

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 VIČ – zamenjava usmerniških agregatov**

Investitor:



REPUBLIKA SLOVENIJA
Ministrstvo za infrastrukturo
Direkcija RS za infrastrukturo
Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana

Projekt/Objekt:

Nadgradnja medpostajnega odseka
Ljubljana - Brezovica

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, SI - 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: **3685_4/2**

Kraj in datum: **Ljubljana, julij 2019**

Popravljen po pripombah: **Ljubljana, september 2019**

Številka projekta: **3685**

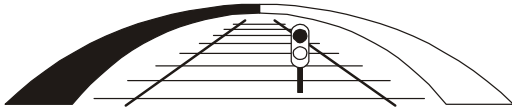
Odgovorni vodja projekta:

Boris Brilly,
univ. dipl. inž. grad.
G-2753

Podpis:

BORIS BRILLY
univ.dipl.inž.grad.
IZS G-2753

ZG50	0098	007.2121	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

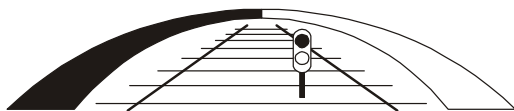
1	Naslovna stran	S.1
2	Kazalo vsebine načrta	S.3.2
3	Izjava odgovornega projektanta načrta	S.5.1
4	Tehnični opis	T.1
	4.1 Tehnično poročilo	T.1.1
	4.2 Tehnične priloge	T.1.3
	4.3 Popis del s predizmerami	T.2.1
	4.4 Projektantski predračun	T.2.2

ZG50

0098

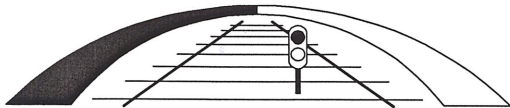
007.2121

S.3.2



5	Risbe:	
	1. Enopolna shema	G.051
	2. Presek vodnikov glavnih energetskih tokokrogov	G.052
	3. Blok shema električnih povezav in upravljanje usmerniške skupine 1	G.053
	4. Blok shema električnih povezav in upravljanje usmerniške skupine 2	G.054
	5. Razporeditev naprav – pritličje	G.020
	6. Razporeditev naprav – pritličje in nadstropje, rez A-A	G.021
	7. Razporeditev naprav usmerniških skupin – pritličje, rez B-B	G.022
	8. Ograja usmerniških prostorov z odprtini za prezračevanje	G.023
	9. Potek zbiralnic med usmernikom in transformatorjem – pritličje	G.024
	10. Potek zbiralnic med usmernikom, transformatorjem in 20 kV celico – pritličje in nadstropje, rez A-A	G.033
	11. Potek zbiralnic med skozniki in priključki usmernika, rez B-B	G.034
	12. Potek zbiralnic in kablov pozitivnega pola usmernikov s priključki na dušilko - pritličje	G.025
	13. Potek zbiralnic in kablov pozitivnega pola usmernikov s priključki na dušilko – rez B-B	G.035
	14. Priključitev kablov pozitivnega pola usmernika na skupne 3 kV zbiralnice – pogled spredaj	G.036
	15. Priključitev negativnega pola usmernikov na zbiralnice povratnega voda - pritličje	G.026
	16. Priključitev negativnega pola usmernikov na zbiralnice povratnega voda – rez B-B	G.037
	17. Priključitev negativnega pola usmernikov na zbiralnice povratnega voda – rez A-A	G.038
	18. Priključitev napetostnih in tokovnih merilnih pretvornikov na usmernik 1	G.039
	19. Priključitev napetostnih in tokovnih merilnih pretvornikov na usmernik 2	G.040
	20. Zamenjava podpornih izolatorjev na 20 kV zbiralkah	G.051

ZG50	0098	007.2121	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. **3685_4/2 »ENP VIČ – 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
 - s podsistemom energija, TSI – 2014/1301/EU z dne 12. 12. 2014,
3. da je predmetni izvedbeni načrt v skladu s pravilnikom:
 - Pravilnik o projektiranju, gradnji in vzdrževanju stabilnih naprav električne vleke enosmerne sistema 3 kV, Uradni list RS, št. 82/2006.

3685_4/2

(št. načrta)

Mitja Žerjav, dipl. inž. el., E-1960

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

Ljubljana, julij 2019

(kraj in datum izdelave)

MITJA ŽERJAV
dipl.inž.el.
IZS E-1960

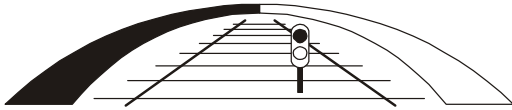
(osebni žig, podpis)

ZG50

0098

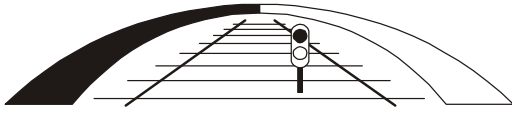
007.2121

S.5.1



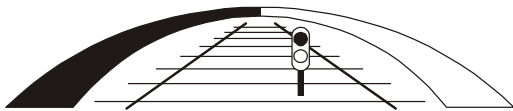
4 TEHNIČNI OPIS

ZG50	0098	007.2121	T.1	
-------------	-------------	-----------------	------------	--



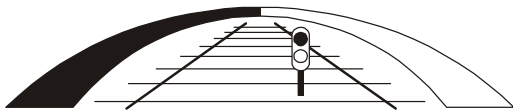
4.1 TEHNIČNO POROČILO

ZG50	0098	007.2121	T.1.1	
-------------	-------------	-----------------	--------------	--

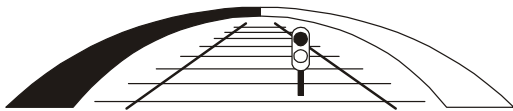


Vsebina

1	PREDMET IZVEDBENEGA NAČRTA.....	3
2	OBSTOJEČE STANJE	3
3	NOVO STANJE.....	4
4	PREDVIDENI OBSEG ZAMENJAV	5
4.1	Zamenjava naprav in opreme usmerniških agregatov	5
4.2	Zamenjava preostale opreme.....	5
4.3	Dodatne nove naprave	6
5	TEHNIČNI IZRAČUNI ZA DIMENZIONIRANJE IN IZBIRO OPREME.....	6
5.1	Izračun nazivnih vrednosti usmerniškega agregata.....	6
5.2	Tokovne obremenitve pri kratkimi stiki.....	7
5.2.1	Kratek stik na 20 kV zbiralkah.....	7
5.2.2	Kratek stik na sekundarni strani usmerniškega transformatorja	7
5.2.3	Kratek stik na enosmerni strani usmernika.....	8
6	ENOPOLNA SHEMA Z OPISOM FUNKCIONALNEGA DELOVANJ.....	9
6.1	Stikališče izmenične napetosti 20 kV, 50 Hz	9
6.2	Usmerniški agregat	10
6.3	Stikališče enosmerne napetosti 3 kV	10
6.4	Priključitev usmernikov na tirnice povratnega voda	10
6.5	Sekundarna oprema.....	10
6.5.1	Naprava za omejitev električne napetosti (VLD).....	11
6.5.2	Naprava za kontrolo neprekinjenosti kablov povratnega voda	11
6.5.3	Naprave za merjenje električne energije	11
7	OPIS NAPRAV, NJIH IZBIRA IN NAMESTITEV V PROSTORU	11
7.1	Usmerniški agregat	11
7.1.1	Usmerniški transformator (=TR.1+TR.1 in =TR.2+TR.2).....	11
7.1.2	Usmernik (-USM.1 in -USM.2).....	14
7.1.3	Dušilka aperiodičnega filtra (=LD)	15
7.1.4	Tokovni zaščitni transformator –T1.....	16
7.1.5	Merilni shunt	16
7.1.6	Skozniki.....	16
7.2	Preostale naprave v zvezi z zamenjavo usmerniških agregatov	17
7.2.1	Tokovni merilni transformatorji –T1	17
7.2.2	Napetostni merilni transformatorji	17
7.2.3	Števci za merjenje električne energije.....	17
7.2.4	Podporni izolatorji za notranjo montažo.....	18
8	ELEKTRIČNE POVEZAVE PRIMARNIH NAPRAV.....	18
8.1	Usmerniški transformator.....	18
8.1.1	Priključitev primarnega navitja na 20 kV.....	18
8.1.2	Priključitev sekundarnih navitij na usmernik.....	18
8.2	Usmernik.....	18
8.2.1	Priključitev pozitivnega pola usmernika na skupno 3 kV zbiralko.....	18
8.2.2	Priključitev negativnega pola usmernika na povratni vod	19



8.2.3	Priključitev merilnih pretvornikov	19
8.3	Skupne zbiralke na izmenične 20 kV in 3 kV enosmernem napetostnem nivoju	19
8.3.1	Skupne 20 kV zbiralke.....	20
8.3.2	Zbiralke v 20 kV merilnih celicah =J01 in =J07.....	20
8.4	Skupne 3 kV zbiralke napajalnih linij.....	20
9	TERMIČNA TRAJNA IN KRATKOSTIČNA TRDNOST VODNIKOV IN NAPRAV	20
9.1	Termična trajna trdnost.....	20
9.2	Termična kratkostična trdnost.....	21
10	KONTROLA SKUPNIH ZBIRALK NA DINAMIČNO TRDNOST	23
10.1	Skupne trifazne zbiralke na 20 kV-nem postroju.....	23
11	UPRAVLJANJE Z NOVIMA USMERNIŠKIMA AGREGATOMA.....	24
12	SISTEM DALJINSKEGA VODENJA SNEV	25
12.1	Splošni opis	25
12.2	Vsebina IZN načrtov za predelavo usmerniške skupine (=W+B1, =W+B2).....	25



1 PREDMET IZVEDBENEGA NAČRTA

V sklopu projektne naloge za izdelavo izvedbenega načrta **»Nadgradnja medpostajnih odsekov Ljubljana-Brezovica-Preserje-Borovnica in Rakek-Postojna«**, med drugim, je tudi predvidena zamenjava dveh usmerniških agregatov v ENP Vič, kar je predmet tega načrta.

Projektna naloga se nahaja v vodilni mapi projekta št. 3685, katerega je sestavni del tudi ta Izvedbeni načrt. V mapi tega načrta »Splošni del IzN ENP Vič« je priložen izvleček projektne naloge, ki se nanaša na zamenjavo usmerniških agregatov v ENP Vič.

2 OBSTOJEČE STANJE

Elektronapajalna postaja Vič je v obratovanju od leta 1963 in je bila, do danes, že dvakrat delno posodobljena. Prvič, ko je izvedena zamenjava usmerniškega agregata, z živosrebrovim usmernikom, z usmerniškim agregatom z diodnim usmernikom in drugič, ko je vgrajen še en dodatni usmerniški agregat z diodnim usmernikom.

