zbiralnicami enakega prereza kot so skupne ali zbiralnicami iz ploščatega bakra dimenzij 40 x 5 mm.

Skupne zbiralnice 3 kV napajalnih linij

Obstoječe zbiralnice so dvojne iz ploščatega bakra dimenzij 2 x 60 x 10 mm in so pobarvane. Po tabeli 1, citiranega priročnika, so lahko trajno obremenjene s tokom 2130 A, kar je manj od skupnega nazivnega enosmernega toka, ki znaša 3000 A. Obstoječe zbiralnice se nadomestijo z novimi zbiralnicami iz ploščatega bakra dimenzij 2x120x10 mm. Pobarvane zbiralnice navedenega prereza

so lahko trajno obremenjene z enosmernim tokom 3900 A, kar je za 30 % več skupnega nazivnega enosmernega toka obeh usmernikov. Preseki in vrsta vodnikov, glavnih energetskih tokokrogov celotne ENP, je razvidna iz sheme, ki je prikazana na risbi št. 2 tega načrta.



4 TOKOVNE OBREMENTITVE PRI KRATKIMI STIKI

4.1 Kratek stik na napetostnem nivoju 20 kV

Vhodni podatki:

- maksimalna kratkostična moč v točki napajanja ENP znaša $S_C = 374$ MVA, podatek Elektro Gorenjska,
- nazivna napetost $U_{NL} = 20$ kV.

Kratkostični začetni tok znaša:

$$I_k'' = \frac{S_C}{\sqrt{3} \cdot U_{NL}} = \frac{374}{\sqrt{3} \cdot 20} \cong 11 \text{ kA}.$$

Navedena vrednost kratkostičnega toka je merodajna za termično dimenzioniranje ter izbiro naprav in vodnikov.

Udarni kratkostični tok znaša:

$$I_u = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_k'' = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 11 \cong 28 \text{ kA},$$

pri čemer je κ razmerje med ohmsko (R) in induktivno (X) komponento tokokroga in je tem manjši, čim večji je R. Najpogosteje to razmerje znaša:

$$\frac{R}{X} \cong \frac{0,1}{1} = 0,1 \Rightarrow \kappa = 1,8.$$

Udarni kratkostični tok je merodajen za dinamično (mehanska trdnost) dimenzioniranje naprav in vodnikov.

4.2 Kratek stik na izmenični strani usmernika

Kratkostični tok je omejen s skupno reaktanco X_C napajalnega omrežja in usmerniškega transformatorja.

Za ENP Kranj sta predvidena usmerniška transformatorja s kratkostično napetostjo, med primarnim navitjem (1) in posameznim sekundarnim navitjem (2 in 3), $u_{k12} = u_{k13} = 6\%$. Značilnost serijske vezave usmerniškega transformatorja pa je ravno v tem, da kratek stik omejuje skupna kratkostična napetost obeh sekundarnih navitij, padec napetosti pa povzroča le kratkostična napetost enega sekundarnega navitja. Pri navedeni predpostavki kratkostični tok znaša:

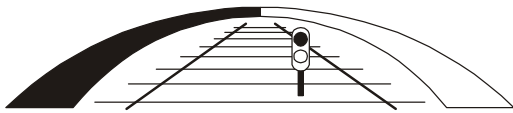
$$I_{KS} = \frac{100 \cdot I_{NS}}{u_{k12} + u_{13}} = \frac{100 \cdot 1224}{6 + 6} \cong 10 \text{ kA}.$$

I_{KS} je izpeljanka iz enačbe za reaktanco, ki se glasi:

$$X_C = \frac{V}{\sqrt{3} \cdot I_K} = \frac{u_k \cdot V}{\sqrt{3} \cdot I_N},$$

Udarni kratkostični tok znaša:

$$I_{KSu} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_k'' = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 10,2 \cong 26 \text{ kA},$$



4.3 Kratek stik na enosmerni strani usmernika

Za izračun toka kratkega stika se mora predhodno izračunati faktor K , ki pove v katerem delovnem območju nastopi kratek stiki. Faktor K je razmerje med primarno reaktanco X_P in skupno komutacijsko reaktanco X_C usmerniškega transformatorja pri čemer je potrebno upoštevati tudi reaktanco izmeničnega omrežja v točki napajanja ENP.

Komutacijska reaktanca:

Izračun komutacijske reaktance ob upoštevanju kratkostične moči elektroenergetskega omrežja v točki napajanja ENP:

$$X_C = X_m + X_T$$

$$X_m = \frac{U_{VO}^2}{S_C} = \frac{1,332^2}{374} = 0,0047 \Omega/\text{fazo}$$

Napetost se jemlje v kV moč pa v MVA.

$$X_T = \frac{u_{k12} \cdot U_{VO}^2}{100 \cdot S_{V12}} = \frac{6 \cdot 1,332^2}{100 \cdot 2,835} = 0,0375 \Omega/\text{fazo}$$

Pri čem je S_{V12} moč enega sekundarnega navita iz tabele 1 tega poročila

Skupna komutacijska reaktanca znaša:

$$X_C = 0,0047 + 0,0375 = 0,0422 \Omega/\text{fazo}$$

Izračun faktorja K :

$$K = \frac{X_P}{X_C}$$

$$X_P = X_C - X_S$$

$$X_S = \frac{u_{k23} \cdot U_{VO}^2}{100 \cdot n \cdot S_{V12}} = \frac{1 \cdot 1,332^2}{100 \cdot 2 \cdot 2,835} = 0,0031 \Omega/\text{fazo}$$

$$X_P = 0,0422 - 0,0031 = 0,0391 \Omega/\text{fazo}$$

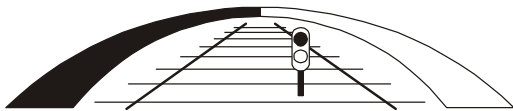
$$K = \frac{0,0391}{0,0422} = 0,927 > \frac{2}{3}$$

Kratek stik je v IV. delovnem območju usmernika in znaša:

$$I_{dK1} = I_{dK2} = \frac{\sqrt{2} \cdot U_{VO}}{(2 + \sqrt{3} \cdot K) \cdot X_C} = \frac{\sqrt{2} \cdot 1332}{(2 + \sqrt{3} \cdot 0,927) \cdot 0,0422} \cong 12 \text{ kA}$$

$$I_{dK1}^{\wedge} = 1,6 \cdot I_{dK1} = 1,6 \cdot 12 \text{ kA} \cong 19 \text{ kA}$$

Faktor 1,6 je izkustveni faktor.



Kratek stik na skupnih 3 kV zbiralnicah se napaja iz obeh usmernikov, ki obratujeta vzporedno. Ker oba usmerniška transformatorja imata enako kratkostično napetost, se lahko nadomestita z enim transformatorjem, skupne moči obeh in kratkostične napetosti enega. Skupna komutacijska reaktanca v tem primeru, ob upoštevanju reaktance napajalnega omrežja znaša:

$$X_C = 0,0051 + \frac{6 \cdot 1,332^2}{100 \cdot 2 \cdot 2,827} = 0,0188 \, \Omega/\text{fazo},$$

kratkostični tok pa:

$$I_{dK} = \frac{\sqrt{2} \cdot 1332}{(2 + \sqrt{3} \cdot 0,927) \cdot 0,0188} \cong 28 \, \text{kA}.$$

$$I_{dK}^{\wedge} = 1,6 \cdot I_{dK} = 1,6 \cdot 28 \, \text{kA} \cong 45 \, \text{kA}$$

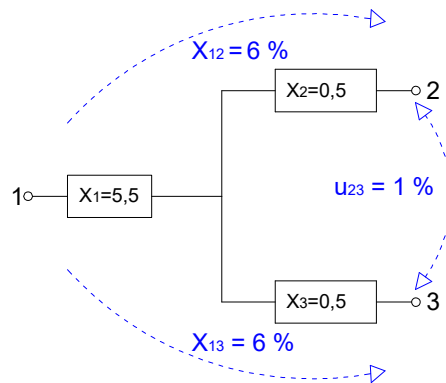
V tabeli 4.1 so prikazani trajni in udarni kratkostični tokovi na vseh treh napetostnih nivojih: izmenični 20 kV, ki se nanaša skupne zbiralnice in primarno stran usmerniških transformatorjev, izmenični 1,332 kV, ki se nanaša na sekundarna navitja, enosmerni 3 kV, ki se nanaša na posamezni usmernik in skupne 3 kV zbiralnice napajalnih linij.

NAPETOSTNI NIVOJI	Trajni kratkostični tok (kA)	Udarni kratkostični tok (kA)
20 kV napetostni nivo	11	28
1,332 kV sekundar-usmernik	10	26
3 kV napetostni nivo	12 (en usmernik)	19
3 kV napetostni nivo	28 (oba usmernika)	45

Tabela 4.1: Kratkostični tokovi na različnih napetostnih nivojih v ENP

Nadomestne reaktance napajalnega omrežja in usmerniških transformatorjev, ter blok shema vlečnega tokokroga prikazuje slika 1.

Blok shema vlečnega tokokroga ENP je prikazana na sliki 2.



RTP
 $U_n = 20 \text{ kV}$
 $S_c = 374 \text{ MVA}$

20 kV, 50 Hz
 $\text{Cu}, \phi 16$

I_{KS}

U_{kt}

I_{dk1}

$-U1$
 $I_{Nd} = 1500$
 $U_{d1} = 3600 \text{ V}$

I_{dk}

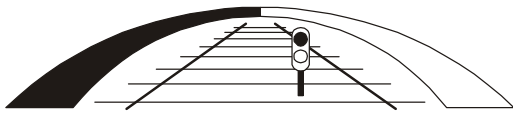
$-T1$
 $20/2 \times 1,332 \text{ kV}$
 $5454/2 \times 2,835 \text{ MVA}$
 $U_{k12} = U_{k13} = 6\%$
 $U_{k23} = 1\%$

I_{KS}

$-U2$
 $I_{Nd} = 1500$
 $U_{d1} = 3600 \text{ V}$

$-T2$
 $20/2 \times 1,332 \text{ kV}$
 $5454/2 \times 2,835 \text{ MVA}$
 $U_{k12} = U_{k13} = 6\%$

Nadgradnja odseka proge Kranj-Jesenice na progi št. 20
– odsek Kranj-Podnart



4.4 Kontrola na termično in dinamično trdnost naprav in vodnikov

4.4.1 Kontrola na termično trdnost

Pri tokovni obremenitvi lahko govorimo o trajni in kratkostični termični trdnosti. Trajna termična trdnost je tista trdnost, ki jo naprave in vodniki morajo zdržati ves čas obratovanja, brez da, bi njihova temperatura porasla čez dovoljeno predpisano vrednost.

Kljub temu, da je KS kratkotrajen pojav se razvije velika joulska toplota, ki lahko poškoduje izolacijo naprav in vodov, material pa lahko izgubi mehansko trdnost. Naprave in vodi morajo biti tokovno dimenzionirani tako, da se ne prekorači njuna dopustna temperatura.

Minimalni presek vodnika A_{min} , pri katerem se ne preseže mejna temperatura v času trajanja kratkega stika se določi po naslednjem izrazu:

$$A_{min} = C_1 \cdot I_K \cdot \sqrt{T_k} [mm^2], I_K [kA], T_k [s]$$

(Tehnični priročnik »Končar«, 1991; stran 603.)

V ENP so, v glavnih VN tokokrogih, uporabljeni vodniki iz bakra (Cu) – izolirani v kablji in neizolirani v zbiralnicah. Faktor C_1 za navedene vodnike, po tabeli 13 zgoraj navedenega priročnika znaša:

kabli (XPE) $C_1 = 7,2$ pri $\vartheta_1 = 90^\circ\text{C}$ in $\vartheta_2 = 250^\circ\text{C}$

zbiralnice $C_1 = 7,4$ pri $\vartheta_1 = 65^\circ\text{C}$ in $\vartheta_2 = 200^\circ\text{C}$

Maksimalni tok, ki ga vodnik, prereza A, zdrži za čas T sekund, ne da bi se pri tem prekoračila dovoljena temperatura ϑ_2 je dan z izrazom:

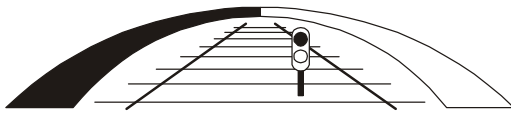
$$I_m = \frac{A}{k \cdot \sqrt{T}}$$

I_m [kA], A [mm²], T [s].

V tabeli 4.2 so podani minimalni preseki vodnikov na vseh napetostnih nivojih, upoštevajoč trajni tok kratkega stika in čase izklopa na teh napetostnih nivojih ter primerjava ustreznosti glede na dejanske preseke. Preseki vodnikov so podani v točki 3 tega poročila, trajni toki kratkega stika pa v točki 4.

I_k (kA)	T_{iz} (s)	A_{min} (mm²)	A_{dej} (mm²)	Ustreznost: + da, - ne
10,8	0,3	43,8	201	+ (20 kV napetostni nivo)
10,2	0,25	37,7	1000	+ (sekundar – usmernik)
12,26	0,03	16	1200 900 kabli	+ (pozitivni in negativni pol usmernikov)
28	0,03	36	2400	+ (skupne 3 kV zbiralnice)

Tabela 4.2: Minimalni preseki vodnikov



V tabeli 4.3 so podane maksimalne vrednosti tokov, ki ga izbrani presek vodnika zdrži za različne čase trajanja. Preseki vodnikov so podani v točki 3 tega poročila.

T (s)	0,1	0,2	0,25	0,3	1	5
\sqrt{T}	0,316	0,447	0,5	0,548	1	2,236
	I_m [kA]					
zbiralnice ϕ 16 mm	86	61	54	50	27	12
Zbiralnice 40 x 5 mm	85,5	60	54	49	27	12
zbiralnice. 100 x 10 mm	427	302	270	246	135	60
zbiralnice 120 x 10 mm	513	362	324	296	162	72
kabli 300 mm ²	132	93	83	76	42	18,63
kabli 500 mm ²	219	155	138	127	70	31

Tabela 4.3: Maksimalne tokovne obremenitve vodnikov za različne čase trajanja

V tabeli 4.4 so prikazani trajni toki za posamezne vrste in preseke vodnikov

Presek vodnikov	I_{tr} [A]	Podatek pridobljen
zbiralnice ϕ 16 mm (201 mm ²)	464 (pobarvano) -izmenični tok	teh. priročnik »Končar« tab. 3
zbiralnice 40 x 5 mm (200 mm ²)	573 (pobarvano)-izmenični tok	teh. priročnik »Končar« tab. 1
zbiralnice. 100x10 mm (1000 mm ²)	1810 (pobarvano)-izmenični tok	teh. priročnik »Končar« tab. 1
zbiralnice 120x10 mm (1200 mm ²)	2300 (pobarvano)-enosmerni tok	teh. priročnik »Končar« tab. 1
zbiralnice 2x120x10 mm (2400 mm ²)	3900 (pobarvano)-enosmerni tok	teh. priročnik »Končar« tab. 1
kabli 4x(1x300 mm ²)	845 x 4 = 3380* enosmerni tok	proizvajalec ELKA
kabli 3x(1x300 mm ²)	831 x 3 = 2493** enosmerni tok	proizvajalec Waskonig+Walter

Tabela 4.4: Trajna termična zdržnost bakrenih vodnikov

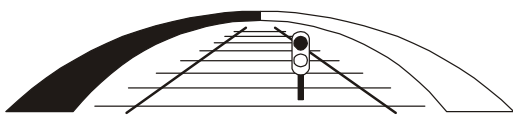
* kabli položeni v zemlji v horizontalni formaciji.

** kabli položeni v zraku v horizontalni formaciji.

Tabela 4.5 prikazuje ustreznost izbranih vodnikov, glede na njihovo trajno tokovno zmogljivost v primerjavi z dovoljenimi tokovnimi obremenitvami usmerniških agregatov

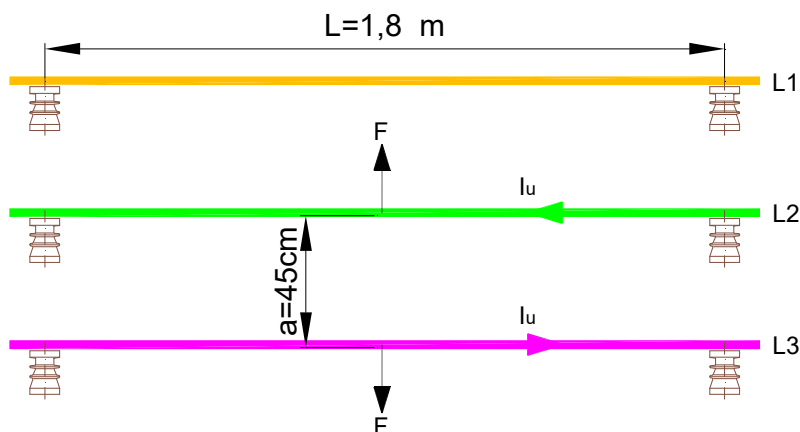
Vodniki	Zdržni trajni tok (A)	Nazivni tok bremena (A)	Dvourni tok bremena (A)	Ustreznost + ustreza - ne ustreza
zbiralnice ϕ 16 mm	464	315	Se ne dimenzionira	+
zbiralnice 40 x 5	573	157,7	236,55	+
zbiralnice. 100x10	1810	1224	1836	+
zbiralnice 120x10	2300	1500	2250	+
zbiralnice 2x120x10	3900	3000	Se ne dimenzionira	+
kabli 4x(1x300 mm ²)	3380	1500	2250	+
kabli 3x(1x300 mm ²)	2493	1500	2250	+

Tabela 4.5: Ustreznost obstoječih vodnikov glede na tokovne obremenitve usmerniških agregatov



4.4.2 Kontrola na dinamično trdnost

Ad 2) Mehanska obremenitev pri kratkem stiku



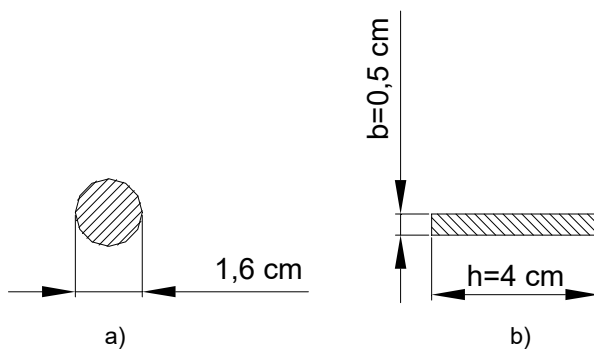
Slika 3: Geometrija postavitve skupnih zbiralnic v 20 kV-nem postroju

$$F = 2,04 \cdot \frac{L}{a} \cdot I_u^2 \text{ [daN]}$$

I_u [kA]

a [cm]

L [m].

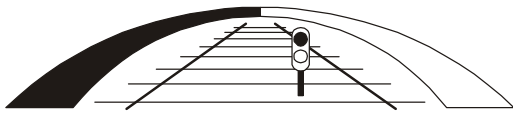


Slika 4: Prerez in postaveitev bakrenih zbiralnic na 20 kV-nem nivoju

a) skupne zbiralnice

b) zbiralnice v usmerniških celicah =J02 in =J06 ter na primarnih priključkih usmerniških transformatorjev

$$F = 2,04 \cdot \frac{L}{a} \cdot I_u^2 = 2,04 \cdot \frac{1,8}{45} \cdot 27,5^2 = 61,7 \text{ [daN]}$$



Ad a)

Naprežanje na zvijanje

$$\sigma = 41,7 \cdot k_v \cdot \frac{F \cdot L}{d^3} = 41,7 \cdot 1 \cdot \frac{61,7 \cdot 1,8}{1,6^3} = 1130,7 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$\sigma < \sigma_{dopCu} = 1130,7 < 1400 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

Ad b)

$$\sigma = 25 \cdot k_v \cdot \frac{F \cdot L}{h^2 \cdot b} = 25 \cdot 1 \cdot \frac{61,7 \cdot 1,8}{5^2 \cdot 0,5} = 222,12 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$\sigma < \sigma_{dopCu} = 222,12 < 1400 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

Maksimalna dinamična (mehanska trdnost) obremenitev vodnikov zbiralnic se dobi za $k_v = 1$ za izmenični tok in $k_v = 2$ za enosmerni tok. Do večjih vrednosti ne more priti niti zaradi resonance med lastno frekvenco vodnikov in frekvenco povzročeno udarnim tokom kratkega stika. Vzrok je v tem, da prihaja do plastičnih deformacij, ki spreminjajo lastno frekvenco vodnikov zbiralnic.

5 UPRAVLJANJE Z NOVIMA USMERNIŠKIMA AGREGATOMA

Po zamenjavi usmerniških agregatov se upravljanje, na lokalnem in daljinskem nivoju, v ničemer ne spremeni. Stikalne naprave skupaj s pogoni in krmilnimi omaricami se, po tem načrtu, ne spreminjajo. Edina sprememba je pri naboru informacij (meritve, zaščita in alarmi) zaradi novih usmerniških transformatorjev in usmernikov.

Blok shema lokalnega in daljinskega upravljanja usmerniških agregatov je prikazana na risbah št. 3 in št. 4 tega načrta.

6 OPIS NAPRAV, DELOVANJA IN VGRADNJE V PROSTORU

6.1 Usmerniški agregat

6.1.1 Usmerniški transformator (=TR.1+TR.1 in =TR.2+TR.2)

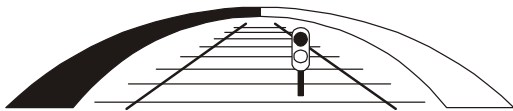
Splošni opis

Usmerniški transformator je z enim primarnim trifaznim navitjem in dvema sekundarnima trifaznima navitjema, ki sta medsebojno fazno zamaknjeni za 30 električnih stopinj in sta priključena na dva v serijo povezanih trifaznih mostičev diodnega usmernika. Zaradi serijske vezave usmernika je med sekundarnima navitjema močna magnetna povezava ($K > 0,9$). Med primarnim navitjem in sekundarnima navitjema je vgrajen in ozemljen kovinski zaslon, ki preprečuje prenos visokofrekvenčnih prenapetosti (parazitna kapacitivnost) na usmerniške diode.

Hlajenje transformatorja je z naravno cirkulacijo zraka (AN) pri vseh dovoljenih stopnjah obremenitve, ki so določene z razredom VI po veljavnem standardu SIST EN 50329 (točka 3.1 tega tehničnega poročila).

Regulacija napetosti se izvaja pod obremenitvijo s pomočjo regulacijskega stikala napetosti, ki bo vgrajeno v primarnem navitju. Pogon regulacijskega stikal ima preklopno stikalo za naslednje načine regulacije:

- daljinsko iz CV Ljubljana.



- lokalno-daljinsko na usmerniških omarah =W+B1 in =W+B2 centralne komandne plošče v komandnem prostoru ENP,
- ročno na omarice regulacije (preko tipkala in ročnega pogona z ročico).

Označbe za regulacijo napetosti VIŠJE – NIŽJE se nanaša na sekundarno napetost, kar pomeni regulacija VIŠJE višjo stopnjo regulacijskega stikala in višjo napetost na sekundarni strani transformatorja. Obratno velja za regulacijo NIŽJE. Regulacijsko stikalo je opremljeno s pokazali položaja stopnje regulacije na glavi stikala in na pokrovu omarice pogona regulacijskega stikala. Za daljinski prenos stanja je vgrajen BCD dajalec. Omarica regulacijskega stikala je opremljena s števcem preklonov, grelcem (231 V, 50 Hz), sredstvom za preprečevanje kondenzacije vlage.

Navitja usmerniškega transformatorja je dimenzionirana tako, da je v vseh položajih regulacijskega stikala ohranjena nazivna moč.

Postavitev v prostor

Na risbah št. 5 in št. 6 tega načrta je prikazan način postavitve usmerniških transformatorjev v prostor. Transformator se namesti na tirnici, ki sta med seboj osno odmaknjeni 1505 mm. Proizvajalec pred izdelavo transformatorja mora preveriti prostor, glede dimenzij, nosilnosti in možnosti hlajenja transformatorja (izračun hlajenja poda proizvajalec transformatorja).

Iz prostora se odstrani obstoječi transformator, skupaj z bakrenimi zbiralnicami ϕ 10 mm na primarnih priključkih in bakrenimi zbiralnicami 60 x 5 mm na sekundarnih priključkih transformatorja ter pomožni napajalni in signalni kabli.

V predelni steni med prostorom transformatorja in usmerniškim prostorom se odstranijo skozijski skupaj z nosilno ploščo. V odprtino se postavijo novi skozijski tip SPB 24/1250 A in sicer po dva vzporedna skozijska na eno fazo sekundarnega navitja. Za skozijske se uporabi nova nosilna plošča, ki je lahko INOX ali drugi izolacijski material, ki onemogoča segrevanje materiala zaradi vrtninastih tokov.

Obstoječa kovinska košara s pritrjenimi podpornimi izolatorji in odvodniki prenapetosti se ne odstrani in se še naprej uporabi za namestitev novih zbiralnic primarnih priključkov transformatorja.

Obnovijo se vse rešetke, ki dovajajo sveži zrak v prostor za hlajenje transformatorja in odvajajo toploto iz prostora, ki je posledica segrevanja transformatorja zaradi izgub. Rešetke morajo biti izvedene tako, da ščitijo vstop mrčesa in drobnih živali (miši ipd.) v prostor.

Povezava med primarnim priključkom in tokovnimi zaščitnimi transformatorji –T1 v 20 kV usmerniški celici se izvede s pomočjo ploščatega bakra dimenzij 40 x 5 mm (risba 9 tega načrta). Zbiralnice morajo biti pobarvane in sicer: L1 rumena, L2 zelena in L3 vijolična.

Povezava med sekundarnima navitjema in dvojnimi mostičem usmernika se izvede s ploščatim bakrom dimenzij 100 x 10 mm. Zbiralnice posameznih faz se pobarvajo na enak način kot pri primarnem navitju.

Za nastavitev razreda obremenitve usmerniškega transformatorja je previden novi tokovni zaščitni transformator –T1 tokovne prestave 200/5 A (Risba š5. 5 in 9). Razred obremenitve se nastavi znotraj obstoječega FPC na katerega je priključeno sekundarno navitje transformatorja –T1 (risbi št. 3 in 4 tega načrta).

V tabeli 7.1 so podane tehnične zahteve za usmerniški transformator

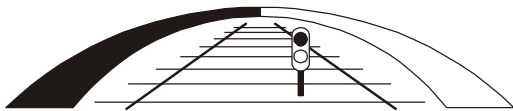
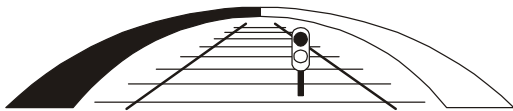


Tabela 7.1: Tehnične podatki in zahteve za usmerniški transformator

Poz	Opis		Vrednosti
1.	Tip transformatorja/Proizvajalec		xxxxx
2.	Standard		SIST EN 60076-1, SIST EN 60146-1-3, SIST EN 50329,
3.	Razred obremenitve SIST EN 50329, razred VI, tabela A.1		100 % trajno 150 % dve uri nad trajno 300 % 1 minuta nad trajno
4.	Postavitev		notranja
5.	Nadmorska višina	m	do 1000
6.	Najvišja temperatura okolice	°C	+40
7.	Način hlajenja		AN
6.	Nazivna moč	kVA	5454
7.	Nazivna frekvenca	Hz	50
8.	Nazivna napetost v praznem teku: - primarno navitje - 1. sekundarno navitje - 2. sekundarno navitje	kV kV kV	20 1,332 1,332
9.	Faktor sklopa		$K > 0,9$
10.	Regulacija napetosti Napetostni nivo regulacije napetosti Območje regulacije	kV %	Pod bremenom (ON-LOAD) .20 $\pm 4 \times 2,5$
11.	Vezava: primarno navitje sekundarno navitje VN-NN1 sekundarno navitje VN-NN2		trikot trikot zvezda
12.	Število priključkov navitij: VN/NN1/NN2		3/3/3
13.	Vektor vezave		.Dd0y11
14.	Material navitij VN, NN1, NN2		Aluminij
15.	Izolacija navitja NV Izolacija navitja NN1 in NN2		lita smola impregnacija
16.	Izgube: - prazen tek P_0 - pod obremenitvijo P_k pri 120 °C	kW kW	8 30
17.	Kratkostična napetost: $u_{kVN-NN1}$; $u_{kVN-NN2}$ pri 2835kVA VN/NN1/NN2 $u_{kNN1-NN2}$ pri 2835kVA NN1/NN2	% %	6 1
18.	Tok praznega teka pri nazivni napetosti	%	< 1
19.	Vrednost delnega praznjenja	PC	≤ 10
20.	Stopnja izolacije LI (1.2/50)/AC (1')	kV	LI125 AC50 / LI40 AC10 / LI40 AC10 (OV4)
21.	Termični razred izolacije VN/NN1/NN2		F/F/F
22.	Najvišji segretek	°C	100
23.	Okoljski in požarni razred		E2-C2-F1
24.	Hrup	dBA	$L_{wA} = 74$; $L_{pA} = 62$
25.	Kratkostični termični tok	kA	16
26.	Zagonski tok		$5 \times I_n$
27.	Preizkusi: <i>Kosovni/Tipski/Specialni</i>		kosovni / udarni val / šum
28.	Dimenzije A, B, C (dolžina x širina x višina) IP 00	m	max. 4, max 2,2; cca 2,5
29.	Masa pri IP 00	kg	cca 12000
30.	Razdalja med kolesi/premer kolesa	mm	1505/160



Dodatne oprema transformatorja:

Med VN in NN navitjema vgrajen in ozemljen elektrostatični ščit.

Termična zaščita: v posameznem sekundarnem navitju PT100 (skupno 12 kosov, 6 uporabljenih, 6 v rezervi), v magnetnem jedru 2 kosa PT100, z vidnim prikazom na transformatorju in priključki za daljinski nadzor.

Ozemljitveni vijaki.

Napisna ploščica.

6.1.2 Usmernik (-USM.1 in -USM.2)

Splošni opis

Usmernik (diodni) je sestavljen iz dvojnega trifaznega mostiča v serijski vezavi za 12-pulzno usmerjanje napetosti (vezava št. 12 SIST EN 50238:2003).

Posamezni trifazni mostič napaja usmerniški transformator, opremljen z dvema sekundarnima navitjema, medsebojno fazno zamaknjena za 30° električnih. Povezava v dvojni trifazni mostič z dvema sekundarnima navitjema, medsebojno zamaknjena za 30° električnih, je zelo učinkovita v primeru, če je med obema sekundarnima navitjema brezhibna magnetna povezava ali pa ko se faktor K zelo približa idealni vrednosti 1. Bistvena prednost predlagane vezave usmernika je nizek induktivnega padca napetosti v normalnem obratovanju in zelo majhen trajni toka zunanega kratkega stika. Zardi tega je tudi zahteva, da med sekundarnima navitjema usmerniškega transformatorja, faktor sklopa mora biti $K > 0,9$.