Obstoječa usmerniška agregata sta nazivne moči 3680 kVA pri enosmernem nazivnem toku 1000 A in usmerjeni napetosti 3680 V, v praznem teku. Usmerniški transformator je z enim sekundarnim navitjem za napajanje usmernika z enojnim trifaznim mostičem.

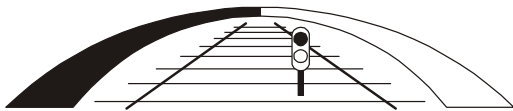
Usmerjanje napetosti je 6-pulzno, z aperiodičnim filtrom za glajenje napetosti na izhodu usmernika. Aperiodični filter je sestavljen iz skupne kondenzatorske baterije nazivne kapacitivnosti 360 μF in skupne dušilke nazivne induktivnosti 6 mH. Kondenzatorska baterija je priključena med skupnim pozitivnim 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.

Usmerniški transformator in usmernik sta vgrajena vsak v svojem prostoru v pritličju zgradbe ENP. Prostora sta med seboj ločena z nosilno protipožarno steno z vgrajenimi skoznjiki za električno povezavo med transformatorjem in usmernikom. Usmerniški transformator in usmernik sta v blok vezavi. Povezava med njima je izvedena preko treh skoznjikov s pomočjo ploščatega bakra dimenzij 60x5 mm.

Primarni priključki usmerniških transformatorjev so povezani na 20 kV usmerniške celice, ki se nahajajo v nadstropju zgradbe. Povezava je izvedena preko skoznjikov v stropu s pomočjo vodnikov iz ploščatega bakra dimenzij 50 x 5 mm. Na posamezni fazni vodnik je priključen po en cink oksidni (ZnO) odvodnik prenapetosti nazivne vrednosti 21kV/10kA in po en kapacitivni indikator napetosti. Odvodniki prenapetosti so istočasno podporni izolatorji, ki so pritrjeni na kovinsko nosilno konstrukcijo. Fazni vodniki so pobarvani in sicer: L1 rumene, L2 zelene in L3 vijolične barve.

Usmerniški celici =J02 (za usmerniški agregat št. 1) in =J06 (za usmerniški agregat št. 2) sta opremljeni z tripolnim ločilnikom -Q89, vakuumskim odklopnikom -Q52 in tokovnimi zaščitnimi transformatorji T1 tokovne prestave 100/5 A. Celici sta na skupne vzdolžne trifazne zbiralke priključene s termi faznimi vodniki iz okroglega bakra polnega prereza ϕ 10 mm. Ta povezava je le do tripolnega ločilnika -Q89, od tripolnega ločilnika je povezava izvedena s ploščatim bakrom dimenzij 50 x 5 mm, ki so rumene, zelene in vijolične barve.

Skupne trifazne zbiralke, ki potekajo vzdolžno nad celicami 20 kV-nega postroja, so iz okroglega bakra polnega prereza premera ϕ 16 mm. Vodniki posameznih faz so pobarvani v standardne barve za srednjepotnostne vodnike in sicer: L1 rumene, L2 zelene in L3



vijolične barve. Zbiralke so preko keramičnih podpornih izolatorjev pritrjene na kovinsko nosilno konstrukcijo.

Pozitivni pol usmernika je s pomočjo bakrenih zbiralk dimenzij 60 x 10 mm in enopolnega ločilnika -Q89C priključen na skupne 3 kV zbiralke napajalnih linij.

Negativni pol usmernika je s pomočjo bakrenih zbiralk dimenzij 60 x 10 mm in enopolnega ločilnika -Q89N priključen na skupno zbiralko povratnega voda 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 zbiralka med enopolnim ločilnikom Q89N in dušilko v mednadstropju,
- kabel med usmernikom in zbiralko pozitivnega pola,
- bakrena zbiralka pozitivnega pola usmernika
- merilni shunt 1500 A / 60 mV, ki je vgrajen v zbiralki negativnega pola za merjenje enosmerne toka,
- tokovni in napetostni merilni pretvornik za meritve enosmerne toka in napetosti usmernika,
- krmilna omarica elektromotorne pogona ločilnika Q89N,
- magnetni senzor ozemljilnega releja -64,
- elektronski del releja -64, ki je nameščen v zaščitni ograji,
- končno stikalo na vratih za vstop v usmerniški prostor.

3 NOVO STANJE

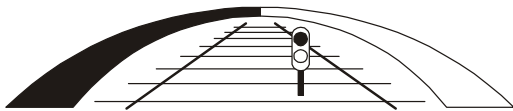
Predvidena obstoječa usmerniška agregata sta vsak nazivne enosmerne moči 5400 kW, pri nazivnem enosmernem toku 1500 A in usmerjeni napetosti 3600 V, v praznem teku.

Usmerniški transformator je v suhi izvedbi (AN) z ON LOAD preklopnikom stopenj oz. regulacijo napetosti pod obremenitvijo.

Usmernik je diodni, sestavljen iz dvojnega trifaznega mostiča za 12-pulzno usmerjanje napetosti. V pozitivnem polu posameznega usmernika je vezana zračna dušilka za glajenje izmeničnih komponent usmerjenega toka in zaščito usmerniških diod pred tokovnimi sunki, ki so posledica zunanjih kratkih stikov ali hitrih sprememb vlečnega toka. Inducirano napetost na dušilki, v primeru hitrih tokovnih sprememb, omejuje tiristorska naprava (TOP 3), ki je vezana vzporedno dušilki.

Zaradi povečanja moči usmerniških agregatov se, temu primerno, povečajo tokovne obremenitve na preostalih napravah ENP, zlasti na vodnikih skupnih zbiralk obeh napetostnih nivojev, izmenični 20 kV, 50 Hz in enosmerni 3 kV, ter vodnikih znotraj usmerniških in vodnih celic na 20 kV postroju. Temu primerno so se določeni vodniki prilagodili.

Zaradi povečanja instalirane in priključne moči ENP je Elektro Ljubljana izdala Soglasje za priključitev (št. 1156292-O z dne 31.01.2019), po katerem se zamenjajo merilne naprave za registracijo porabe električne energije, ki so navedene v točki 4.2 tega tehničnega poročila. Instalirana moč ENP se povečala iz 7360 kVA na 10800 kVA, priključna iz 2700 kW na 4400 kW.



4 PREDVIDENI OBSEG ZAMENJAV

4.1 Zamenjava naprav in opreme usmerniških agregatov

Obseg zamenjav usmerniških agregatov zajema:

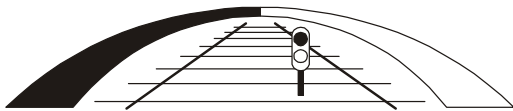
- zamenjavo obeh usmerniških transformatorjev, ki sta v oljni izvedbi: z močnejšima v suhi izvedbi in dvema sekundarnima navitjema za 12-pulzno usmerjanje napetosti,
- zamenjavo obeh usmernikov: z usmernikoma z dvojnimi trifaznimi mostičem, v serijski vezavi, za 12-pulzno usmerjanje napetosti in nazivnim tokom 1500 A na usmernik,
- v 20 kV usmerniških celicah =J02 in =J06 se:
 - o tokovna zaščitna transformatorja –T1 tokovne prestave 100/5 A nadomestita z novima tokovne prestave 200/5 A,
 - o tripolna ločilnika –Q89-1 in –Q89-2 se zamenjata z novima, obstoječi ročni pogon se le prilagodi na nova ločilnika,
- obstoječi merilni shunt 1500 A / 60 mV se nadomesti z novim, 2000 A / 60 mV,
- bakrene zbiralke na primarnih priključkih usmerniškega transformatorja se prilagodijo glede na izvedbo primarnih priključkom novega transformatorja,
- bakrene zbiralke na sekundarnih priključkih usmerniškega transformatorja, skupaj s skozniki za povezavo transformatorja na usmernik, se nadomestijo z novimi Cu zbiralkami in novimi skozniki (preseki ustreza povečanim tokovnim obremenitvam),
- bakrene zbiralke, ki povezujejo pozitivni pol usmernika na skupno zbiralko napajalnih linij, kakor tudi bakrene zbiralke, 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 zbiralko in tiristorsko zaščitno napravo. Slednja se priključi vzporedno na eno izmed novih dušilk usmernika skupno bakreno zbiralko. V celici ostane bakrena zbiralka povratnega voda z določenimi kabli »-« pola, ki se ob zamenjavi usmernikov ne predstavljajo.
- zamenjavo zračne bakrene dušilke v povratnem vodu z dvema zračnima aluminijastima dušilkama, ki se vgradi v pozitivni pol posameznega usmernika.

Preostala oprema in naprave usmerniških agregatov, ki so našteje v točki 3 se ne zamenjujejo in ostane v obratovanju še naprej.

4.2 Zamenjava preostale opreme

Obseg zamenjav zajema:

- zamenjavo vseh keramičnih podpornih izolatorjev (dotrajani, pokajo,...), na skupnih trifaznih zbiralkah v 20 kV postroju z novimi podpornimi izolatorji iz epoksidne smole (zbiralke se na novo prebarvajo),
- zamenjava skupnih 3 kV zbiralk napajalnih linij,
- zamenjava keramičnih podpornih izolatorjev z novimi epoksidnimi na skupnih 3 kV zbiralkah
- zamenjavo tokovnih merilnih transformatorjev v celicah =J01 in =J02, tokovne prestave 2x100/5/5 A, z novimi tokovne prestave 2x150/5/5 A (po Soglasju za priključitev),
- zamenjavo napetostnih merilnih transformatorjev v celicah =J01 in =J07 z novimi razreda napetostne prestave $\frac{20}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}} kV$ (po Soglasju za priključitev),
- zamenjava števecov za registracijo porabe električne energije (po Soglasju za priključitev).



4.3 Dodatne nove naprave

Dodatna naprava je le ena tiristorska zaščitna naprava (TOP 3) za zaščito ene izmed dveh dušilk, za drugo dušilko se uporabi že obstoječa tiristorska naprava.

5 TEHNIČNI IZRAČUNI ZA DIMENZIONIRANJE IN IZBIRO OPREME

5.1 Izračun nazivnih vrednosti usmerniškega agregata

V tabeli 5.1 so podane nazivne vrednosti tokov, napetosti in moči usmerniškega transformatorja in usmernika, ki so izračunane upoštevajoč zahteve iz projektne naloge naročnika. Teoretični računski faktorji so vzeti iz tabele 4 standarda SIST EN 50328:2003, tabele C.3 standarda SIST EN 50329:2003 in standarda SIST EN 50327:2003 (slednji se nanaša na idealno enosmerno moč P_{dio}).