V tabeli 7.2 so podane zahteve in tehnični podatki za usmernik.

Postavitev v prostor

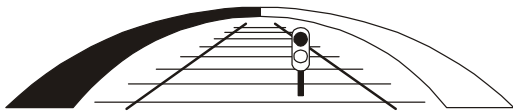
Postavitev usmernika v obstoječi usmerniški prostor je prikazana na risbah št.: 5, 6 in 7 tega načrta.

Ogrodje posameznega mostiča se postavi izolirano na nosilno podlago in se ga ozemli preko obstoječega ozemljilnega releja 64. Kot je razvidno na risbi št. 7 usmernik je postavljen za obstoječo zaščitno ograjo prostora na kateri je elektronski del zemljostičnega releja, magnetni senzor releja pa se prestavi na ustrezno ozemljitev usmernika tako, da dolžina kabla do elektronskega dela releja ne presega 3 m.

Na risbah od št. 8 do vključno št. 18 tega načrta je prikazan način električne povezave usmernika na sekundarna navitja usmerniškega transformatorja, na zračno dušilko in naprej na skupno zbiralnico pozitivnega pola napajalnih linij in povratni vod. Kot je iz risb razvidno (risbe od št. 11 do št. 16) priključek pozitivnega in negativnega pola usmernika, na skupne zbiralnice napajalnih linij in povratni vod, je kabelske izvedbe.

Merilna pretvornika MHCO za meritev enosmernege toka in napetosti ostaneta obstoječa na istem mestu vgradnje, skupaj s sekundarnimi povezavami. Priključitev tokovnega merilnega pretvornika -U202 je razvidna na risbah št. 16 in št. 17, priključitev napetostnega pretvornika -U201 pa na risbah št. 16 in št. 18.

Negativni pol usmernika je na obstoječi enopolni ločilnik -Q89N priključen z zbiralnico iz ploščatega bakra dimenzij 120 x 10 mm. Med enopolnim ločilnikom in kabli je uporabljena enaka zbiralnica v kateri je vgrajen merilni shunt 2000 A/60 mV. Zbiralnice se pobarvajo v modri barvi za kovine npr. Tessarol direct RAL 5010. Tudi za povezavo pozitivnega pola usmernika se uporabijo enake zbiralnice, s tem, da se pobarvajo rdeče npr. Helios št. 5.



Elektromotorni pogon ločilnika –Q89N, skupaj z krmilno omarico za napajanje in signalizacijo položaja ločilnika se ne spreminja. Enako velja tudi za ločilnik –Q89C v celicah napajalnih linij, ki povezuje pozitivni pol usmernikov na skupno zbiralnico napajalnih linij.

Za priključitev kablov negativnega pola usmernika št. 1 na zbiralnico, ki je v prezračevalnem jašku pod usmerniškim prostorom je potrebno znotraj prostora izdelati dodatno odprtino kot je to prikazano na risbi št. 5, in risbah št. od 14 do 17.

TABELA 7.2: TEHNIČNI PODATKI USMERNIKA

Poz	Opis	Vrednosti
1.	Tip/Proizvajalec	xxxxxx
2.	Standardi:	SIST EN 50328,
3.	Način hlajenja	AN
4.	Temperatura okolice (T_{amb})	°C -5 do +40
5.	Nadmorska višina	m 1000
6.	Izvedba	ločena trifazna mostiča na odprtem ogrodju
7.	Nazivna enosmerna napetost praznega teka U_{di}	V 3600
8.	Nazivni tok I_{Nd}	A 1500
9.	Nazivna idealno usmerjena moč S	kVA 5400
10.	Vezava	št. 12, tab. 4 SIST EN 50328
11.	Razred obremenitve VI, tab. 5, SIST EN 50328	100 % trajno (1500 A) 50 % 2 uri (2250 A) 300 % 1 min (4500 A)
12.	Izolacijski nivo a.c/d.c – OV 4, Tabela 8, SIST EN 50328	kV $U_{Nm} = 4,8$ (nazivni izolacijski nivo) $U_a = 18,5$ ($f_N = 50$ Hz) $U_{Ni} = 40$ ($1,2\mu s/50\mu s$)
13.	Nivo odpornosti (Immunity level), tabela 6, SIST EN 50328	T
14.	Kratkostični tok 250 msec	kA 20
15.	Zaščita	dvojni RC člen na izhodu posameznega usmerniškega mostiča s prigradjeno zaščitno ultrarapidno varavalko
16.	Zaščitni termostat	alarm 50 °C in izklopom 60 °C

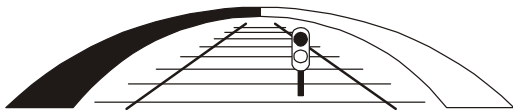
6.1.3 Dušilka aperiodičnega filtra (=LD)

Splošni opis:

Dušilka je zračna za notranjo montažo z naravnim hlajenjem (AN). Električno je povezana zaporedno v pozitivni pol usmernika. V prostor se postavi izolirano in se ozemlji preko zemljostičnega releja usmernika (-64).

Postavitev dušilke v prostor je razvidna na risbi št.: 5, 6 in 7, električne povezave pa na risbah št. 11 in št. 12 tega načrta.

Za postavitev dušilke v prostor je potrebno znotraj prostora odstraniti betonske pregrade odvodnikov prenapetosti. Prav tako se odstrani del zidu na strani hodnika (risbi št. 5 in 6), v kolikor se za to pokaže potreba.



Tehnični podatki:

- nazivna obratovalna napetost..... ≥ 4 kVDC
- nazivni tok 1500 A
- obremenitev razred VI
 - 100 % trajno
 - 150 % 120 min
 - 300 % 1 min
- nazivna induktivnost..... 4 mH (-0+10%)
- ohmska upornost (75°C) ≤ 4 m Ω
- izgube ≤ 9 kW
- frekvenca (f) DC
- izvedba..... zračna/suha impregnirana
- vodniki..... Al
- hlajenje..... naravno AN
- montaža notranja
- stopnja zaščite IP00
- izolacijski nivo OV4: 7,2 / 20 / 40 kV
 - (impulzna testna napetost 60 kV)
- Kratkostični tok (1 s)..... 20 kA
- temperatura okolice..... + 40 °C
- termični razred izolacije F (100K)
- najvišja nadtemperatura 100°C
- meja hrupa na razdalji 1m < 65 dBA
- masa*
- dimenzije (višina / premer) max. (2100 / 1300) mm
- podporni izolatorji araldit
- standard: SIST EN 60076-6

* Določi proizvajalec opreme.

Povezava med priključnimi zbiralkami (Cu) in navitji dušilke (Al) mora biti izvedeno z bimetalno sponko.

Paralelno dušilki se priključi tiristorska zaščitna naprava z omejitvijo prenapetosti (-TOP3). Prostorska razporeditev je prikazana na risbah št. 5 in št. 7, električne povezave pa na risbah št. 11 in št. 12.

Tehnični podatki tiristorske zaščitne naprave:

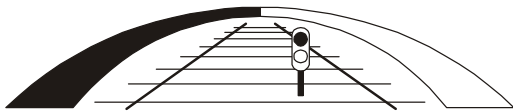
- napetost reagiranja 600 ± 25 V,
- zaporna napetost 10 kV,
- tokovna zdržnost (10 ms) 20 kA,
- tokovna zdržnost (1s) 3 kA,
- proizvajalec »KOLEN« Poljska.

OPOMBA:

V ENP je že vgrajena ena naprava TOP 3 in sicer v celici dušilki v mednadstropju, ki se odstrani. Naprava se prestavi v eden izmed usmerniških prostorov, za drugi pa se dobavi enaka nova.

6.2 Preostale naprave v zvezi z zamenjavo usmerniških agregatov

Zaradi vgradnje močnejših usmerniških agregatov je potrebno temu primerno prilagoditi sekundarne merilne in zaščitne naprave.



6.2.1 Tokovni zaščitni transformator –T1

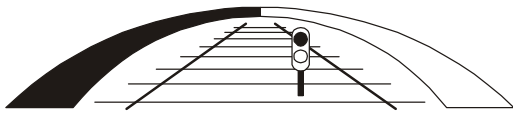
• maksimalna obratovalna napetost	24 kV
• nazivna napetost mreže	20 kV
• nazivna frekvenca mreže	50 Hz
• nazivna vzdržna napetost, 50Hz, 1 min	50 kV
• nazivna udarna napetost 1,2/50 μ s	125 kV
• nazivni primarni tok	200 A
• nazivni sekundarni tok	5 A
• nazivna moč sekundarnega navitja	15 VA
• zaščitno jedro	10P10
• nazivni termični kratkostični tok 1s	20 kA
• nazivni udarni kratkostični tok	50 kA
• montaža	notranja
• vgradnja	v celice =J02 in =J06
• standardi	SIST EN 60044, SIST EN 60270

6.2.2 Merilni shunt

• nazivni tok I_n	2000 A
• natančnost	0,5 %
• padec napetosti pri nazivnem toku	60 mV
• delovna temperatura	-10 do +60 °C
• tokovna bremenitev	1,2 I_n trajno
•	5 I_n 5 s
• temperaturni koeficient	0'002 % / °C
• standard	DIN 43703

6.2.3 Tokovni merilni transformator –T1

• maksimalna obratovalna napetost	24 kV
• nazivna napetost mreže	20 kV
• nazivna frekvenca mreže	50 Hz
• nazivna vzdržna napetost, 50Hz, 1 min	50 kV
• nazivna udarna napetost 1,2/50 μ s	125 kV
• nazivni primarni tok	2 x 100A
• nazivni sekundarni tok	5 A
• število sekundarnih navitij	2
• nazivna moč sekundarnih navitij za meritve	15 VA
• razred točnosti sekundarnega navitja za števec	0,5
• razred točnosti sekundarnega navitja za instrumente	0,5
• varnostni faktor merilnih navitij	Fv = 5
• nazivni termični kratkostični tok 1s	20 kA
• nazivni udarni kratkostični tok	50 kA
• montaža	notranja
• vgradnja	v celice =J01 in =J07
• standardi	SIST EN 60044, SIST EN 60270



7 SISTEM DALJINSKEGA VODENJA SNEV

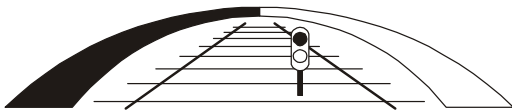
7.1 Splošni opis

Zaradi zamenjav oz. vgradnje novih stabilnih naprav električne vleke, spremenjeni tirni situaciji, spremenjeni shemi voznega omrežja je potrebno izdelati izvedbeni načrt (na nivoju PGD), ki bo vseboval tudi nadgradnjo obstoječega sistema daljinskega vodenja SNEV (ENP in CV SNEV).

Izvedbeni načrti (na nivoju IZN), niso stvar tega projekta in bodo obdelani v ločenih načrtih.

7.2 Vsebina IZN načrtov za predelavo usmerniške skupine (=W+B1, =W+B2)

- Predelava usmerniške celice (=W+B1 in =W+B2) na novo krmilno omarico regulacijskega transformatorja in novo usmerniško skupino2 kpl
- Dobava in izvedba sekundarnih povezav med omaro W+B1,2 in novo omarico regulacijskega transformatorja in novo usmerniško skupino2 kpl
- Parametriranje naprave vodenja CAU2 kpl
- Nadgradnja obstoječega sistema SCADA v ENP in vseh CV SNEV (MB, LJ, PO, SRV)2 kpl
- Testiranje in spuščanje v pogon (SAT)2 kpl
- Izdelava dokumentacije (PZI) - preprojektiranje =W+B1, =W+B22 kpl
- Izdelava dokumentacije (montaž. navodila, PID načrti, dokumentacija za DZO, NOV), 5x v zahtevani obliki, projektantski nadzor2 kpl
- Šolanje vzdrževalcev in uporabnikov2 kpl



sž - projektivno podjetje ljubljana d.d.

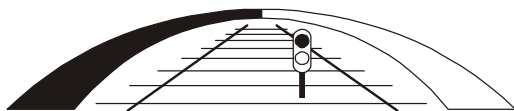
projektiranje, inženiring, svetovanje

Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana

tel.: 01/ 300 76 00, fax.: 01/ 300 76 36

4.3 POPIS DEL S PREDIZMERAMI

ZG20	0108	007.2213	T.2.1	
-------------	-------------	-----------------	--------------	--



sž - projektivno podjetje ljubljana d.d.

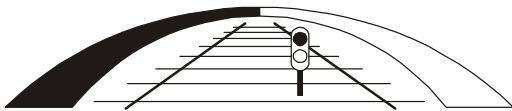
projektiranje, inženiring, svetovanje

Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana

tel.: 01/ 300 76 00, fax.: 01/ 300 76 36

4.4 PROJEKTANTSKI PREDRAČUN

ZG20	0108	007.2213	T.2.2	
-------------	-------------	-----------------	--------------	--



sž - projektivno podjetje ljubljana d.d.

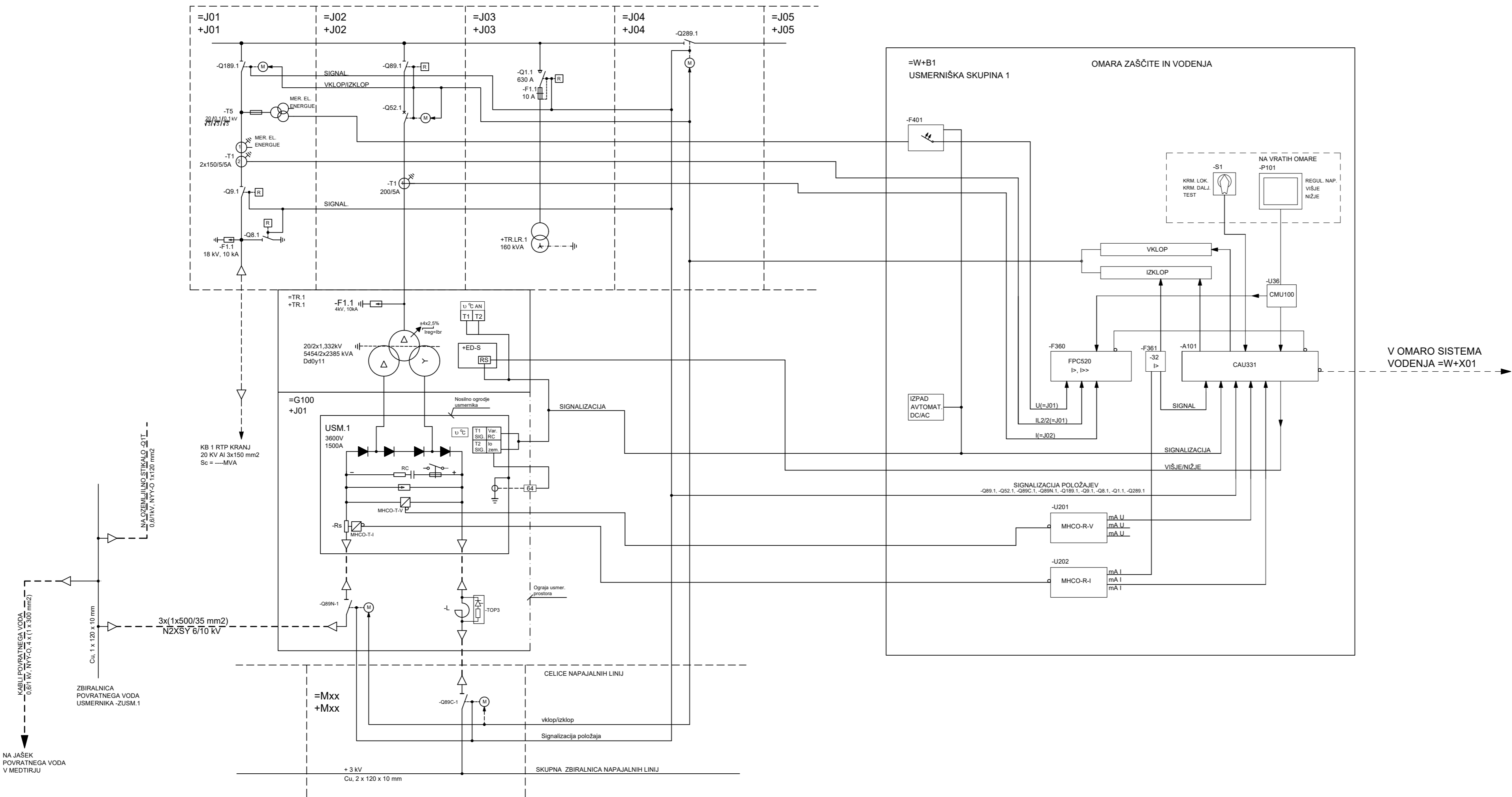
projektiranje, inženiring, svetovanje

Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana

tel.: 01/ 300 76 00, fax.: 01/ 300 76 36

5 RISBE

ZG20	0108	007.2213	G	
-------------	-------------	-----------------	----------	--



BLOK SHEMA ELEKTRIČNIH POVEZAV IN UPRAVLJANJA USMERNIŠKE SKUPINE 1

MERILO /

4/2

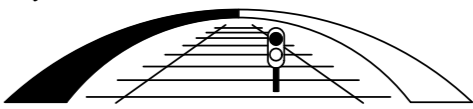
Datum: Opis spremembe: Podpis:

Investitor:



Republika Slovenija
Ministrstvo za infrastrukturo
Direkcija RS za infrastrukturo
Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana
tel.: 01 478 80 02, fax: 01 478 81 23

Projektant:



SŽ - projektivno podjetje ljubljana, d.d.
projektiranje, inženiring, svetovanje
Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana
tel.: 01 300 76 00, fax.: 01 300 76 36

Projekt:

NADGRADNJA ODSEKA PROGE KRANJ-JESENICE
NA PROGI ŠT. 20 LJUBLJANA-JESENICE-d.m.

Objekt:

ODSEK KRANJ-PODNART

Id. št.:

Ime:

Načrt:

4/2 ENP KRANJ - zamenjava
usmerniških agregatov

Odg. vodja

projekta:

G-2912 Gregor Rakar, univ.dipl.inž.grad.

Odg. projektant

načrta:

E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.

Vrsta načrta:

4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme

Izdal:

E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.

Risba:

Blok shema električnih povezav in upravljanje usmerniške skupine 1

Št. proge:	Vrsta projekta:	Merilo:	Datum:	Projekt št.:	Načrt št.:	Int. št. podiz.:
20	IZN	/	april 2019	3684/KP	3684/KP_4/2	
Št. odseka:	Arhivska številka:	Faza/objekt:	Šifra risbe:	Prostor za črtno kodo:		Risba št.:

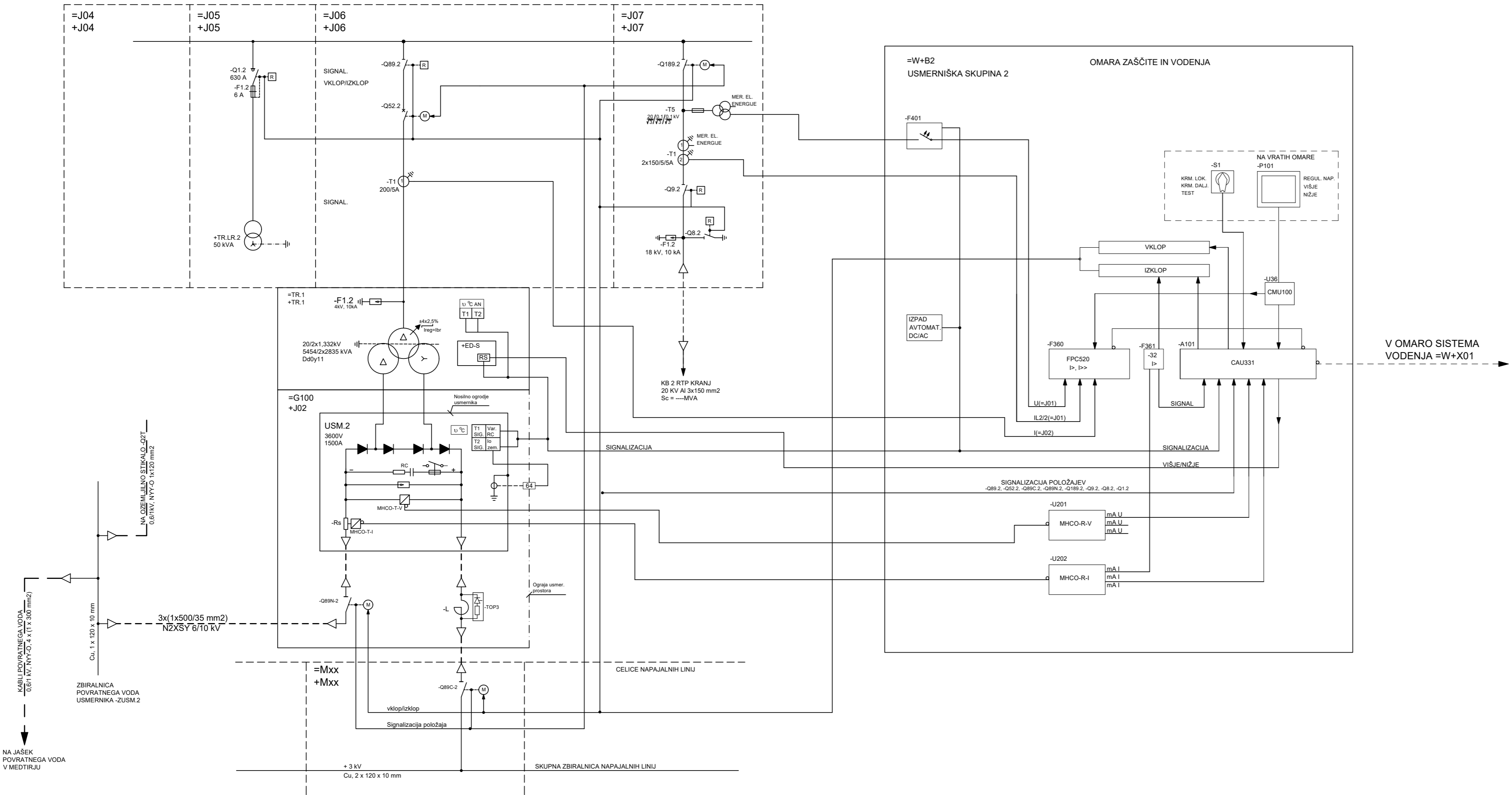
ZG20

0108

007.2213

G.057

3



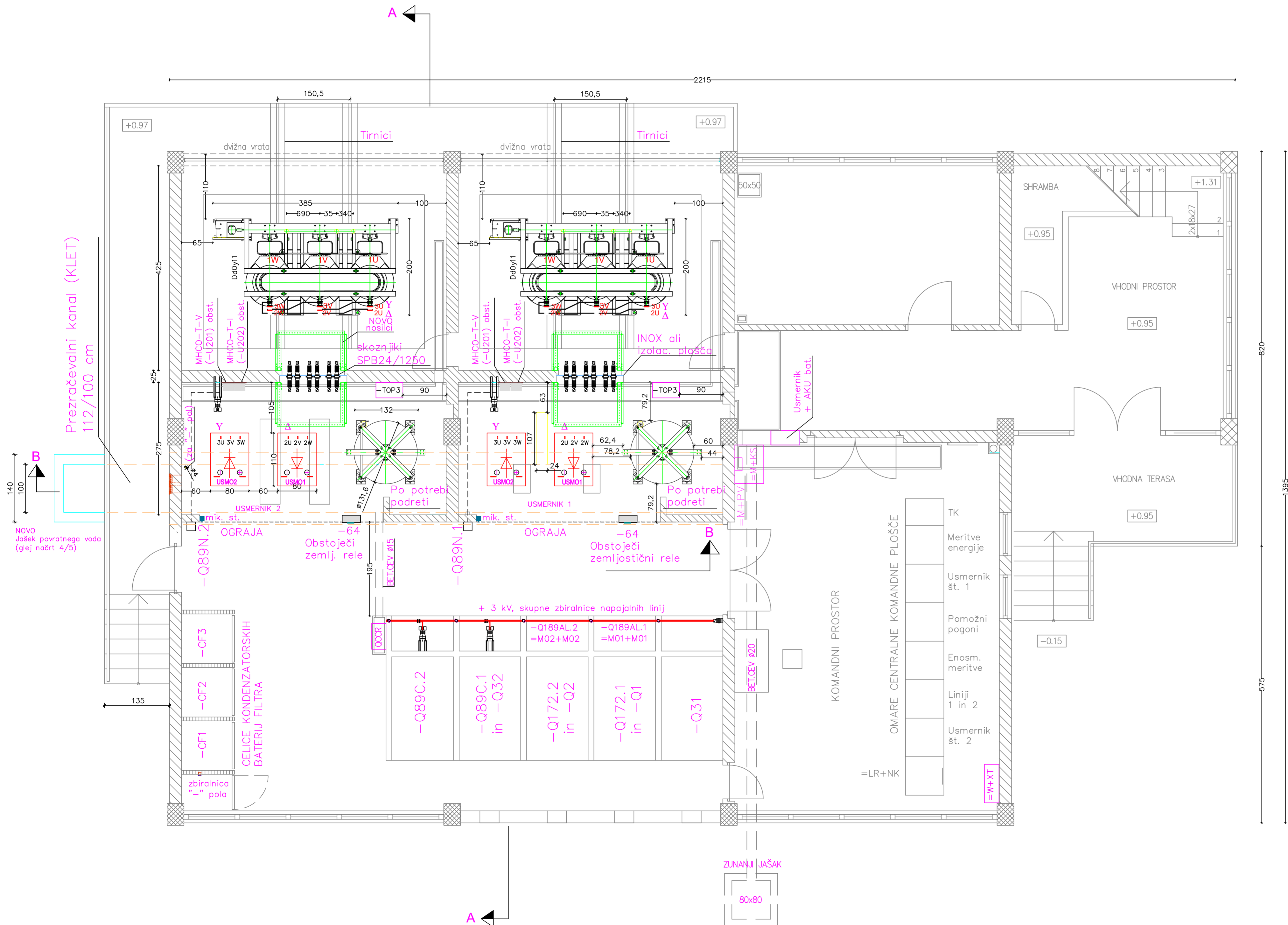
BLOK SHEMA ELEKTRIČNIH POVEZAV IN UPRAVLJANJA USMERNIŠKE SKUPINE 1

MERILO /

4/2

Datum:	Opis spremembe:	Podpis:				
Investitor:	 Republika Slovenija	Republika Slovenija Ministrstvo za infrastrukturo Direkcija RS za infrastrukturo Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana tel.: 01 478 80 02, fax: 01 478 81 23				
Projektant:		SŽ - projektivno podjetje ljubljana, d.d. projektiranje, inženiring, svetovanje Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana tel.: 01 300 76 00, fax.: 01 300 76 36				
Projekt:	NADGRADNJA ODSEKA PROGE KRANJ-JESENICE NA PROGI ŠT. 20 LJUBLJANA-JESENICE-d.m.					
Objekt:	ODSEK KRANJ-PODNRAT	Id. št.: Ime:				
Načrt:	4/2 ENP KRANJ - zamenjava usmerniških agregatov	Odg. vodja projekta: G-2912 Gregor Rakar, univ.dipl.inž.grad. Odg. projektant načrta: E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.				
Vrsta načrta:	4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme					
Risba:	Blok shema električnih povezav in upravljanje usmerniške skupine 1					
Št. proge: 20	Vrsta projekta: IZN	Merilo: /	Datum: april 2019	Projekt št.: 3684/KP	Načrt št.: 3684/KP_4/2	Int. št. podiz.:
Št. odseka:	Arhivska številka:	Faza/objekt:	Šifra risbe:	Prostor za črtno kodo:		Risba št.:
ZG20	0108	007.2213	G.058			4

JEKLENA PODPORNNA KONSTRUKCIJA SKOZNIJKOV		
pogled: sprednji/stranski/tloris	1 nosilec vsebuje	skupaj kosov
	1 kos	2 kos
NKP-SNU-V voglani spojni element 	4 kos	8 kos
NKP-SNU 60/80/60 	2x660mm 2x500mm 1x1400mm =3720mm	7440mm
NKP-SNL 40/40/3 	2x800mm =1600mm	3200mm
vijak M10x25+ matica s prirob. M10 	22 kos	44 kos



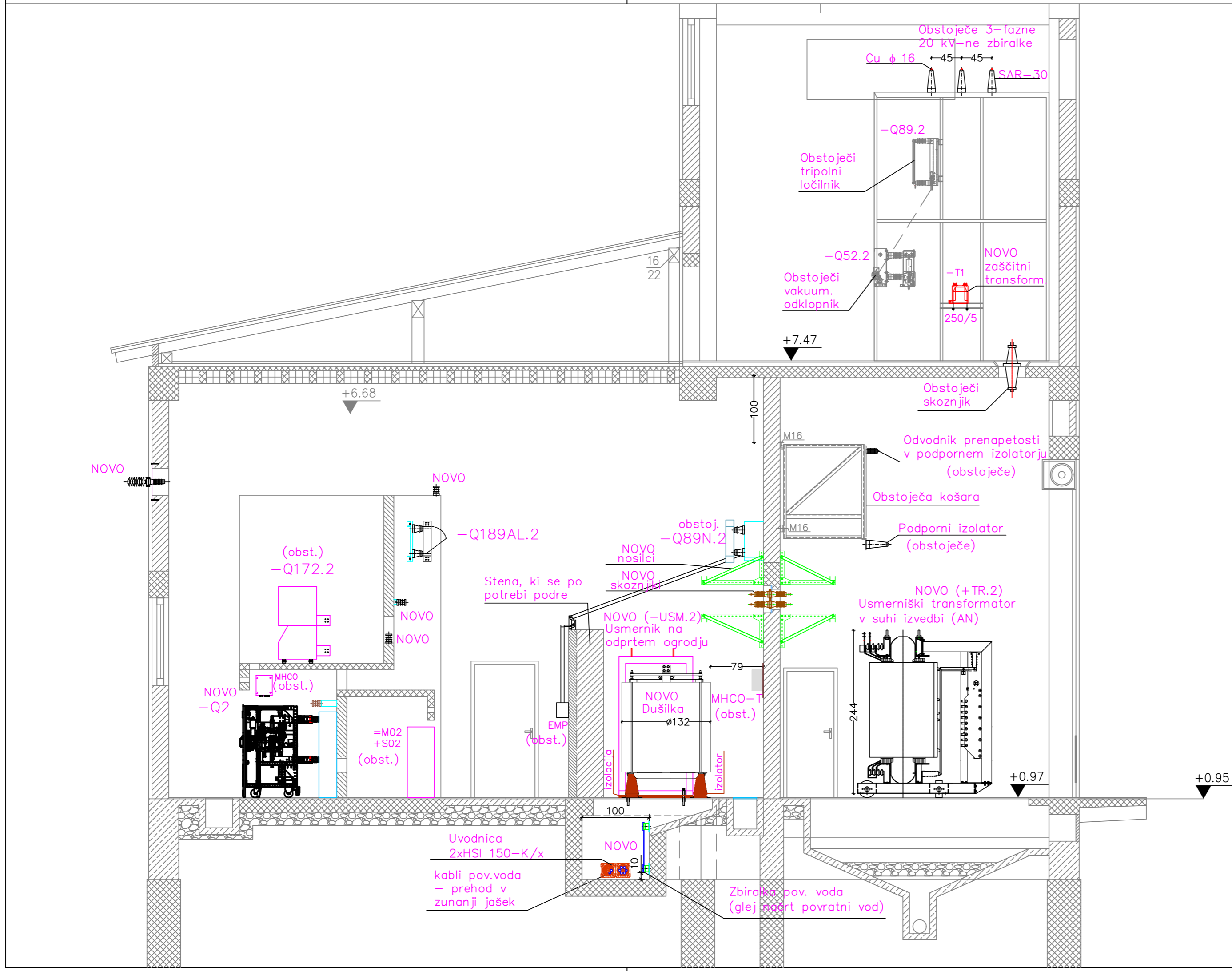
RAZPOREDITEV NAPRAV V PRITLIČJU - TLORIS