		Teoretični računski faktorji	Izračunane nazivne vrednosti
Izmenična napetost na sekundarnih navitjih oz. na izmenični strani usmernika	$\frac{U_{dio}}{U_{Vo}}$	$\frac{6 \cdot \sqrt{2}}{\pi} = 2,70$	$U_{Vo} = 1333,33$ V tipska za ENP na SŽ je 1332V
Primarni tok usmerniškega transformatorja	$\frac{I_L}{I_{dN}}$	$(1 + \frac{1}{\sqrt{3}}) \cdot N$ $= 1,578 \cdot N$	$I_L = 157,58$ A
Izmenični tok na strani ventilov usmernika (= sekundarni tok transformatorja I_s)	$\frac{I_V}{I_{dN}}$	$\sqrt{2/3} = 0,816$	$I_V = 1224$ A
Idealna moč na primarnih priključkih transformatorja	$\frac{S_{LI}}{P_{dio}}$	1,01	$S_{LI} = 5454$ kVA
Idealna moč na vhodu ventilov (moč posameznega sekundarnega navitja)	$\frac{S_V}{P_{dio}}$	$\frac{1}{2} \cdot \frac{\pi}{3} = \frac{1}{2} \cdot 1,05$	$S_{V12} = S_{V13} = 2835$ kVA
$U_{dio} = 3600$ V zahtevano projektne naloge, srednja vrednost usmerjene napetosti (prazen. tek) $I_{dN} = 1500$ A zahtevano projektne naloge, nazivni enosmerni tok usmernika * zahteva projektne naloge, $N = U_{Vo}/U_L$ prestavno razmerje usmerniškega transformatorja $1,332/20 = 0,0666$ $P_{dio} = U_{dio} \times I_{dN} = 3600 \times 1500 = 5400$ kVA			

Tabela 5.1: Pretvorbeni faktorji in nazivni električni parametri usmerniške skupin

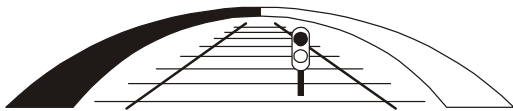
Usmerniški transformator in usmernik sta v blok vezavi in sta lahko obremenjena, skladno standardu EN 50329, razred VI tabela A.1, ter standardu SIST EN 50328 tabele 5.:

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

Upoštevaje navedeni razred obremenitve so v tabeli 5.2, podane tokovne vrednosti na izmenični in enosmerni strani usmerniškega agregata.

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

Tabela 5.2: Dovoljene tokovne obremenitve usmerniške skupine po razredu VI.



Za tokovno dimenzioniranje naprav in VN vodnikov usmerniškega agregata se upoštevajo dvourni tokovi, ki so v tabeli 5.2 poudarjeni krepko.

5.2 Tokovne obremenitve pri kratkimi stiki

5.2.1 Kratek stik na 20 kV zbiralkah

Vhodni podatki:

- maksimalna kratkostična moč RTP $S_C = 500$ MVA*
- nazivna napetost $U_{NL} = 20$ kV.
(podatka sta iz Soglasja za priključitev).

* Zaradi manjkajočega podatka o kratkostični moči elektroenergetskega omrežja v točki napajanja ENP smo pri izračunu kratkostičnega toka upoštevali kratkostično moč RTP, zavedajoč se, da bo dejanski kratkostični tok manjši, ker se bo del kratkostične moči od RTP do ENP izgubil na prenosnih kablovodih. Trajni tok kratkega stika, pri navedeni kratkostični moči, ne sme presegati vrednosti kratkostičnega toka na katerega so dimenzionirane vgrajene naprave v 20 kV postroju ENP. Najmanjša zdržna vrednost trajnega toka kratkega stika vgrajenih naprav znaša 16 kA, udarna komponenta kratkostičnega toka pa 40 kA.

Trajni tok kratkega stika znaša:

$$I_k'' = \frac{S_C}{\sqrt{3} \cdot U_{NL}} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 20} \cong 14 \text{ kA.}$$

Termična kratkostična trdnost naprav in vodnikov se dimenzionira na izračunani kratkostični tok.

Udarni kratkostični tok znaša:

$$I_u = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_k'' = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 14 \cong 35 \text{ kA,}$$

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:

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

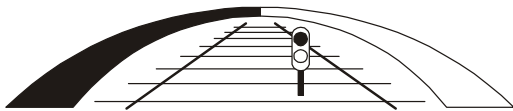
Udarni kratkostični tok je merodajen za dimenzioniranje naprav in vodnikov na dinamično (mehansko) trdnost znotraj 20 kV postroja.

5.2.2 Kratek stik na sekundarni strani usmerniškega transformatorja

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

Za ENP Vič 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:

$$I_{KS} = \frac{100 \cdot I_{NS}}{u_{k12} + u_{k13}} = \frac{100 \cdot 1224}{6 + 6} \cong 10 \text{ kA.}$$



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:

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

5.2.3 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. Glede na to, da nam slednja ni znana (manjka podatek o kratkostični moči v točki napajanja ENP), bomo izračun naredili le z upoštevanjem komutacijske reaktance usmerniških transformatorjev, zavedajoč se, da bodo dobljene vrednosti nekoliko višje kot, če bi upoštevali še napajalno omrežje. S pridobljenimi podatki bomo na bolj varni strani pri izbiri naprav in opreme.

Komutacijska reaktanca:

Izračun komutacijske reaktance:

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

pri čem je S_{V12} moč enega sekundarnega navita v MVA (tabela 1 tega poročila), U_{VO} medfazna napetost enega sekundarnega navitja v kV, u_{k12} kratkostična napetost na moč enega sekundarnega navitja v %.

Izračun faktorja K:

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

$$X_P = X_K - X_S$$

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

$$X_P = 0,0375 - 0,0031 = 0,0344 \Omega/\text{fazo}$$

$$K = \frac{0,0344}{0,0375} = 0,917 > \frac{2}{3}$$

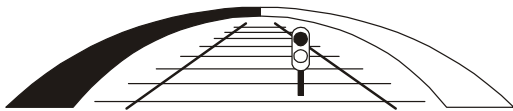
Kratek stik je v IV. delovnem območju usmernika in znaša:

$$I_{dK1} = I_{dK2} = \frac{\sqrt{2} \cdot U_{VO}}{(2 + \sqrt{3} \cdot K) \cdot X_K} = \frac{\sqrt{2} \cdot 1332}{(2 + \sqrt{3} \cdot 0,917) \cdot 0,0375} \cong 14 \text{ kA}$$

$$I_{dK1}^{\wedge} = 1,6 \cdot I_{dK1} = 1,6 \cdot 14 \text{ kA} \cong 22 \text{ kA}$$

Faktor 1,6 je izkustveni faktor.

Navedene vrednosti so za približno 10 % do 20 % višje od vrednosti, ki bi bile ob upoštevanju reaktance omrežja v točki napajanja ENP.



Kratek stik na skupnih 3 kV zbiralkah se napaja iz obeh usmernikov, ki obratujeta vzporedno. Ker imata oba usmerniška transformatorja enako kratkostično napetost, se lahko nadomestita z enim transformatorjem, skupne moči obeh in kratkostične napetosti enega.

Nadomestna komutacijska reaktanca v tem primeru:

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

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 5.3 so prikazani trajni in udarni kratkostični tokovi na vseh treh napetostnih nivojih:

- izmenični 20 kV, ki se nanaša skupne zbiralke 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 zbiralke napajalnih linij.

NAPETOSTNI NIVOJI	Trajni kratkostični tok (kA)	Udarni kratkostični tok (kA)
20 kV napetostni nivo	14	35
1,332 kV sekundar-usmernik	10	26
3 kV napetostni nivo	14 (en usmernik)	22
3 kV napetostni nivo	28 (oba usmernika)	45

Tabela 5.3: Kratkostični tokovi na različnih napetostnih nivojih v ENP

6 ENOPOLNA SHEMA Z OPISOM FUNKCIONALNEGA DELOVANJ

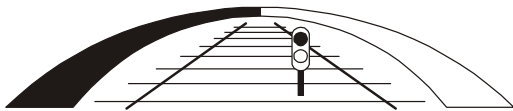
Ob zamenjavi usmerniških agregatov se spremeni tudi enopolna shema ENP. Nova enopolna shema je prikazana na risbi št. 1 tega načrta. Shema je dopolnjena z dvema ozemljilnima stikaloma –Q1T in –Q2T, ki sta namenjena za ozemljitev vozne mreže. Ozemljilna stikala sta predmet načrta 4/4, ki je sestavni del istega projekta kot ta načrt. Zaradi prestavitve odsekovnih stikal v notranjost zgradbe ENP, sta na enopolni shemi v zunanem 3 kV stikališču prikazani le zvezni stikali –Q5 in –Q6. Prestavitev odsekovnih stikal v notranjost zgradbe ENP je predmet načrta 4/3, predelava zunanjega stikališča pa načrta 4/6. Oba načrta sta sestavni del istega projekta kot ta načrt.

6.1 Stikališče izmenične napetosti 20 kV, 50 Hz

20 kV stikališče se nahaja v nadstropju zgradbe ENP. Izvedeno je v »H« stiku, z enojnimi trifaznimi zbiralkami, ki sta vzdolžno razdeljene na dva sektorja. S tem so primarne elektroenergetske naprave razdeljene na dve funkcionalni skupini. Stikališče je sestavljeno iz 7 zračnih celic in sicer:

– vodna celica (=J01 in =J07)	2x
– odvodna celica usmerniške skupine (=J02 in =J06)	2x
– odvodna celica TR lastne porabe (=J03 in =J05)	2x
– vzdolžna celica (=J04)	1x

Skupaj 7



Vodni celici =J01 in =J07 sta namenjeni za napajanje ENP, obračunskim in obratovalnim meritvam.

Znotraj posamezne celice so vgrajeni po trije tokovni in trije napetostni merilni transformatorji, za obračunske in obratovalne meritve. Na napajalni kablovod je celica priključena preko tripolnega ločilnika –Q9 s prigrajenim tripolnim ozemljilnim ločilnikom –Q8. Na skupne zbiralke je celica priključena preko tripolnega ločilnika –Q189.

Celica =J01 je rezervno napajanje in je priključena na kablovod »KB 20 kV TP 1131 SNB Dolgi most J01 – EPP Vič J01«

Celica =J07 je osnovno napajanje in je priključena na kablovod »KB 20 kV TP 1131 SNB Dolgi most J02 – EPP Vič J02«

Odvodni celici =J02 in =J06 sta namenjeni napajanju in zaščiti usmerniških transformatorjev. Na skupne zbiralke je celica priključena preko tripolnega ločilnika –Q89, preko vakuumskega odklopnika –Q52 in tokovnih zaščitnih transformatorjev pa na primarne priključke usmerniškega transformatorja. Preko tokovnih zaščitnih transformatorjev se nastavi razred obremenitve usmerniške skupine.

Odvodni celici =J03 in =J06 sta namenjeni za napajanje in zaščito transformatorjev lastne rabe.

Vzdolžna celica =J04 je namenjena za vzdolžno ločitev zbiralk.

6.2 Usmerniški agregat

Usmerniški agregat je namenjen konverziji izmenične napetosti nazivne vrednosti 20 kV, 50 Hz v enosmerno napetost nazivne vrednosti 3 kV, za potrebe napajanja električne vleke na železniški progi Ljubljana – Sežana.

Med pozitivnim in negativnim polom obeh usmernikov je priključena kondenzatorska baterija, ki skupaj z dušilkama posameznega usmernika sestavlja aperiodični filter za glajenje usmerjene napetosti.

6.3 Stikališče enosmerne napetosti 3 kV

Stikališče je namenjeno razvodu enosmerne napetosti za napajanje vozne mreže na dvotirni železniški progi Ljubljana – Sežana. Stikališče je razdeljeno na notranje in zunanje.

Znotraj notranjega stikališča so linijski hitri odklopniki in zaščitne naprave, ki so namenjeni napajanj vozne mreže ter zaščiti naprav vozne mreže, električnih vlečnih vozil in lastnih naprav ENP pred nedovoljenimi tokovnimi preobremenitvami. Poleg tega so še odsekovna stikala, ki so namenjena razvodu napetosti na vozne vode voznega omrežja. Notranje stikališče je opremljeno s skupno zbiralko na katero sta priključena pozitivna pola obeh usmernikov za dovod električne energije in štirje linijski hitri odklopniki za odvod električne energije na vozno omrežje.

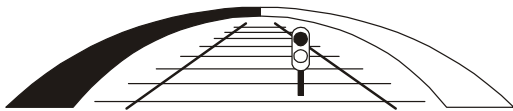
Zunanje stikališče je opremljeno z dvema zveznima stikaloma, katerih je redna lega IZKLOPLJENO STANJE.

6.4 Priključitev usmernikov na tirnice povratnega voda

Negativni pol posameznega usmernika se priključi izolirano na tirnice povratnega voda, s pomočjo NN kablov. Kabli morajo biti brez kovinskega plašča.

6.5 Sekundarna oprema

Elementi sekundarne opreme so naprave za lastno porabo izmeničnega in enosmernega toka, naprave za brezprekinitveno napajanje, naprave zaščite in meritev ter kabelske



povezave. Te naprave se ne menjajo ob zamenjavi usmerniških agregatov in zaradi tega niso prikazane na enopolni shemi.

Novost v ENP pa je izvedba ozemljitve vozne mreže, kar je predmet načrta št. 4/4, ki je sestavi del istega projekta kot ta načrt.

6.5.1 Naprava za omejitev električne napetosti (VLD)

Naprava za omejitev nedovoljene napetosti je električno priključena na povratni vod in ozemljitveni sistem objekta ENP. Nenehno zaznava električno napetost in v primeru, da ta preseže 120 V enosmerne komponente ali 50 V izmenične, poveže povratni vod z ozemljitvenim sistemom in tako izenači napetostno razliko, obenem pa posreduje obojestranski izklop obeh usmerniških agregatov in obeh napajalnih linij. Oznaka naprave na shemi in risbah je =M+KS.

6.5.2 Naprava za kontrolo neprekinjenosti kablov povratnega voda

Naprava je stacionarni instrument, ki je električno priključen vzporedno napravi za omejitev napetosti. Instrument kontrolira Ohmsko upornost kablov povratnega voda in v primeru, da ta preseže referenčno vrednost posreduje izklop napajanja 3 kV napetosti iz ENP. Oznaka naprave na shemi in risbah je =M+PV.

6.5.3 Naprave za merjenje električne energije

Naprave za merjenje električne energije so tokovni in napetostni merilni transformatorji v vodnih celicah =J01 in =J07. Registracija porabe električne energije pa sta dva indirektna trifazna dvosmerna števca za delovno in jalovo energijo, s komunikacijskim vmesnikom za daljinsko odčitavanje in programiranje.

7 OPIS NAPRAV, NJIH IZBIRA IN NAMESTITEV V PROSTORU

7.1 Usmerniški agregat

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

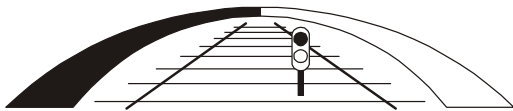
Splošni opis

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 razvidne iz tabele 6.1 tega 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 preklpov, grelcem (230 V, 50 Hz), sredstvom za preprečevanje kondenzacije vlage.

Navitja usmerniškega transformatorja mora biti 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 zbiralkami 60 x 5 mm na sekundarnih priključkih transformatorja ter pomožni napajalni in signalni kabli.

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

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.

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

V tabeli 7.1 so podane tehnične zahteve za usmerniški transformator. Poleg podatkov v navedeni tabeli transformator mora vsebovati še:

- 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.
- ozemljitvene vijake.

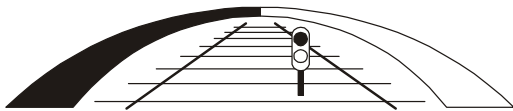
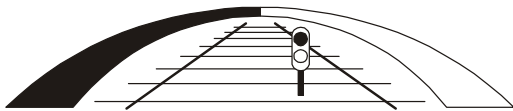


Tabela 7.1: Tehnične podatki in zahteve za usmerniški transformator

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	LwA = 74; LpA = 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



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

Splošni opis

Usmernik je diodni sestavljen iz dvojnega trifaznega mostiča v serijski vezavi za 12-pulzno usmerjanje napetosti (vezava št. 12 SIST EN 50238:2003). Konstrukcijsko je zasnovan v fiksni izvedbi na odprtem kovinskem ogrodju, hlajenje je z naravno cirkulacijo zraka (AN). Priključki se predvidijo na zgornji strani usmernika.

Povezava v dvojni trifazni mostič, z dvema sekundarnima navitjema transformatorja, 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 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.

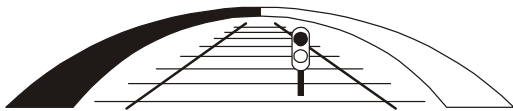
Postavitev v prostor

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 ozemlji preko obstoječega ozemljilnega releja 64. Kot je razvidno na risbi št. 7 je usmernik 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.

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 μ s/50 μ 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 prigrajeno zaščitno ultrarapidno varovalko	
16.	Zaščitni termostat	alarm 50 °C in izklopom 60 °C	



7.1.3 Dušilka aperioidičnega 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. 12, 13 in 16 tega načrta.

Za postavitev dušilke v prostor usmernika št. 1 je potrebno znotraj prostora odstraniti 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

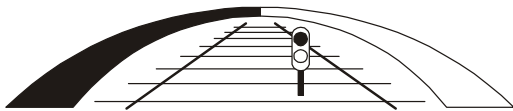
* Določi proizvajalec opreme.

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 $600^{\pm 25}$ 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 mednastropju, ki se odstrani. Naprava se prestavi v eden izmed usmerniških prostorov, za drugi pa se dobavi enaka nova.

7.1.4 Tokovni zaščitni transformator –T1

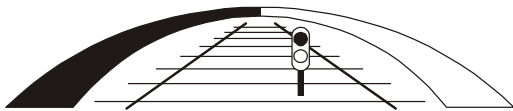
- maksimalna obratovalna napetost..... 24 kV
- nazivna napetost mreže 20 kV
- nazivna frekvenca mreže..... 50 Hz
- nazivna vzdržna napetost, 50Hz, 1 min 50 kV
- nazivna udarna napetost 1,2/50 μ s..... 125 kV
- nazivni primarni tok 200 A
- nazivni sekundarni tok..... 5 A
- trajni termični tok I_{th} 1,2 I_n
- nazivni tok kratkega stika I_{th} 200 I_n
- dinamični tok I_{dyn} 2,5 I_{th}
- 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

7.1.5 Merilni shunt

- nazivni tok I_n 2000 A
- natančnost0,5 %
- padeč napetosti pri nazivnem toku60 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

7.1.6 Skoznjiki

- Nazivna napetost.....24 kV
- nazivni tok I_n 1250 A
- nazivni tok kratkega stika I_{th} 16 kA
- dinamični tok I_{dyn} 40 kA
- tip SPB 24/1250.



7.2 Preostale naprave v zvezi z zamenjavo usmerniških agregatov

7.2.1 Tokovni merilni transformatorji –T1

Zaradi vgradnje močnejših usmerniških agregatov je potrebno temu primerno prilagoditi tokovne merilne transformatorje v vodnih celicah =J01 in =J07

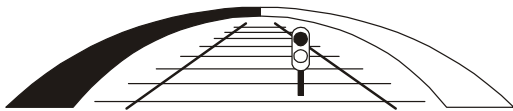
- maksimalna obratovalna napetost 24 kV
- nazivna napetost mreže 20 kV
- nazivna frekvenca mreže 50 Hz
- nazivna vzdržna napetost, 50Hz, 1 min 50 kV
- nazivna udarna napetost 1,2/50 μ s 125 kV
- nazivni primarni tok I_n 2 x 200A
- nazivni sekundarni tok 5 A
- število sekundarnih navitij 2
- trajni termični tok I_{th} 1,2 I_n
- nazivni tok kratkega stika I_{th} 200 I_n
- dinamični tok I_{dyn} 2,5 I_{th}
- 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 $F_v = 5$
- 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

7.2.2 Napetostni merilni transformatorji

- maksimalna obratovalna napetost 24 kV
- nazivna napetost mreže 20 kV
- nazivna frekvenca mreže 50 Hz
- napetostna prestava $\frac{20}{\sqrt{3}} / \frac{0.1}{\sqrt{3}} / \frac{0.1}{\sqrt{3}}$ kV
- nazivna moč sekundarnih navitij 30 VA
- razred točnosti za števec 0,2
- razred točnosti za merilne instrumente 0,5
- nazivna vzdržna napetost, 50Hz, 1 min 50 kV
- nazivna udarna napetost 1,2/50 μ s 125 kV
- montaža notranja
- vgradnja v celice =J01 in =J07
- standard SIST EN 60044, SIST EN 60270

7.2.3 Števci za merjenje električne energije

- indirektni trifazni dvosmerni števec delovne in jalove energije z merjeno močjo
- razred točnosti za delovno energijo C ali 0,5
- razred točnosti za jalovo energijo 1 ali 2
- komunikacijski vmesnik za daljinsko odčitavanje in programiranje ethernet



7.2.4 Podporni izolatorji za notranjo montažo

- maksimalna obratovalna napetost 24 kV
- nazivna napetost mreže 20 kV
- nazivna frekvenca mreže 50 Hz
- nazivna zdržna udarna napetost atmosferskega vala 125 kV
- nazivna zdržna izmenična napetost industrijske frekvence 50 kV
- plazilna pot min. 283 mm
- upogibna zdržna sila F 10 kN
- standard IEC 60273

8 ELEKTRIČNE POVEZAVE PRIMARNIH NAPRAV

Na risbah od št. 9 do vključno št. 19 tega načrta so prikazane električne povezave obeh usmerniških agregatov. Na risbi št. 2 tega načrta pa je prikazana enopolna shema glavnih energetskega vodnikov in sicer po vrsti in preseku.