MERILO 1:50

4/2

Datum:		Opis spremembe:		Podpis:	
Investitor:		Republika Slovenija		Republika Slovenija Ministrstvo za infrastrukturo Direkcija RS za infrastrukturo Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana tel.: 01 478 80 02, fax: 01 478 81 23	
Projektant:				sž - projektivno podjetje ljubljana, d.d. projektiranje, inženiring, svetovanje Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana tel.: 01 300 76 00, fax: 01 300 76 36	

Projekt: NADGRADNJA ODSEKA PROGE KRANJ-JESENICE NA PROGI ŠT. 20 LJUBLJANA-JESENICE-d.m.					
Objekt: ODSEK KRANJ-PODNART					
Načrt: 4/2 ENP KRANJ - zamenjava usmerniških agregatov		Id. št.: Ime: Odg. vodja projekta: G-2912 Gregor Rakar, univ.dipl.inž.grad. Odg. projektant načrta: E-1960 Miha Žerjav, dipl. inž. el. Izdelal: E-1960 Miha Žerjav, dipl. inž. el.			
Vrsta naprave: 4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme					
Razporeditev naprav v pritličju - tloris					
Št. praga: 20	Vrsta projekta: IZN	Merilo: /	Datum: april 2019	Projekt št.: 3684/KP	Načrt št.: 3684/KP 4/2
Št. odseka: ZG20	Arhivska številka: 0108	Faza/objekt: 007.2213	G.020	Prostor za črtno kodo:	Risba št.: 5



RAZPOREDITEV NAPRAV V PRITLIČJU IN NADSTROPJU - REZ A-A

MERILO 1:50

4/2

Datum: _____ Opis spremembe: _____ Podpis: _____

Investitor:  **Republika Slovenija**

Republika Slovenija
Ministrstvo za infrastrukturo
Direkcija RS za infrastrukturo
Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana
tel.: 01 478 80 02, fax: 01 478 81 23

Projektant: 

sž - projektivno podjetje ljubljana, d.d.
projektiranje, inženiring, svetovanje
Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana
tel.: 01 300 76 00, fax: 01 300 76 36

Projekt: **NADGRADNJA ODSEKA PROGE KRANJ-JESENICE NA PROGI ŠT. 20 LJUBLJANA-JESENICE-d.m.**

Objekt: **ODSEK KRANJ-PODNART**

Načrt: **4/2 ENP KRANJ - zamenjava usmerniških agregatov**

Odg. vodja projekta: **G-2912 Gregor Rakar, univ.dipl.inž.grad.**

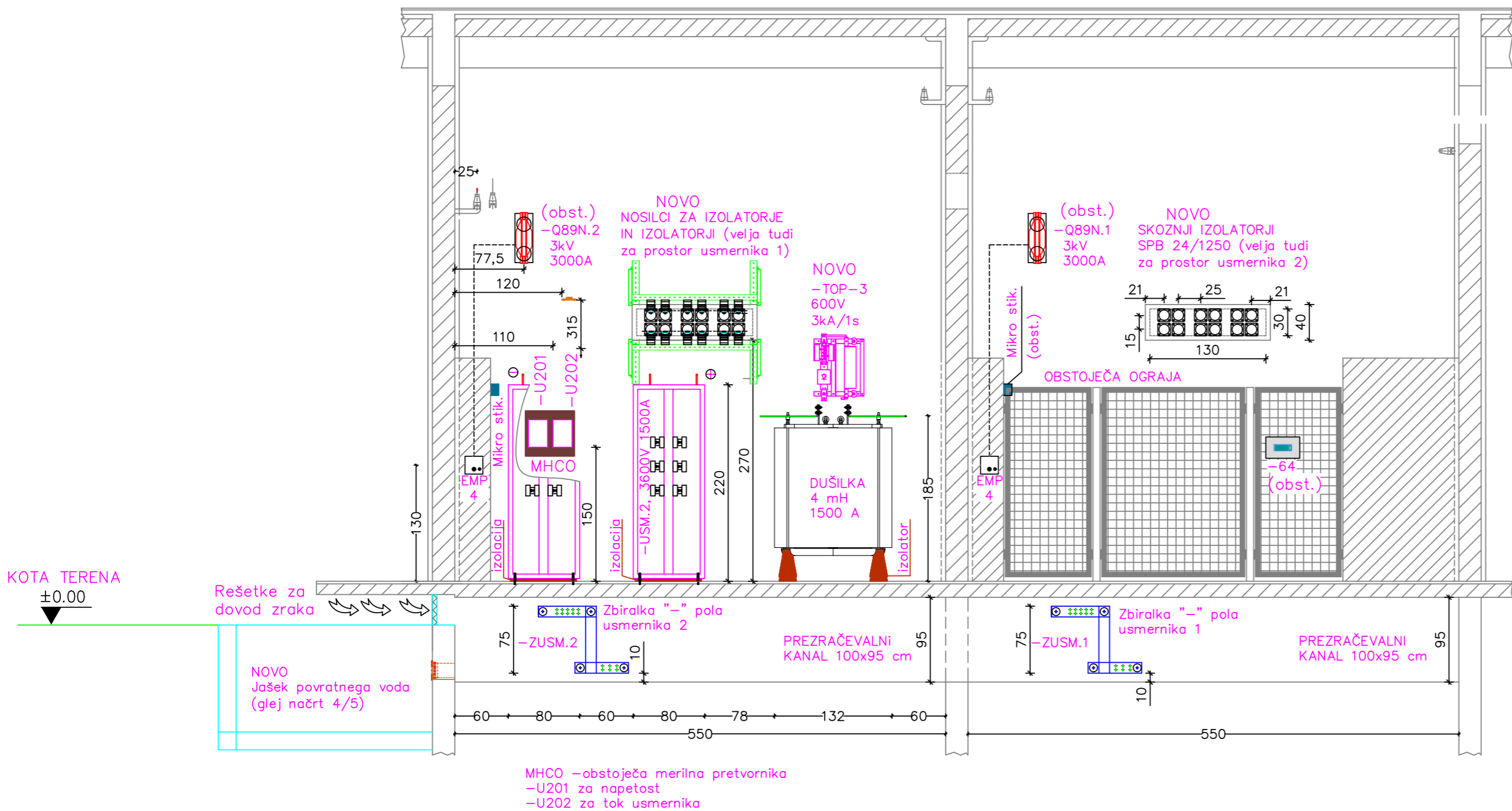
Odg. projektant načrta: **E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.**

Izdela: **E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.**

Vrsta načrta: **4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme**

Risba: **Razporeditev naprav v pritličju in nadstropju - rez A-A**

Št. proge: 20	Vrsta projekta: IZN	Merilo: /	Datum: april 2019	Projekt št.: 3684/KP	Načrt št.: 3684/KP 4/2	Int. št. podiz.:
Št. odseka: 	Arhivska številka: 	Faza/objekt: 	Šifra risbe: 	Prostor za črtno kodo: 		Risba št.:
ZG20	0108	007.2213	G.031			6




PODLED SPREDAJ NA USMERNIŠKA PROSTORA

RAZPOREDITEV NAPRAV V PRITLIČJU - REZ B-B

MERILO 1:50

4/2

Datum: Opis spremembe: Podpis:



Republika Slovenija

Republika Slovenija

Ministrstvo za infrastrukturo

Direkcija RS za infrastrukturo

Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana

tel.: 01 478 80 02, fax: 01 478 81 23



sž - projektivno podjetje ljubljana, d.d.

projektiranje, inženiring, svetovanje

Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana

tel.: 01 300 76 00, fax.: 01 300 76 36

Projekt: NADGRADNJA ODSEKA PROGE KRANJ-JESENICE
NA PROGI ŠT. 20 LJUBLJANA-JESENICE-d.m.

Objekt: ODSEK KRANJ-PODNART

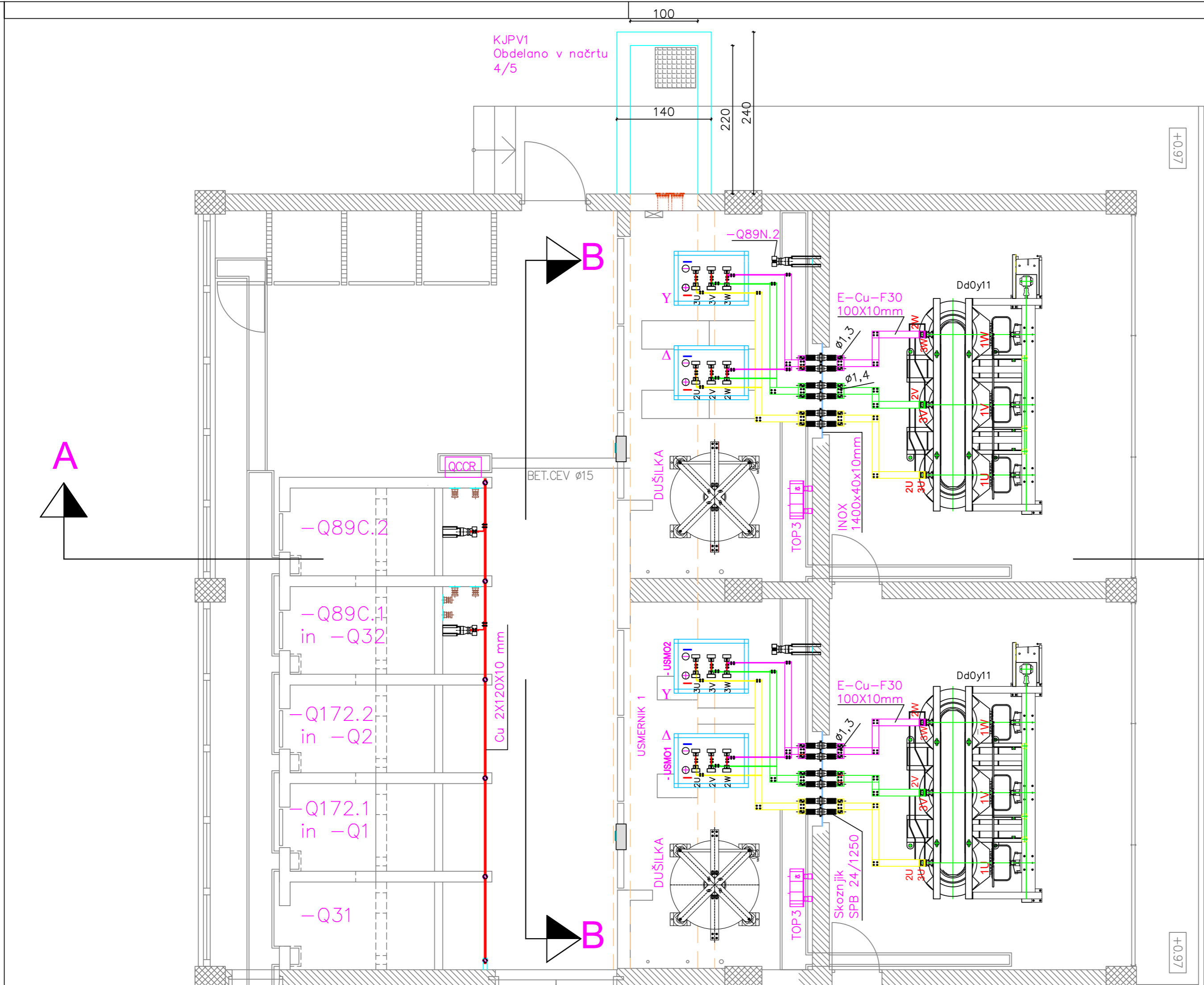
Načrt: 4/2 ENP KRANJ - zamenjava usmerniških agregatov

Vrsta načrta: 4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme

Risba: Razporeditev naprav v pritličju - rez B-B

Št. proge: 20	Vrsta projekta: IZN	Merilo: /	Datum: april 2019	Projekt št.: 3684/KP	Načrt št.: 3684/KP 4/2	Int. št. podiz.:
Št. odseka:	Arhivska številka:	Faza/objekt:	Šifra risbe:	Prostor za črtno kodo:		Risba št.:

ZG20	0108	007.2213	G.032			7
------	------	----------	-------	--	--	---




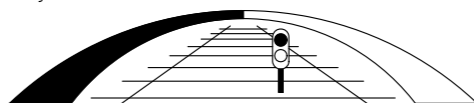
POTEK ZBIRALNIC USMERNIK - TRANSFORMATOR TLORIS USMERNIŠKIH PROSTOROV

MERILO 1:50

A

Datum: _____ Opis spremembe: _____ Podpis: _____

Investitor:  **Republika Slovenija**

Projektant: 

Projekt: **NADGRADNJA ODSEKA PROGE KRANJ-JESENICE
NA PROGI ŠT. 20 LJUBLJANA-JESENICE-d.m.**

Objekt: **ODSEK KRANJ-PODNART**

Načrt: **4/2 ENP KRANJ - zamenjava
usmerniških agregatov**

Id. št.: _____ Ime: _____

Odg. vodja projekta: **G-2912 Gregor Rakar, univ.dipl.inž.grad.**

Odg. projektant načrta: **E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.**

Izdal: **E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.**

Republika Slovenija
Ministrstvo za infrastrukturo
Direkcija RS za infrastrukturo
Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana
tel.: 01 478 80 02, fax: 01 478 81 23

sž - projektivno podjetje ljubljana, d.d.
projektiranje, inženiring, svetovanje
Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana
tel.: 01 300 76 00, fax: 01 300 76 36

Projekt: NADGRADNJA ODSEKA PROGE KRANJ-JESENICE NA PROGI ŠT. 20 LJUBLJANA-JESENICE-d.m.					
Objekt: ODSEK KRANJ-PODNART					
Načrt: 4/2 ENP KRANJ - zamenjava usmerniških agregatov					
Vrsta načrta: 4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme					
Risba: Potek zbiralnic usmernik - transformator, tloris usmerniških prostorov					
Št. proge: 20	Vrsta projekta: IZN	Merilo: /	Datum: april 2019	Projekt št.: 3684/KP	Načrt št.: 3684/KP 4/2
Št. odseka:	Arhivska številka:	Faza/objekt:	Šifra risbe:	Prostor za črtno kodo:	Int. št. podiz.: Risba št.:
ZG20	0108	007.2213	G.022		8

POTEK ZBIRALNIC USMERNIK -
TRANSFORMATOR - 20 kV
CELICA
PREÈNI PREREZ CELIC,
REZ A-A
MERILO 1:50

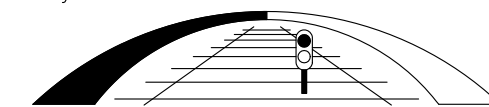
4/2

Datum:	Opis spremenbe:	Podpis:



**Republika
Slovenija**

Republika Slovenija
Ministrstvo za infrastrukturo
Direkcija RS za infrastrukturo
Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana
tel.: 01 478 80 02, fax: 01 478 81 23



sž - projektivno podjetje ljubljana, d.d.
projektiranje, inženiring, svetovanje
Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana
tel.: 01 300 76 00, fax.: 01 300 76 36

Projekt: **NADGRADNJA ODSEKA PROGE KRANJ-JESENICE
NA PROGI ŠT. 20 LJUBLJANA-JESENICE-d.m.**

Objekt: **ODSEK KRANJ-PODNART**

Id. št.: Ime:

Načrt: **4/2 ENP KRANJ - zamenjava usmerniških agregatov**

Odg. vodja projekta: **G-2912 Gregor Rakar, univ.dipl.inž.grad.**

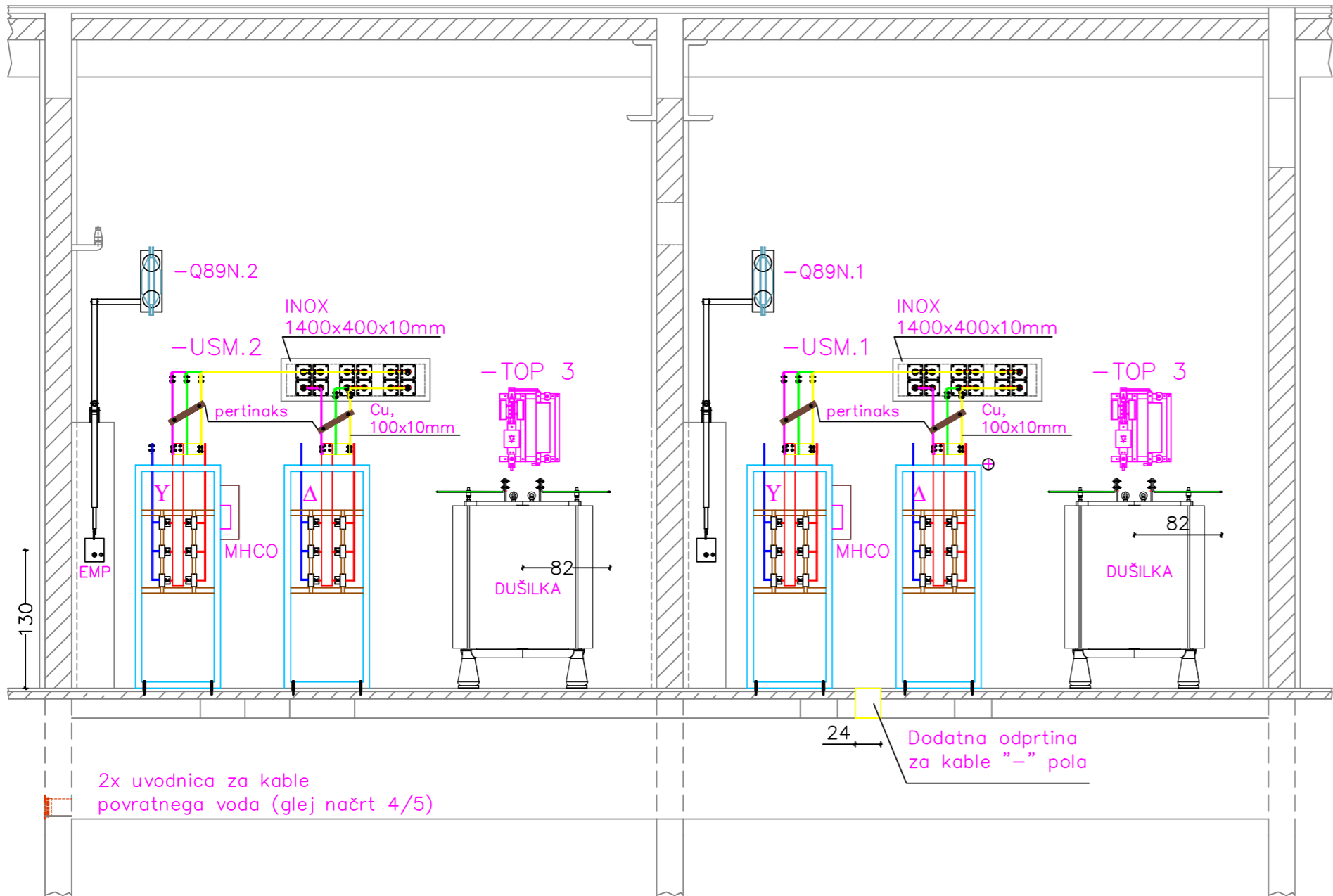
Odg. projektant
načrta: **E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.**

Vrsta načrta:
4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme

Izdelal: **E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.**

Risba: **Potek zbiralnic usmernik - transformator - 20 kV celica, prečni prerez celic, rez A-A**

Št. proge: 20	Vrsta projekta: IZN	Merilo: /	Datum: april 2019	Projekt št.: 3684/KP	Načrt št.: 3684/KP_4/2	Int. št. podiz.:
Št. odseka: ZG20	Arhivska številka: 0108	Faza/objekt: 007.2213	Šifra risbe: G.033	Prostor za črtno kodo: 		Risba št.: 9



PODLED SPREDAJ NA USMERNIŠKA PROSTORA

POTEK ZBIRALNIC MED
SKOZNIJKI IN PRIKLJUÈKI
IZMENIÈNE NAPETOSTI
USMERNIKOV
REZ B-B
MERILO 1:50

4/2

Datum: Opis spremembe: Podpis:



Republika Slovenija

Republika Slovenija
Ministrstvo za infrastrukturo
Direkcija RS za infrastrukturo
Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana
tel.: 01 478 80 02, fax: 01 478 81 23



sž - projektivno podjetje ljubljana, d.d.
projektiranje, inženiring, svetovanje
Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana
tel.: 01 300 76 00, fax: 01 300 76 36

Projekt: NADGRADNJA ODSEKA PROGE KRANJ-JESENICE
NA PROGI ŠT. 20 LJUBLJANA-JESENICE-d.m.

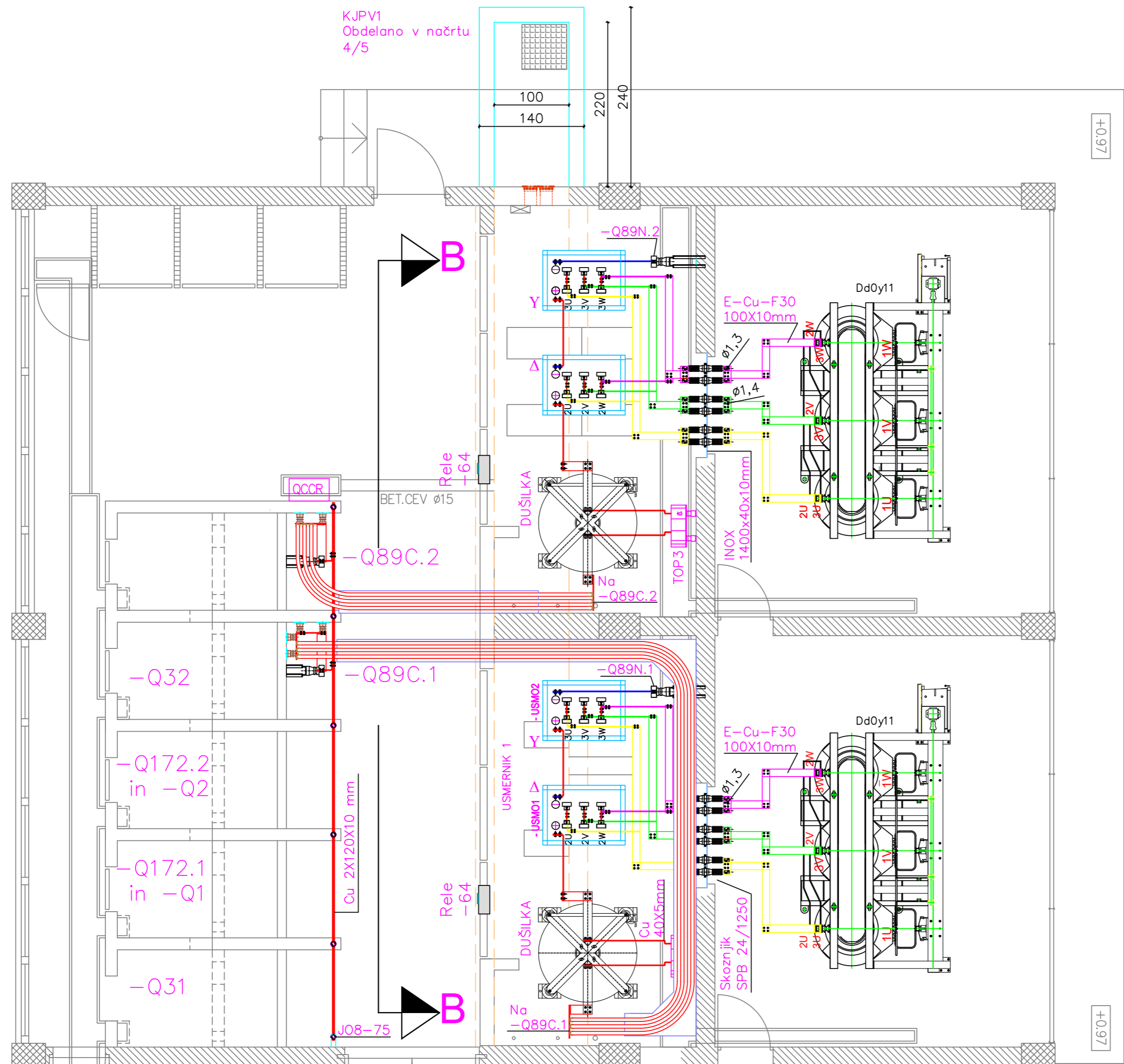
Objekt: ODSEK KRANJ-PODNART

Načrt: 4/2 ENP KRANJ - zamenjava usmerniških agregatov

Vrsta načrta: 4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme

Risba: Potek zbiralnic med skoznjiki in priključki izmenične napetosti usmernikov, Rez B-B

Št. proge: 20	Vrsta projekta: IZN	Merilo: /	Datum: april 2019	Projekt št.: 3684/KP	Načrt št.: 3684/KP_4/2	Int. št. podiz.:
Št. odseka: ZG20	Arhivska številka: 0108	Faza/objekt: 007.2213	Šifra risbe: G.034	Prostor za črtno kodo:		Risba št.: 10



POTEK ZBIRALNIC IN KABLOV POZITIVNEGA POLA USMERNIKOV S PRIKLJUÈKI NA DUŠILKO TLORIS MERILO 1:50

4/2

Datum: _____ Opis spremembe: _____ Podpis: _____

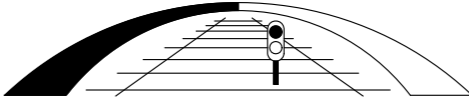
Investitor:



Republika
Slovenija

Republika Slovenija
Ministrstvo za infrastrukturo
Direkcija RS za infrastrukturo
Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana
tel.: 01 478 80 02, fax: 01 478 81 23

Projektant:



sž - projektivno podjetje ljubljana, d.d.
projektiranje, inženiring, svetovanje
Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana
tel.: 01 300 76 00, fax.: 01 300 76 36

Projekt:

NADGRADNJA ODSEKA PROGE KRANJ-JESENICE
NA PROGI ŠT. 20 LJUBLJANA-JESENICE-d.m.

Objekt:

ODSEK KRANJ-PODNART

Načrt:

4/2 ENP KRANJ - zamenjava
usmerniških agregatov

Id. št.: lme:

Odg. vodja
projekta: G-2912 Gregor Rakar, univ.dipl.inž.grad.

Odg. projektant
načrta: E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.

Izdela: E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.

Vrsta načrta:

4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme

Risba:

Potek zbiralnic in kablov pozitivnega pola usmernikov s priključki na dušilko, tloris

Št. proge: 20	Vrsta projekta: IZN	Merilo: /	Datum: april 2019	Projekt št.: 3684/KP	Načrt št.: 3684/KP 4/2	Int. št. podiz.:
Št. odseka:	Arhivska številka:	Faza/objekt:	Šifra risbe:	Prostor za črtno kodo:		Risba št.:

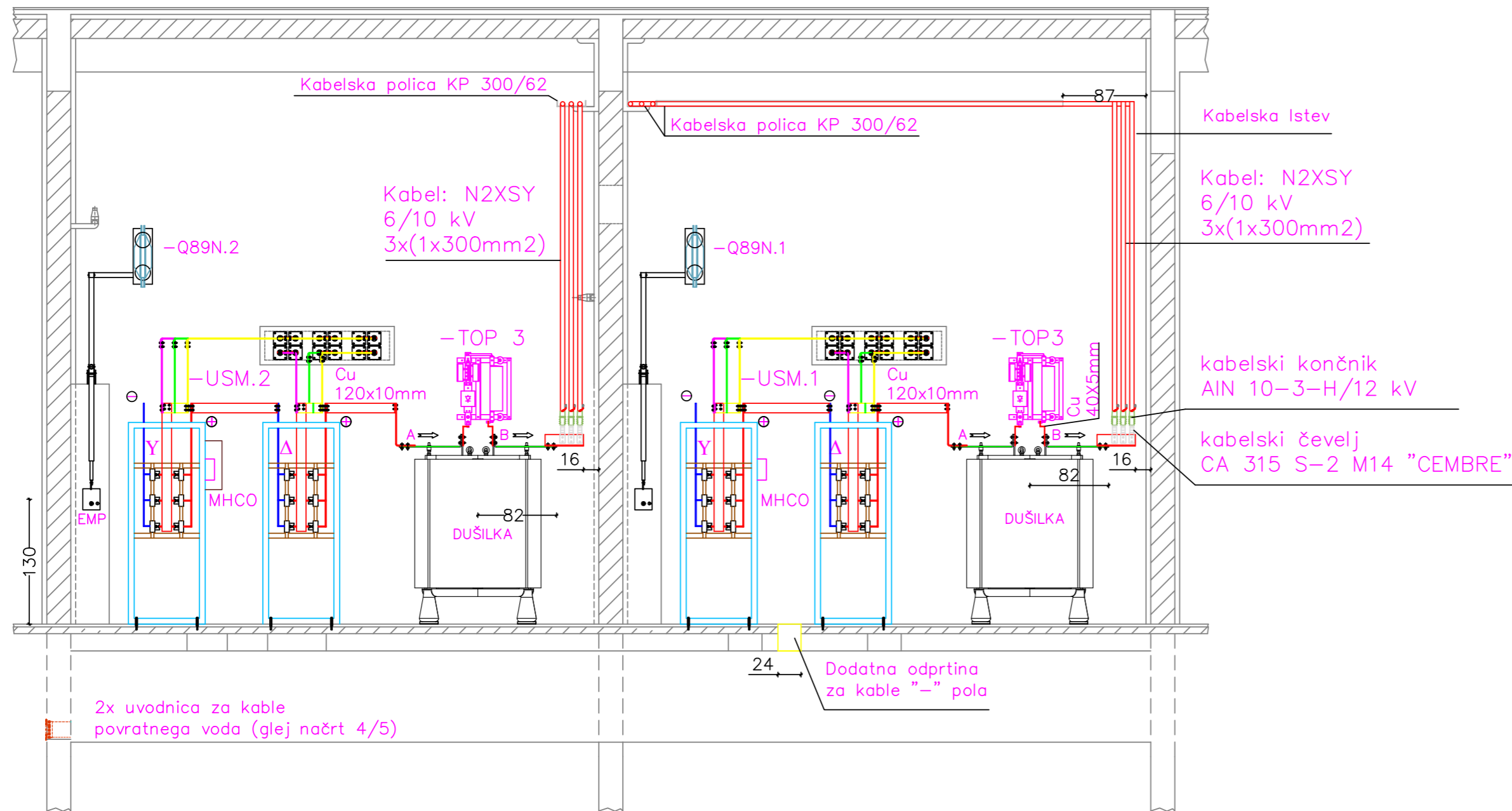
ZG20

0108

007.2213

G.034

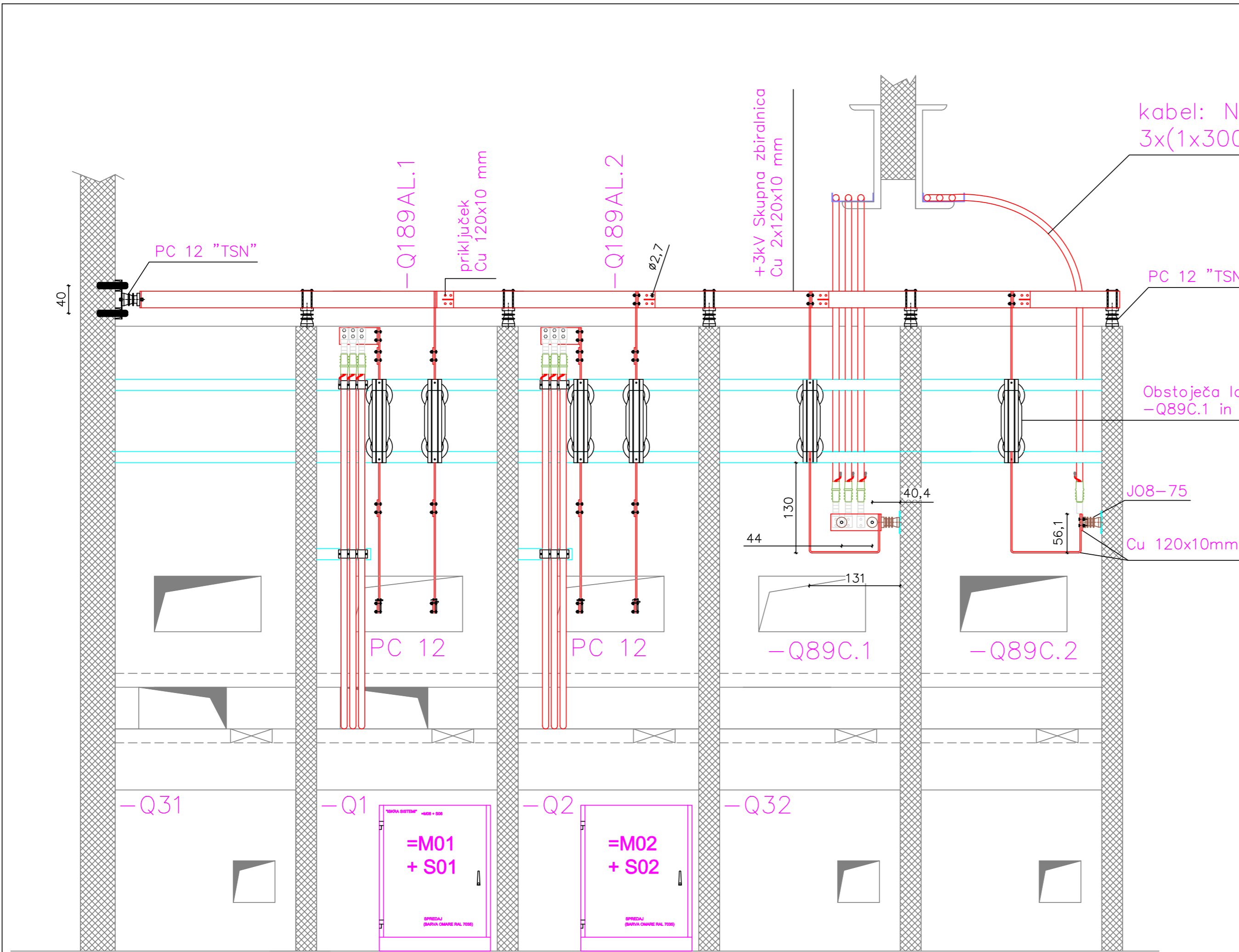
11



POTEK ZBIRALNIC IN KABLOV
POZITIVNEGA POLA
USMERNIKOV S PRIKLJUÈKI
NA DUŠILKO
REZ B - B
MERILO 1:50

4/2

Datum:		Opis spremembe:		Podpis:		
Investitor:		Republika Slovenija		Republika Slovenija Ministrstvo za infrastrukturo Direkcija RS za infrastrukturo Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana tel.: 01 478 80 02, fax: 01 478 81 23		
Projektant:		sž - projektivno podjetje ljubljana, d.d. projektiranje, inženiring, svetovanje Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana tel.: 01 300 76 00, fax: 01 300 76 36				
Projekt: NADGRADNJA ODSEKA PROGE KRANJ-JESENICE NA PROGI ŠT. 20 LJUBLJANA-JESENICE-d.m.						
Objekt: ODSEK KRANJ-PODNART						
Načrt:		4/2 ENP KRANJ - zamenjava usmerniških agregatov		Odg. vodja projekta: G-2912 Gregor Rakar, univ.dipl.inž.grad. Odg. projektant načrta: E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el. Izdal: E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.		
Vrsta načrta: 4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme						
Risba: Potek zbiralnic in kablov pozitivnega pola usmernikov s priključki na dušilko, rez B-B						
Št. proge:	Vrsta projekta:	Merilo:	Datum:	Projekt št.:	Načrt št.:	Int. št. podiz.:
20	IZN	/	april 2019	3684/KP	3684/KP_4/2	
Št. odseka:	Arhivska številka:	Faza/objekt:	Šifra risbe:	Prostor za črtno kodo:		Risba št.:
ZG20	0108	007.2213	G.035			12



PRIKLJUČITEV KABLOV POZITIVNEGA POLA USMERNIKOV NA SKUPNE 3 kV ZBIRALNICE - POGLED SPREDAJ

MERILO 1:50

4/2

Datum: _____ Opis spremembe: _____ Podpis: _____

Investitor:  **Republika Slovenija**
Republika Slovenija
Ministrstvo za infrastrukturo
Direkcija RS za infrastrukturo
Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana
tel.: 01 478 80 02, fax: 01 478 81 23

Projektant: 
sž - projektivno podjetje ljubljana, d.d.
projektiranje, inženiring, svetovanje
Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana
tel.: 01 300 76 00, fax: 01 300 76 36

Projekt: **NADGRADNJA ODSEKA PROGE KRANJ-JESENICE
NA PROGI ŠT. 20 LJUBLJANA-JESENICE-d.m.**

Objekt: **ODSEK KRANJ-PODNART**

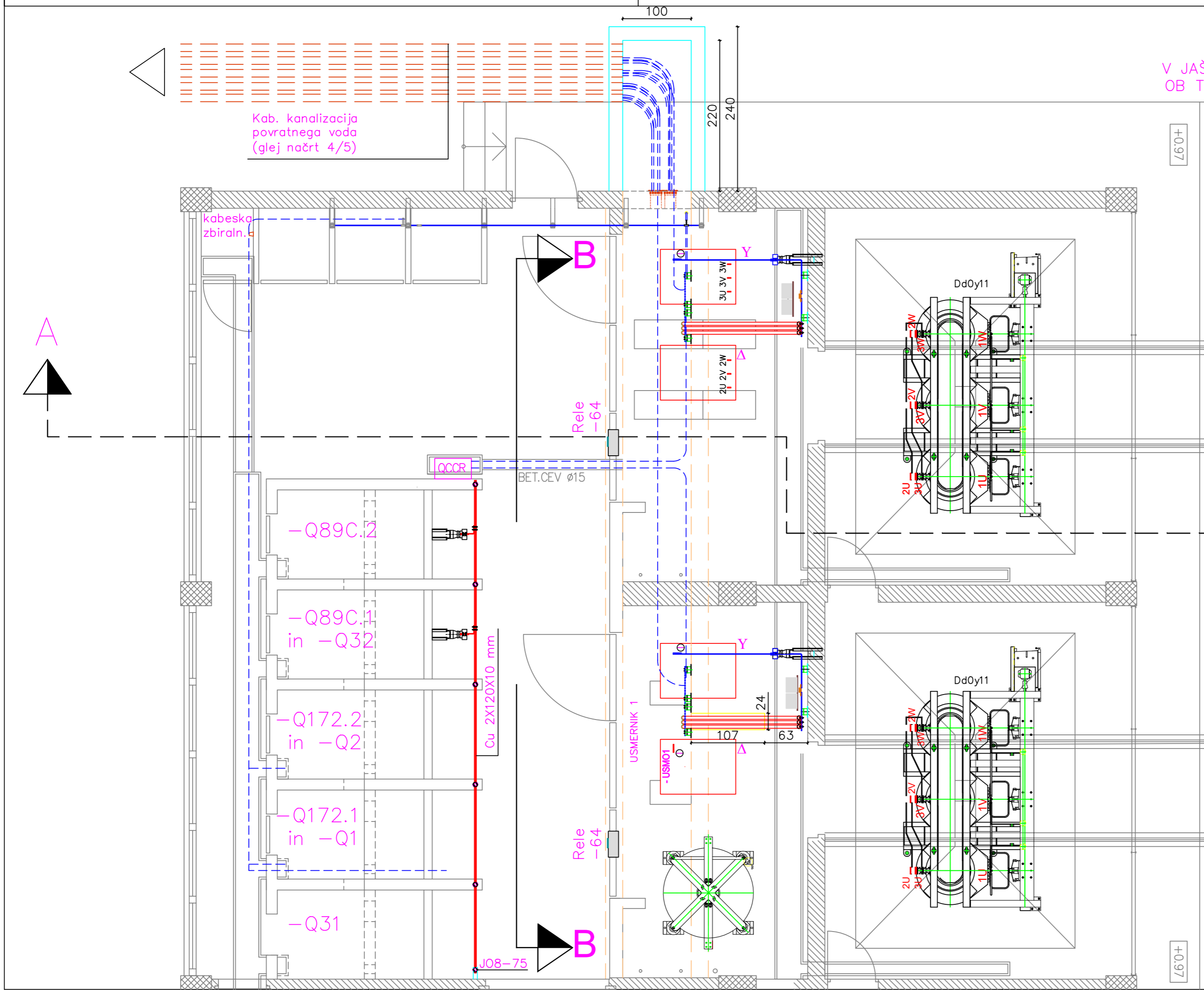
Načrt: **4/2 ENP KRANJ - zamenjava
usmerniških agregatov**

Odg. vodja projekta: **G-2912 Gregor Rakar, univ.dipl.inž.grad.**
Odg. projektant načrta: **E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.**
Izdal: **E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.**

Vrsta načrta: **4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme**

Risba: **Priključitev kablov pozitivnega pola usmernikov na skupne 3 kv zbir. - pogled spredaj**

Št. proge: 20	Vrsta projekta: IZN	Merilo: /	Datum: april 2019	Projekt št.: 3684/KP	Načrt št.: 3684/KP_4/2	Int. št. podiz.:
Št. odseka:	Arhivska številka:	Faza/objekt:	Šifra risbe:	Prostor za črtno kodo:		Risba št.:
ZG20	0108	007.2213	G.036			13



PRIKLJUČITEV NEGATIVNEGA
POLA USMERNIKOV NA
ZBIRALNICE POVRATNEGA
VODA
TLORIS
MERILO 1:50

4/2

Datum: Opis spremembe: Podpis:

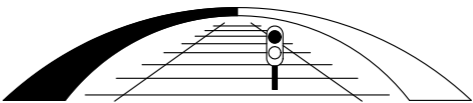
Investitor:



Republika
Slovenija

Republika Slovenija
Ministrstvo za infrastrukturo
Direkcija RS za infrastrukturo
Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana
tel.: 01 478 80 02, fax: 01 478 81 23

Projektant:



sž - projektivno podjetje ljubljana, d.d.
projektiranje, inženiring, svetovanje
Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana
tel.: 01 300 76 00, fax.: 01 300 76 36

Projekt: NADGRADNJA ODSEKA PROGE KRANJ-JESENICE
NA PROGI ŠT. 20 LJUBLJANA-JESENICE-d.m.

Objekt: ODSEK KRANJ-PODNART

Načrt: 4/2 ENP KRANJ - zamenjava
usmerniških agregatov

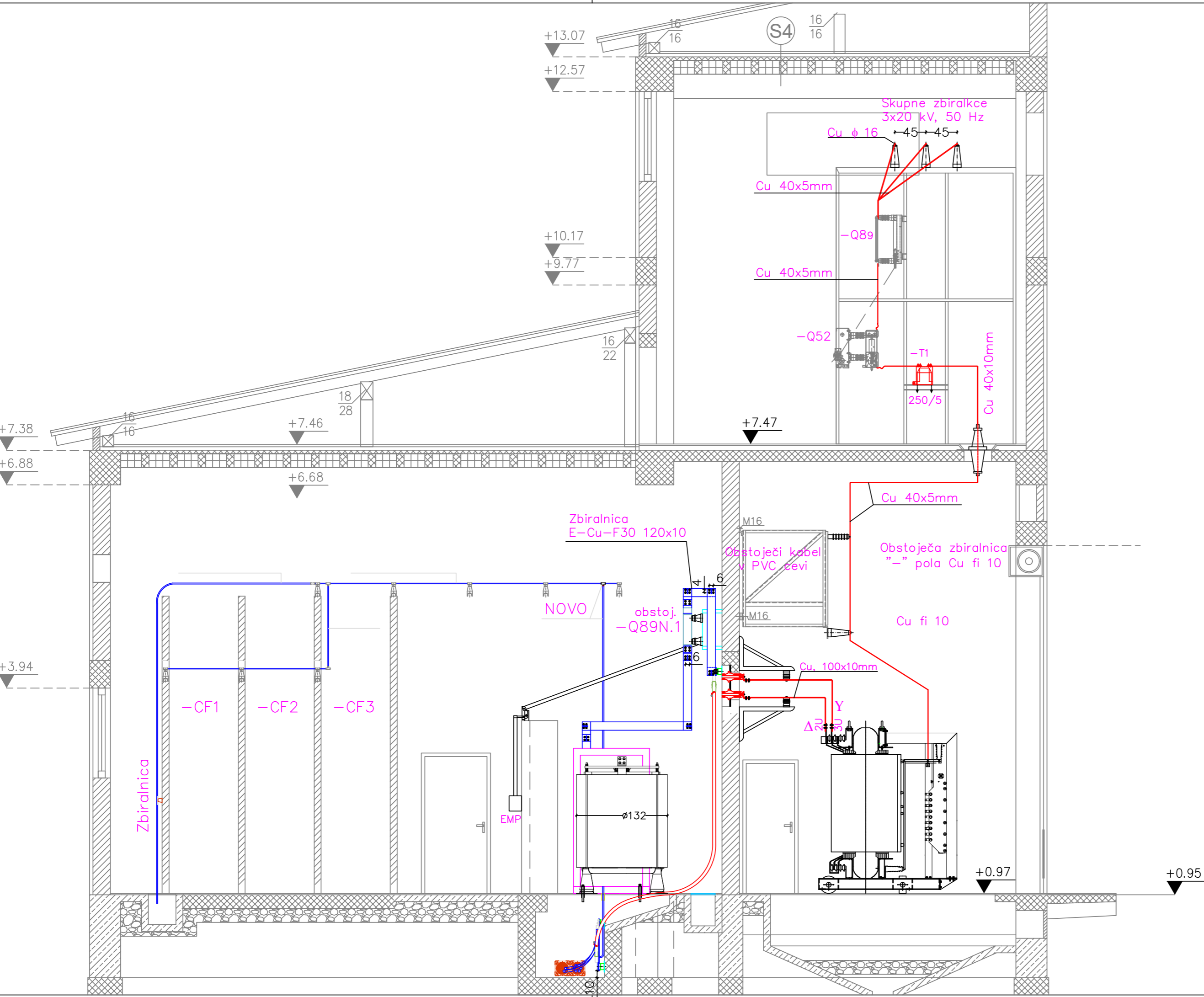
Vrsta načrta: 4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme

Risba: Priključitev negativnega pola usmernikov na zbiralnice povratnega voda, tloris

Št. proge: 20	Vrsta projekta: IZN	Merilo: /	Datum: april 2019	Projekt št.: 3684/KP	Načrt št.: 3684/KP_4/2	Int. št. podiz.:
Št. odseka:	Arhivska številka:	Faza/objekt:	Šifra risbe:	Prostor za črtno kodo:		Risba št.:

ZG20 0108 007.2213 G.024

14



PRIKLJUČITEV NEGATIVNEGA
POLA USMERNIKOV NA
ZBIRALNICE POVRATNEGA
VODA
REZ A-A
MERILO 1:50

4/2

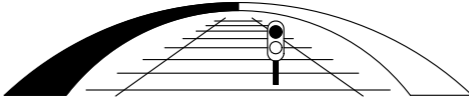
Datum: Opis spremembe: Podpis:



Republika
Slovenija

Republika Slovenija
Ministrstvo za infrastrukturo
Direkcija RS za infrastrukturo
Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana
tel.: 01 478 80 02, fax: 01 478 81 23

Projektant:



sž - projektivno podjetje ljubljana, d.d.
projektiranje, inženiring, svetovanje
Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana
tel.: 01 300 76 00, fax.: 01 300 76 36

Projekt:

NADGRADNJA ODSEKA PROGE KRANJ-JESENICE
NA PROGI ŠT. 20 LJUBLJANA-JESENICE-d.m.