8.1 Usmerniški transformator

8.1.1 Priklučitev primarnega navitja na 20 kV

Usmerniški transformator je na primarni strani priključen na trifazne 20 kV zbiralke s pomočjo vodnikov iz ploščatega bakra dimenzij 50 x 5 mm, ki so pobarvani. Pri zamenjavi usmerniškega transformatorja se ne menjajo, potrebna je le prilagoditev na primarne priključke novega transformatorja. Navedene zbiralke so lahko trajno obremenjene s tokom 697 A pri temperaturi okolice +35 °C in temperaturi vodnika +65 °C (Tehnični priročnik »Končar«, 1991; stran 800, tab. 1), kar je več od trikratne vrednosti nazivnega toka, ki znaša 473 A.

8.1.2 Priklučitev sekundarnih navitij na usmernik

Obstoječe bakrene zbiralke dimenzij 60 x 5 mm so lahko trajno obremenjen s tokom 826 A pri temperaturi okolice +35 °C in temperaturi vodnika +65 °C (Tehnični priročnik »Končar«, 1991; stran 800, tabela 1) in ne zadoščajo za nazivni tok sekundarnih navitij novega transformatorja, ki znaša 157,58 A (tabela 4.2 tega poročila). Obstoječe zbiralke se nadomestijo z novimi bakrenimi dimenzij 100 x 10 mm, ki so lahko trajno obremenjene s tokom 1810 A, pod pogojem, da so pobarvane (podatek iz tabele 1 navedenega tehničnega priročnika). Tokovna zmogljivost zbiralk zadošča tudi dovoljeni dvourni tokovni obremenitvi sekundarnih navitij, ki znaša 1836 A (tabela 4.2 tega poročila)

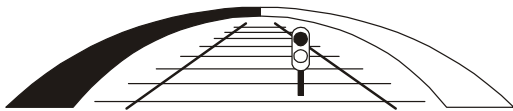
Obstoječi keramični skoznjiki, po svoji tokovni zmogljivosti in številu ne ustrezajo, se nadomestijo z novimi epoksidnimi, nazivnega toka 1250 A in sicer po dva skoznjika v vzporedni vezavi na fazo tako, da njun skupni nazivni tok znaša 2500 A, kar je več od zgoraj navedenega dvournega sekundarnega toka.

Povezava med usmernikom in sekundarnima navitjema transformatorja je prikazana na risbah št. 9, 10 in 11 tega načrta.

8.2 Usmernik

8.2.1 Priklučitev pozitivnega pola usmernika na skupno 3 kV zbiralko

Obstoječa skupna zbiralka je enojna iz ploščatega bakra dimenzij 60 x 10 mm in je pobarvana. Zbiralka je lahko trajno obremenjene s tokom 1230 A, kar je manj od dovoljenega dvournega toka, ki znaša 2250 A (tabela 4.2 tega poročila) in se zaradi tega demontira in odstrani skupaj s podpornimi izolatorji in jeklenimi nosilci.



Nova priključitev se izvede posredno preko zračne dušilke in sicer delno z bakreno zbiralko, delno pa z VN kablji na način kot je to prikazano na risbah št 11, 12 in 13 tega načrta. Bakrena zbiralka je med usmernikom in dušilko ter med enopolnim ločilnikom –Q89C in skupno zbiralko napajalnih linij. Med dušilko in –Q89C pa je izvedena kabelska povezava (glej risbi št. 12, 13 in 14 tega načrta).

Nova zbiralka je iz ploščatega bakra dimenzij 120 x 10 mm in je pobarvana (rdeča barva za kovine npr. Helios št 5), ter 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 4.2 tega poročila)

Za kabelsko povezavo so predvideni trije enožilni bakreni kabli tip N2XSY 6/10 kV, 300 mm² »Waskonig+Walter«. Kabli bodo položeni v zraku v linijski 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 znese 2493 A. Razmerje med dvournim tokom usmernika in skupnim tokom kablov znaša $2250/2493 = 0,92$, kar predstavlja skupni korekcijski faktor za polaganje kablov. Kabli se zaključijo z kabelskimi končniki tip AIN 10-3-H/12 kV »Petetze« in kabelskimi čevlji tip CA 315 S-2 M14 »Cembre«.

8.2.2 Priključitev negativnega pola usmernika na povratni vod

Obstoječa zbiralka je enojna iz ploščatega bakra dimenzij 60 x 10 mm in je pobarvana. Zbiralka je lahko trajno obremenjena s tokom 1230 A, kar je manj od dvournega toka, ki znaša 2250 A in je neustrezna, zaradi česar se demontira in odstrani skupaj z podpornimi izolatorji in jeklenimi nosilci.

Nova povezava na povratni vod se izvede v kombinaciji zračne zbiralke iz ploščatega bakra 120 x 10 mm in treh enožilnih kablov tip N2XSY 6/10 kV, 300 mm² »Waskonig+Walter«. Zbiralka se pobarva v modri barvi npr. TESSAROL DIRECT RAL 5010. Način izvedbe priključka je razviden na risbah št. 15, 16 in 17 tega načrta.

V delu zbiralke, med enopolnim ločilnikom –Q89N in kablji se vgradi merilni shunt 2000 A / 60 mV za merjenje enosmernega toka usmernika.

Kabli se zaključijo na zbiralki povratnega voda, ki je nameščena v prezračevalnem kanalu pod usmerniškim prostoroma. Namestitev zbiralke v prezračevalnem kanalu je razvidna na risbi št. 7 tega načrta, izvedba pa je predmet načrta št. 4/5, ki je sestavni del istega projekta kot ta načrt.

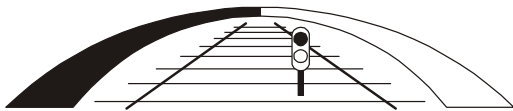
Za prehod kablov iz usmerniškega prostora v prezračevalni kanal se v posameznem prostoru izdelata dodatna odprtina kot je to prikazano na risbah št. 5 in 7 tega načrta.

8.2.3 Priključitev merilnih pretvornikov

Merilna pretvornika MHCO za meritev enosmernega toka in napetosti ostaneta obstoječa na istem mestu vgradnje, skupaj s sekundarnimi povezavami. Priključitev obeh merilnih pretvornikov (–U202 za tok in –U201 za napetost) za usmernik 1 je prikazana na risbi št. 18, za usmernik 2 pa na risbi št. 19.

8.3 Skupne zbiralke na izmenične 20 kV in 3 kV enosmernem napetostnem nivoju

Zbiralke so tokovno dimenzionirane na skupni nazivni tok obeh usmerniških agregatov. Dovoljena dvourni preobremenitev enega usmerniškega agregata služi kot rezerva za napajanje vleke v primeru izpada ali izklopa drugega usmerniškega agregata iz obratovanja.



8.3.1 Skupne 20 kV zbiralke

Zbiralke 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, ki znaša 315,6 A (2 x 157,58 A tabela 5.2 tega poročila). Obstoječe zbiralke so ustrezne in se ne menjajo, potrebno jih je le na novo prebarvati. Keramični podporni izolatorji, ki pokajo, se zamenjajo z novimi epoksidnimi (npr. tip PA 38 »TSN«), na način kot je to prikazano na risbi št. 20 tega načrta.

8.3.2 Zbiralke v 20 kV merilnih celicah =J01 in =J07

Merilne celice so na skupne zbiralke priključene s pomočjo ploščatega bakra dimenzij 50 x 5 mm in so lahko trajno obremenjene s tokom 697 A pri temperaturi okolice +35 °C in temperaturi vodnika +65 °C (Tehnični priročnik »Končar«, 1991; stran 800, tabela 3). Glede na skupni dovoljeni dvourni tok obeh usmerniških agregatov, ki znaša 315,6 A obstoječe zbiralke so ustrezne in se jih ne menja.

8.4 Skupne 3 kV zbiralke napajalnih linij

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

so lahko trajno obremenjene z enosmernim tokom 3900 A, kar je za 30 % več skupnega nazivnega enosmernega toka obeh usmernikov. Zbiralke se pobarvajo v rdeče z barvo za kovine npr. Helios št. 5. Ob zamenjavi zbiralk se zamenjajo tudi keramični podporni izolatorji z novimi iz epoksidne smole npr. PC 12 »TSN« kot je to prikazano na risbi št 14 tega načrta.

9 TERMIČNA TRAJNA IN KRATKOSTIČNA TRDNOST VODNIKOV IN NAPRAV

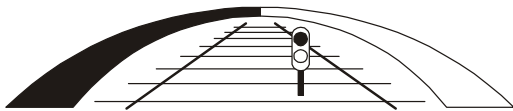
9.1 Termična trajna trdnost

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.

Naprave usmerniškega agregata kot so: usmerniški transformator, usmernik, dušilka, skoznjiki in stikalne naprave morajo biti dimenzionirane za trajne tokovne obremenitve, ki so navedene v tabeli 4.2 tega poročila.

Tokovni merilni in zaščitni transformatorji morajo zdržati trajne tokovne obremenitve, ki so za 20 % višje od nazivne vrednosti tokovne prestave ($I_{th} = 1,2 I_n$).

Vodniki glavnih energetskega tokokrogov so bakrene zbiralke in bakreni kabli. Za projektirane nove vodnike, kakor tudi za obstoječe, so v tabeli 9.1 prikazane tokovne vrednosti s katerimi so vodniki lahko trajno obremenjeni ne, da bi se pri tem segreli nad 65 °C, pri temperaturi +35 °C (za zbiralke) oz. +20 °C v zemlji in +30 °C v zraku (za kable).



Presek vodnikov	I_T [A]	Podatek pridobljen
Cu zbiralke ϕ 16 mm (201 mm ²) - obstoječe	464 (pobarvano) -izmenični tok	teh. priročnik »Končar« tab. 3
Cu zbiralke 50 x 5 mm (200 mm ²) - nove	697 (pobarvano)-izmenični tok	teh. priročnik »Končar« tab. 1
Cu zbiralke. 100x10 mm (1000 mm ²) - nove	1810 (pobarvano)-izmenični tok	teh. priročnik »Končar« tab. 1
Cu zbiralke 120x10 mm (1200 mm ²) - nove	2300 (pobarvano)-enosmerni tok	teh. priročnik »Končar« tab. 1
Cu zbiralke 2x120x10 mm (2400 mm ²) - nove	3900 (pobarvano)-enosmerni tok	teh. priročnik »Končar« tab. 1
kabli 4x(1x300 mm ²) - nove	845 x 4 = 3380* enosmerni tok	proizvajalec ELKA
kabli 3x(1x500 mm ²) - nove	831 x 3 = 2493** enosmerni tok	proizvajalec Waskonig+Walter

Tabela 9.1: Trajna termična zdržnost bakrenih vodnikov

* kabli položeni v zemlji v horizontalni formaciji.

** kabli položeni v zraku v horizontalni formaciji.

Tabela 9.2 prikazuje ustreznost izbranih vodnikov, glede na njihovo termično trajno zdržnost v primerjavi z nazivnim in dovoljenim dvournim tokom usmerniških agregatov.

Vodniki	Zdržni trajni tok (A)	Nazivni tok bremena (A)	Dvourni tok bremena (A)	Ustreznost + ustreza - ne ustreza
Cu zbiralke ϕ 16 mm	464	315	Se ne dimenzionirajo na skupni dvourni tok usmer. transformat.	+
Cu zbiralke 50 x 5	697	157,58	236,6	+
Cu zbiralke. 100x10	1810	1224	1836	+
Cu zbiralke 120x10	2300	1500	2250	+
Cu zbiralke 2x120x10)	3900	3000	Se ne dimenzionirajo na skupni dvourni tok usmernikov	+
kabli 4x(1x300 mm ²)	3380	1500	2250	+
kabli 3x(1x300 mm ²)	2493	1500	2250	+

Tabela 9.2: Ustreznost obstoječih vodnikov glede na tokovne obremenitve usmerniških agregatov

9.2 Termična kratkostična trdnost

Kljub temu, da je kratek stik kratkotrajen pojav se razvije velika joulska toplota, ki lahko poškoduje izolacijo naprav in vodov, material pa lahko izgubi mehansko trdnost. Naprave in vodi so tokovno dimenzionirani tako, da se ne prekorači njuna dopustna temperatura v času trajanja kratkega stika.

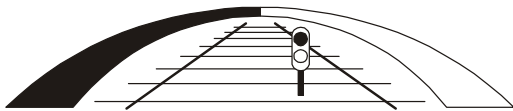
V tabeli 5.3 tega poročila so prikazani trajni toki kratkega stika, s pripadajočim udarnim tokom na vseh treh napetostnih nivojih ENP. Termična kratkostična trdnost naprav mora biti nad navedeni vrednostmi kratkostičnega po navedeni tabeli, pri tem pa usmernik mora zdržati najmanj 20 kA v času 250 ms, dušilka pa 20 kA v 1 s.

Naprave na 20 kV napetostnem nivoju morajo biti dimenzionirane najmanj na 16 kA za čas 1 sekunde, na dinamični tok pa najmanj 40 kA

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.)



Za vodnike glavnih tokokrogov primarnih naprav so uporabljene bakrene zračne zbiralke in kabli z bakrenimi vodniki. 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 $\vartheta_2 = 250^\circ\text{C}$
- zbiralke $C_1 = 7,4$ 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 9.3 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} (mm ²)	$A_{dejanski}$ (mm ²)	$A_{dejanski}$ (mm ²)/1s	Ustreznost: + da, - ne
14	0,3	57	201	104	+ (20 kV napetostni nivo)
10	0,25	37	1000	74	+ (sekundar – usmernik)
14	0,03	18	1200 in 1500 kabli	101	+ (pozitivni in negativni pol usmernikov)
28	0,03	36	2400	208	+ (skupne 3 kV zbiralke)

Tabela 9.3: Minimalni preseki vodnikov

Časi izklopa kratkega stika na 20 kV-nem napetostnem nivoju zanaša 0,3 s, na enosmernem 3 kV pa 0,02 do 0,03 s. Kot je razvidno iz tabele 8.3 vodniki za povezavo primarnih naprav so ustrezno izbrani.

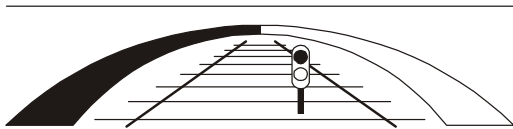
V tabeli 9.4 so podane maksimalne vrednosti tokov, ki ga izbrani presek vodnika zdrži za različne čase trajanja.

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]					
Cu zbiralke ϕ 16 mm	86	61	54	50	27	12
Cu zbiralke 50 x 5 mm	107	76	68	62	34	15
Cu zbiralke. 100 x 10 mm	427	302	270	246	135	60
Cu zbiralke 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 9.4: Maksimalne tokovne obremenitve vodnikov za različne čase trajanja

Proizvajalci kablov srednje napetosti 6/10 – 18/30 kV za kratkostično zdržnost kablov z bakrenimi vodniki navajajo vrednost 0,143 kA/mm² za čas trajanja kratkega stika 1s. Navedena vrednost je sprejeta kot standardna za tovrstne kable z izolacijo XLPE. Navedeni kabel je projektiran za pozitivni in negativni pol usmernika in je glede na trajni tok kratkega stika 14 kA (tabela 8.3 tega poročila) ustrezen.

Proizvajalec kablov »Elka« za svoje kable tip NYY s PVC izolacijo za kratkostično zdržnost navja 34,5 kA za čas 1 s trajanje kratkega stika, 48,8 kA za čas 0,5 s in 77,1 kA za 0,2. Navedeni kabel je projektiran za povratni vod in je glede na trajni tok kratkega stika 14 kA (tabela 8.3 tega poročila) ustrezen.



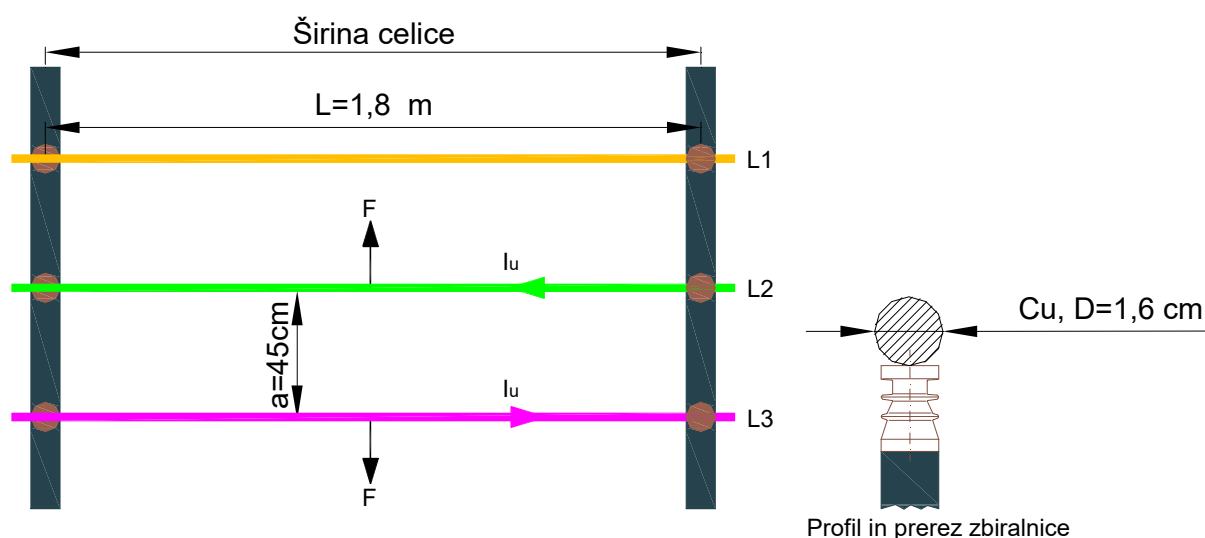
10 KONTROLA SKUPNIH ZBIRALK NA DINAMIČNO TRDNOST

10.1 Skupne trifazne zbiralke na 20 kV-nem postroju

Na skupne zbiralke so priključeni vsi dovodi in odvodi tako, da vsa energija ENP priteka in odteka z zbiralk. Zbiralke se konstruirajo, ostale naprave pa se izbirajo glede na tokovne obremenitve in napetostne nivoje. V točki 8 tega poročila je ugotovljeno, da so glede termične trajne in kratkostične trdnosti zbiralke ustrezne, za njihovo daljno uporabo pa je potrebno ugotoviti še dinamično trdnost glede na udarni tok kratkega stika.

Zbiralke so iz polnega bakra, okroglega profila premera ϕ 16 cm. So neizolirane in so pritrjene na podporne izolaterje, ki so postavljeni na vrh jeklenega ogrodja zračnih celic v medsebojni razdalji 1,8 m, kar je širina posamezne celice.

Potek zbiralk nad celicami je prikazan na sliki 10.1



Slika 10.1: Geometrija in razporeditev skupnih zbiralk v 20 kV postroju

Mehanske sile, ki delujejo med vzporednima vodnikoma zbiralk, pri nastanku kratkega stika, je odvisna od velikosti udarnega toka, oz. od amplitude kratkostičnega toka in se določi po naslednjem izrazu:

$$F = 2,04 \cdot \frac{L}{a} \cdot I_u^2 \text{ [daN]}, \quad \text{pri čem je:}$$

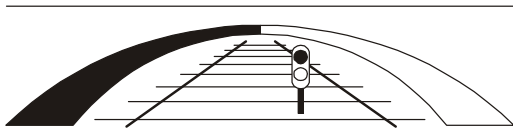
I_u udarni kratkostični tok v [kA]

a razdalja med vodniki zbiralk v [cm]

L razdalja med podpornimi izolatorji [m].

Amplituda kratkostičnega toka na 20 kV-nem napetostnem nivoju znaša $I_u = 35$ kA (tabela 4.3), kar povzroči mehansko silo:

$$F = 2,04 \cdot \frac{L}{a} \cdot I_u^2 = 2,04 \cdot \frac{1,8}{45} \cdot 35^2 = 100 \text{ [daN]},$$



ki bo na skupnih zbiralkah povzročila mehansko napetost:

$$\sigma = 41,7 \cdot k_v^* \cdot \frac{F \cdot L}{d^3} = 41,7 \cdot 1 \cdot \frac{100 \cdot 1,8}{1,6^3} = 1836 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

* Maksimalna dinamična (mehanska trdnost) obremenitev vodnikov zbiralk 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 zbiralk.

Izračunana mehanska napetost je večja od mehanske dopustne napetosti za baker, ki znaša 1400 daN/cm^2 ,

$$\sigma > \sigma_{dopCu} = 1836 > 1400 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

Vendar pa moramo vedeti, da je udarni kratkostični tok na 20 kV zbiralkah izračunan upoštevajoč kratkostično moč v RTP ne pa v ENP. Upoštevana kratkostična moč prav gotovo bo v ENP manjša kot v RTP, posledično pa tudi manjši udarni kratkostični tok. Če po obratnem postopku, od dovoljene mehanske napetosti za baker σ_{dopCu} , preko sile F in udarnega toka kratkega stika I_U izračunamo trajno vrednost toka kratkega stika na 20 kV zbiralkah v ENP, dobimo vrednost tega toka 10,9 kA. Na podlagi te vrednosti in nazivne napetosti 20 kV po znanem postopku izračunamo kratkostično moč, ki v danem primeru znaša 377 MVA. Torej obstoječe zbiralke so ustrezne, če kratkostična napetost distribucijskega omrežja v točki napajanja ENP ne bo preseгла vrednosti 377 MVA. Za nazivne tokovne obremenitve je že ugotovljeno, da so ustrezne.