Objekt:

ODSEK KRANJ-PODNART

Id. št.:

Ime:

Načrt:

4/2 ENP KRANJ - zamenjava
usmerniških agregatov

Odg. vodja
projekta:

G-2912 Gregor Rakar, univ.dipl.inž.grad.

Odg. projektant
načrta:

E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.

Izdela:

E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.

Vrsta načrta:

4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme

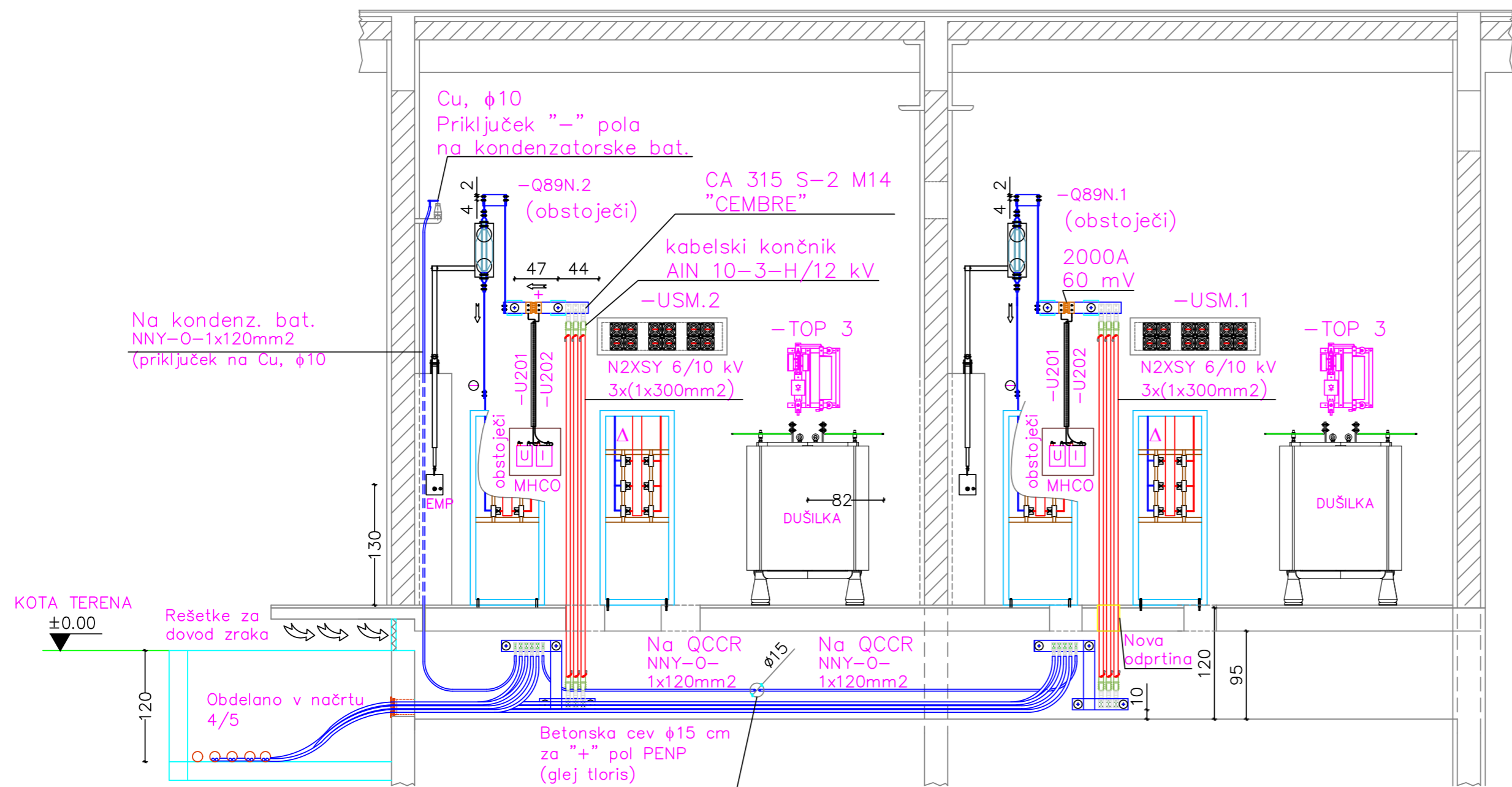
Risba:

Priključitev negativnega pola usmernikov na zbiralnice povratnega voda, REZ A-A

Št. proge: 20	Vrsta projekta: IZN	Merilo: /	Datum: april 2019	Projekt št.: 3684/KP	Načrt št.: 3684/KP 4/2	Int. št. podiz.:
Št. odseka:	Arhivska številka:	Faza/objekt:	Šifra risbe:	Prostor za črtno kodo:		Risba št.:

ZG20 0108 007.2213 G.037

15



PODLED SPREDAJ NA USMERNIŠKA PROSTORA

PRIKLJUČITEV NEGATIVNEGA POLA USMERNIKOV NA ZBIRALNICE POVRATNEGA VODA REZ B-B MERILO 1:50

4/2

Datum: Opis spremembe: Podpis:



Republika
Slovenija

Republika Slovenija
Ministrstvo za infrastrukturo
Direkcija RS za infrastrukturo
Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana
tel.: 01 478 80 02, fax: 01 478 81 23



sž - projektivno podjetje ljubljana, d.d.
projektiranje, inženiring, svetovanje
Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana
tel.: 01 300 76 00, fax.: 01 300 76 36

Projekt: NADGRADNJA ODSEKA PROGE KRANJ-JESENICE
NA PROGI ŠT. 20 LJUBLJANA-JESENICE-d.m.

Objekt: ODSEK KRANJ-PODNART

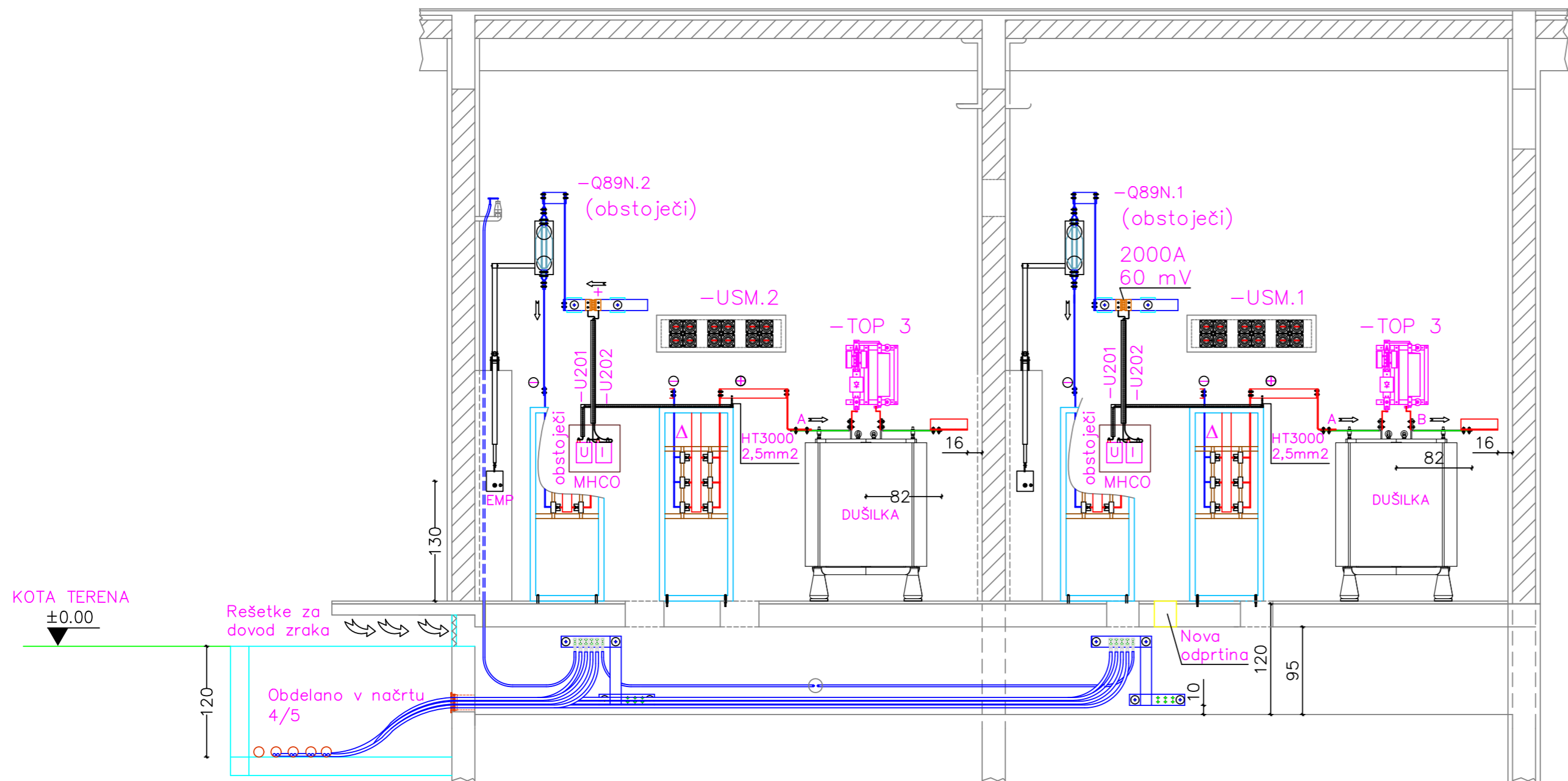
Načrt: 4/2 ENP KRANJ - zamenjava usmerniških agregatov

Vrsta načrta: 4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme

Risba: Priključitev negativnega pola usmernikov na zbiralnice povratnega voda, REZ B-B

Št. proge: 20	Vrsta projekta: IZN	Merilo: /	Datum: april 2019	Projekt št.: 3684/KP	Načrt št.: 3684/KP 4/2	Int. št. podiz.:
Št. odseka:	Arhivska številka:	Faza/objekt:	Šifra risbe:	Prostor za črtno kodo:		Risba št.:

ZG20	0108	007.2213	G.038			16
------	------	----------	-------	--	--	----



PODLED SPREDAJ NA USMERNIŠKA PROSTORA

PRIKLJUČITEV NAPETOSTNIH IN TOKOVNIH MP ZA MERITVE ENOSMERNE NAPETOSTI IN ENOSMERNEGA TOKA USMERNIKA

MERILO 1:50

4/2

Datum: Opis spremembe: Podpis:



Investitor:

Republika Slovenija

Republika Slovenija

Ministrstvo za infrastrukturo

Direkcija RS za infrastrukturo

Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana

tel.: 01 478 80 02, fax: 01 478 81 23



Projektant:

sž - projektivno podjetje ljubljana, d.d.

projektiranje, inženiring, svetovanje

Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana

tel.: 01 300 76 00, fax: 01 300 76 36

Projekt: NADGRADNJA ODSEKA PROGE KRANJ-JESENICE
NA PROGI ŠT. 20 LJUBLJANA-JESENICE-d.m.

Objekt: ODSEK KRANJ-PODNART

Načrt: 4/2 ENP KRANJ - zamenjava usmerniških agregatov

Odg. vodja projekta: G-2912 Gregor Rakar, univ.dipl.inž.grad.

Odg. projektant načrta: E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.

Izdal: E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.

Vrsta načrta: 4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme

Risba: Priključitev napetostnih in tokovnih mp za meritve enos. nap. in enos. toka usmernika

Št. proge: 20	Vrsta projekta: IZN	Merilo: /	Datum: april 2019	Projekt št.: 3684/KP	Načrt št.: 3684/KP_4/2	Int. št. podiz.:
Št. odseka:	Arhivska številka:	Faza/objekt:	Šifra risbe:	Prostor za črtno kodo:		Risba št.:
ZG20	0108	007.2213	G.039			17

MERILO 1:50

4/2

Datum:	Opis spremembe:	Podpis:

Datum:

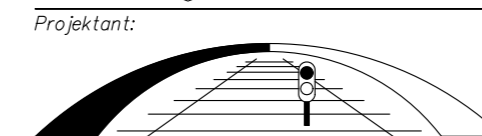
Opis spremembe:

dpis:



Republika
Slovenija

Republika Slovenija
Ministrstvo za infrastrukturo
Direkcija RS za infrastrukturo
Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana
tel.: 01 478 80 02, fax: 01 478 81 23



sž - projektivno podjetje ljubljana, d.d.
projektiranje, inženiring, svetovanje
Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana
tel.: 01 300 76 00, fax.: 01 300 76 36

Projekt: **NADGRADNJA ODSEKA PROGE KRANJ-JESENICE
NA PROGI ŠT. 20 LJUBLJANA-JESENICE-d.m.**

Objekt: ODSEK KRANJ-PODNART

Id. št.: Ime:

G-2912 Gregor Rakar, univ.dipl.inž.grad.

Načrt: **4/2 ENP KRANJ - zamenjava usmerniških agregatov**

Odg. vodja
projekta:

E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.

Vrsta načrta:

4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme

Izdelal:

E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.

Risba: Priključitev napetostnega mp za meritve enosm. napetosti usmernika, stranski pogled

Št. proge: 20	Vrsta projekta: IZN	Merilo: /	Datum: april 2019	Projekt št.: 3684/KP	Načrt št.: 3684/KP_4/2	Int. št. podiz.:
Št. odseka: ZG20	Arhivska številka: 0108	Faza/objekt: 007.2213	Šifra risbe: G.040	Prostor za črtno kodo: 		Risba št.: 18