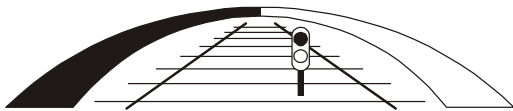
V primeru, da bo kratkostična moč večja od 377 MVA je potrebno obstoječe zbiralke premera $\phi 16 \text{ mm}$ zamenjati z zbiralkami iz okroglega bakra polnega prereza premera $\phi 20 \text{ mm}$. Nove zbiralke bi, pri isti vrednosti udarnega kratkostičnega toka, bile podvržene mehanski napetosti $938,25 \text{ daN/cm}^2$, kar je manj od navedene dovoljene vrednosti za baker. **Če se v distribucijske omrežju, iz katerega se ENP Vič napaja, obstoječe kratkostična moč ne zviša, so obstoječe zbiralnice na 20 kV postroju ustrezne in se ne menjajo.**

Zbiralke pozitivnega in negativnega pola usmernikov ne potekajo vzporedno in zaradi tega med njima ni sil, ki bi zbiralke mehansko obremenjevale. Enaka ugotovitev velja za skupno zbiralko napajalnih linij.

11 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 ter zaščite usmerniških agregatov je prikazana na risbah št. 3 in št. 4 tega načrta.



12 SISTEM DALJINSKEGA VODENJA SNEV

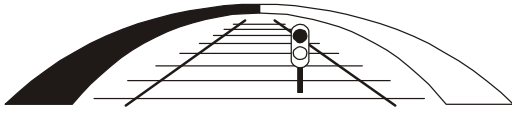
12.1 Splošni opis

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.

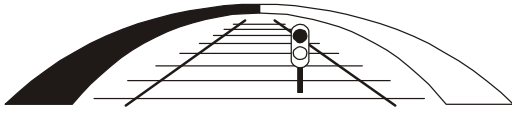
12.2 Vsebina IZN načrtov za predelavo usmerniške skupine (=W+B1, =W+B2)

- | | | |
|--|-----|-------|
| • Predelava usmerniške celice (=W+B1 in =W+B2) na novo krmilno omarico regulacijskega transformatorja in novo usmerniško skupino | • 2 | • kpl |
| • Dobava in izvedba sekundarnih povezav med omaro W+B1,2 in novo omarico regulacijskega transformatorja in novo usmerniško skupino | • 2 | • kpl |
| • Parametriranje sistema vodenja SCU, CAU | • 2 | • 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+B2 | • 1 | • kpl |
| • Izdelava dokumentacije (montaž. navodila, PID načrti, dokumentacija za DZO, NOV), 5x v zahtevani obliki, projektantski nadzor | • 1 | • kpl |
| • Šolanje vzdrževalcev in uporabnikov | • 1 | • kpl |



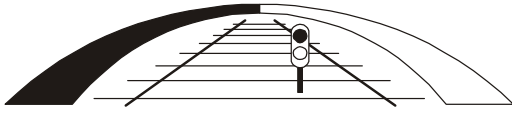
4.3 POPIS DEL S PREDIZMERAMI

ZG50	0098	007.2121	T.2.1	
-------------	-------------	-----------------	--------------	--



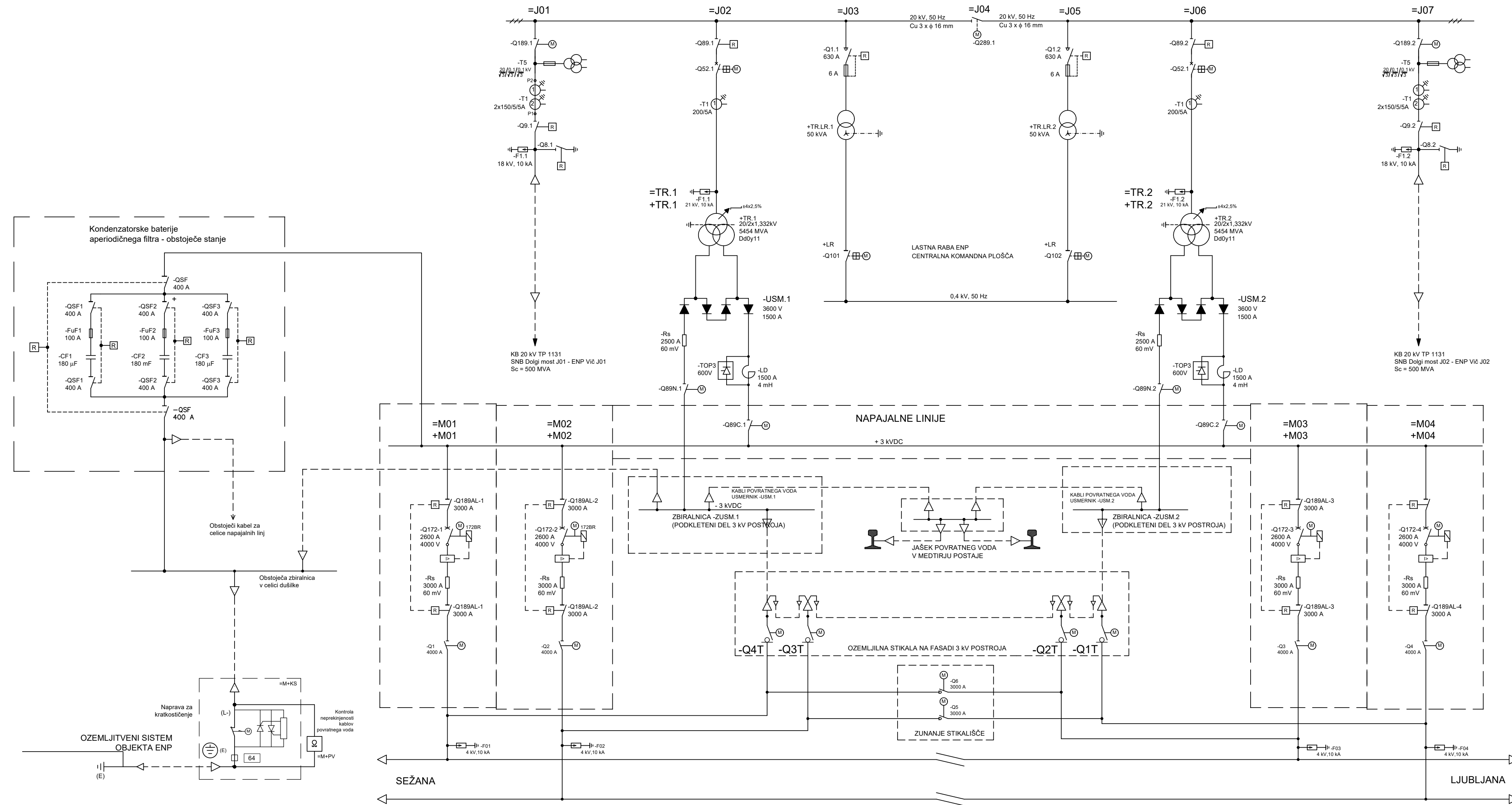
4.4 PROJEKTANTSKI PREDRAČUN

ZG50	0098	007.2121	T.2.2	
-------------	-------------	-----------------	--------------	--



5 RISBE

ZG50	0098	007.2121	G	
-------------	-------------	-----------------	----------	--



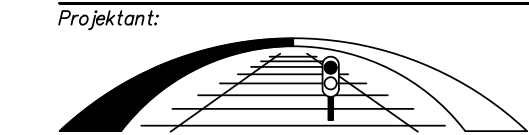
ENOPOLNA SHEMA ENP VIČ

4/2

Datum: _____ Opis spremembe: _____ Podpis: _____



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 medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica**

Objekt: **Odsek Ljubljana - Brezovica**

Načrt: **4/2 ENP Vič - Zamenjava usmerniških gregatov**

Id. št.: Ime: _____

Odg. vodja projekta: **G-2753 Boriš Brilly univ.dipl.inž.gradb.**

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

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

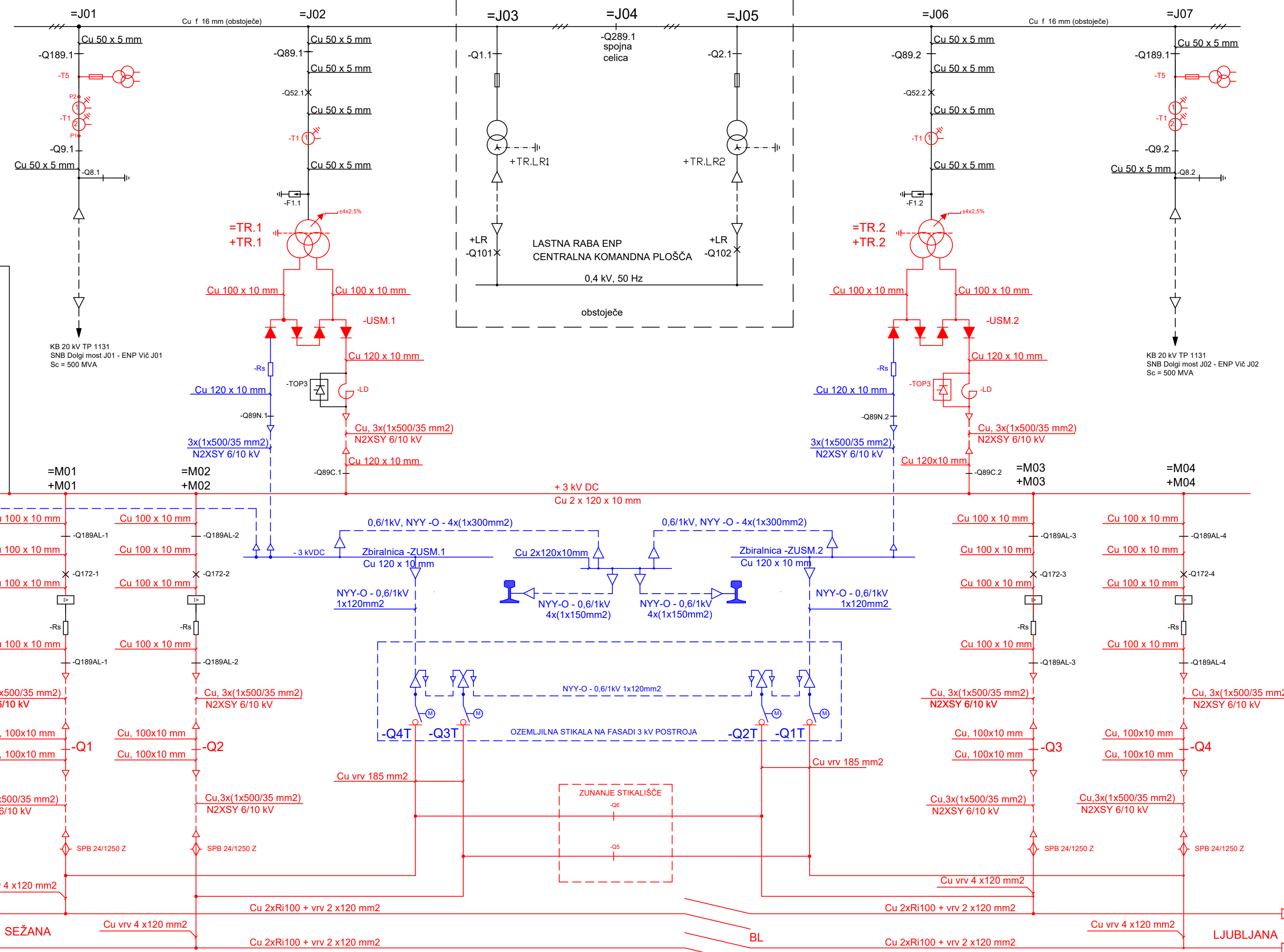
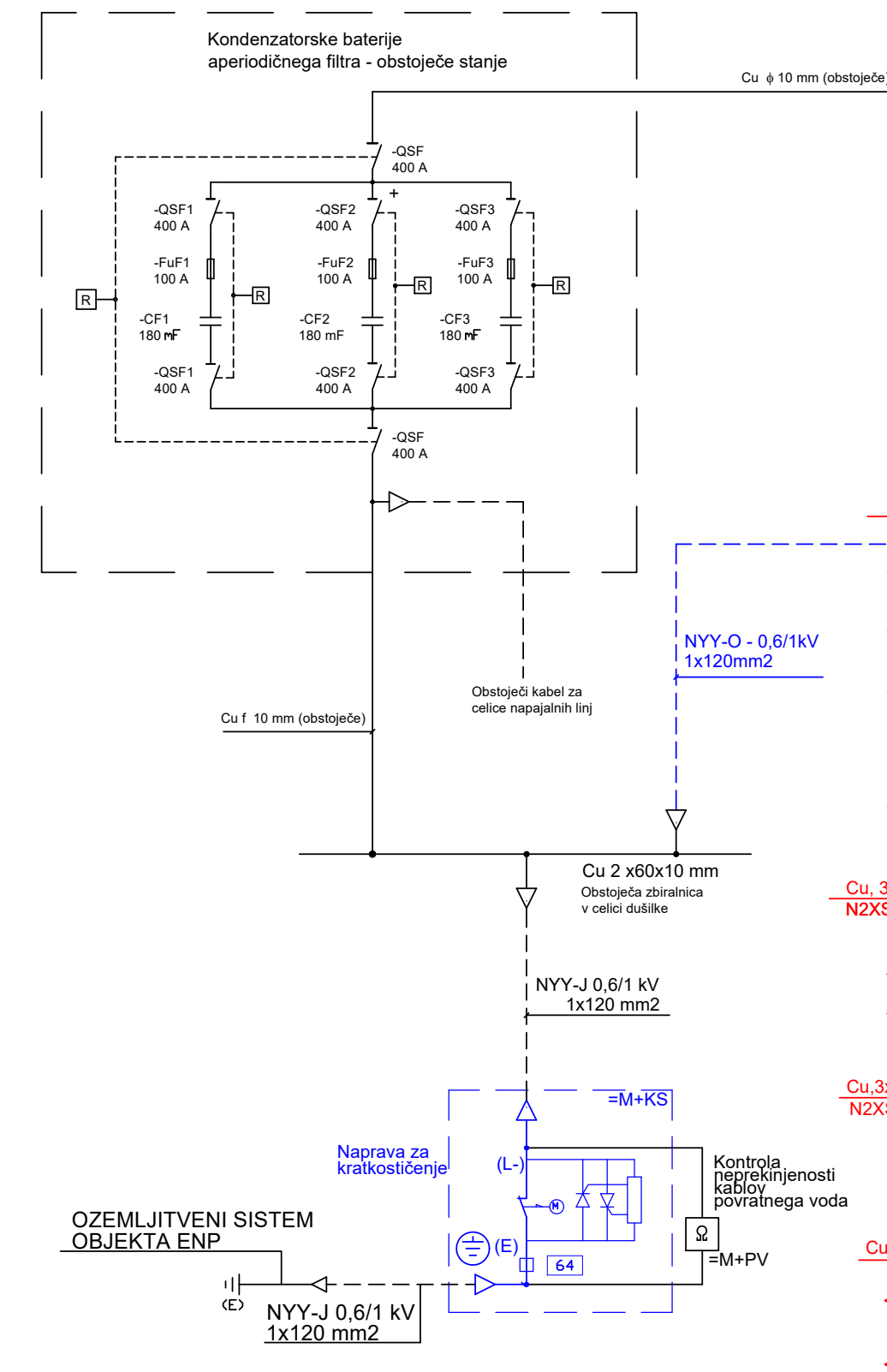
Št. proge:	Vrsta projekta:	Merilo:	Datum:	Projekt št.:	Načrt št.:	Int. št.:
50	IZN	-	sept. 2019	3685	4/2	3685 4/2
Št. odseka:	Arhivska številka:	Faza/objekt:	Šifra risbe:	Prostor za črtno kodo:	Risba št.:	
ZG50	0098	007.2121.	G.051		1	

LEGENDA

- ⊥ LOČILNIK
- ✕ ODKLOPNIK
- ◇ SKOZNJI IZOLATOR

RAZLAGA BARVNE SCHEME:


- OBSTOJEČA OPREMA
- NOVA OPREMA
- NOVA OPREMA



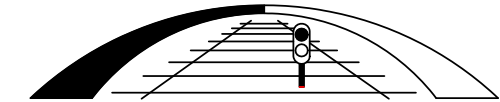
PRESEK VODNIKOV GLAVNIH ENERGETSKIH TOKOKROGOV

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

Podizvajalec: _____

Projekt: Nadgradnja medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica

Objekt: Odsek Ljubljana - Brezovica Id. št.: Ime:

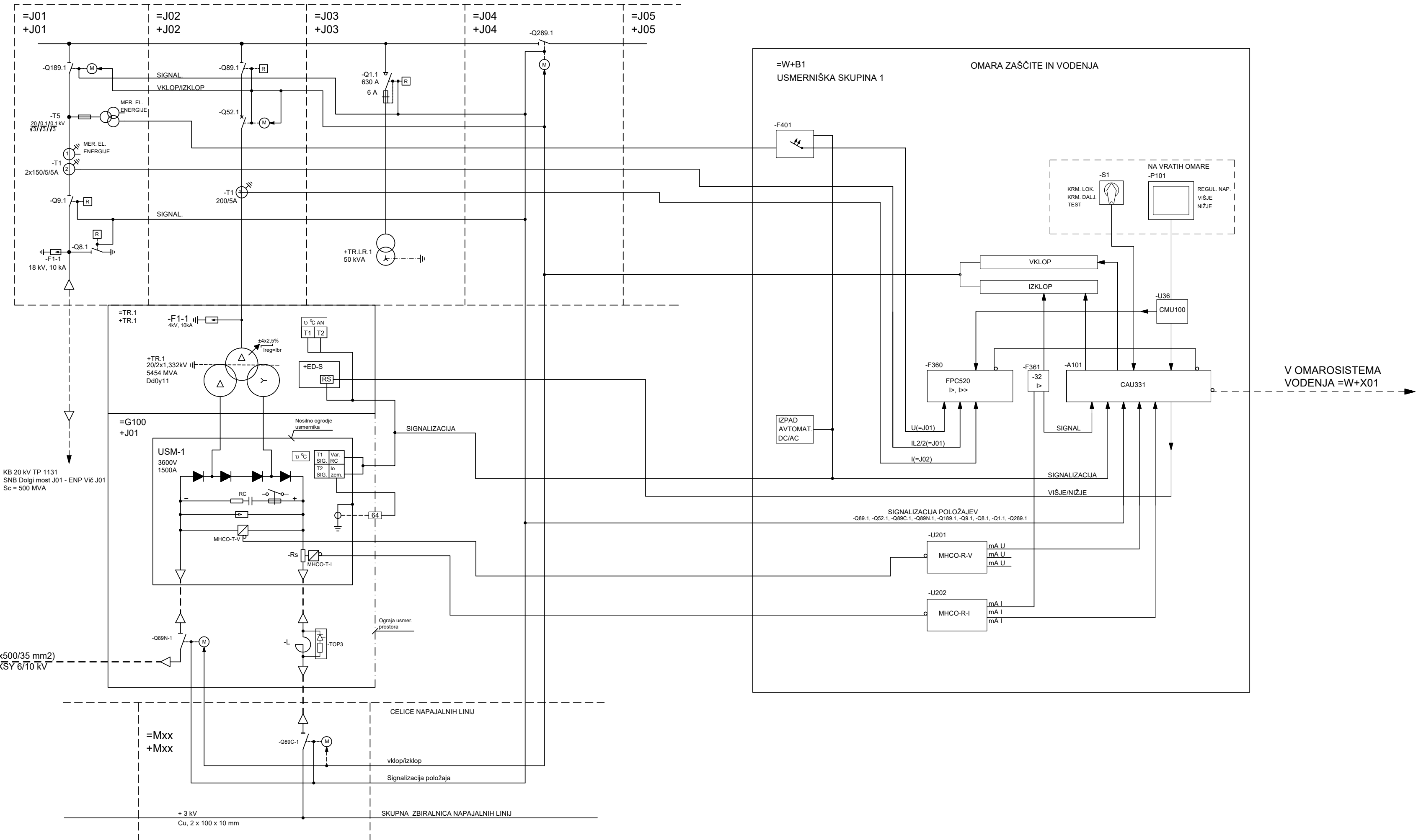
Načrt: 4/2 ENP VIČ - Zamenjava usmerniških gregatov Odg. vodja projekta: G-2753 Boriš Brilly univ.dipl.inž.gradb.

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

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

Risba: Presek vodnikov glavnih energetskih tokokrogov

Št. proge: 50	Vrsta projekta: IZN	Merilo: -	Datum: sept. 2019	Projekt št.: 3685	Načrt št.: 4/2	Int. št.: 3685 4/2
Št. odseka: ZG50	Arhivska številka: 0098	Faza/objekt: 007.2121. G.052	Šifra risbe: G.052	Prostor za črtno kodo:		Risba št.: 2



BLOK SHEMA UPRAVLJANJA USMERNIŠKE SKUPINE 1

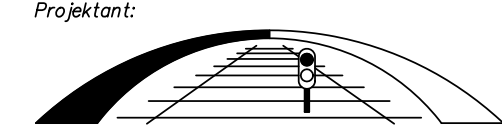
4/2

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

Podizvajalec: _____

Projekt: **Nadgradnja medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica**

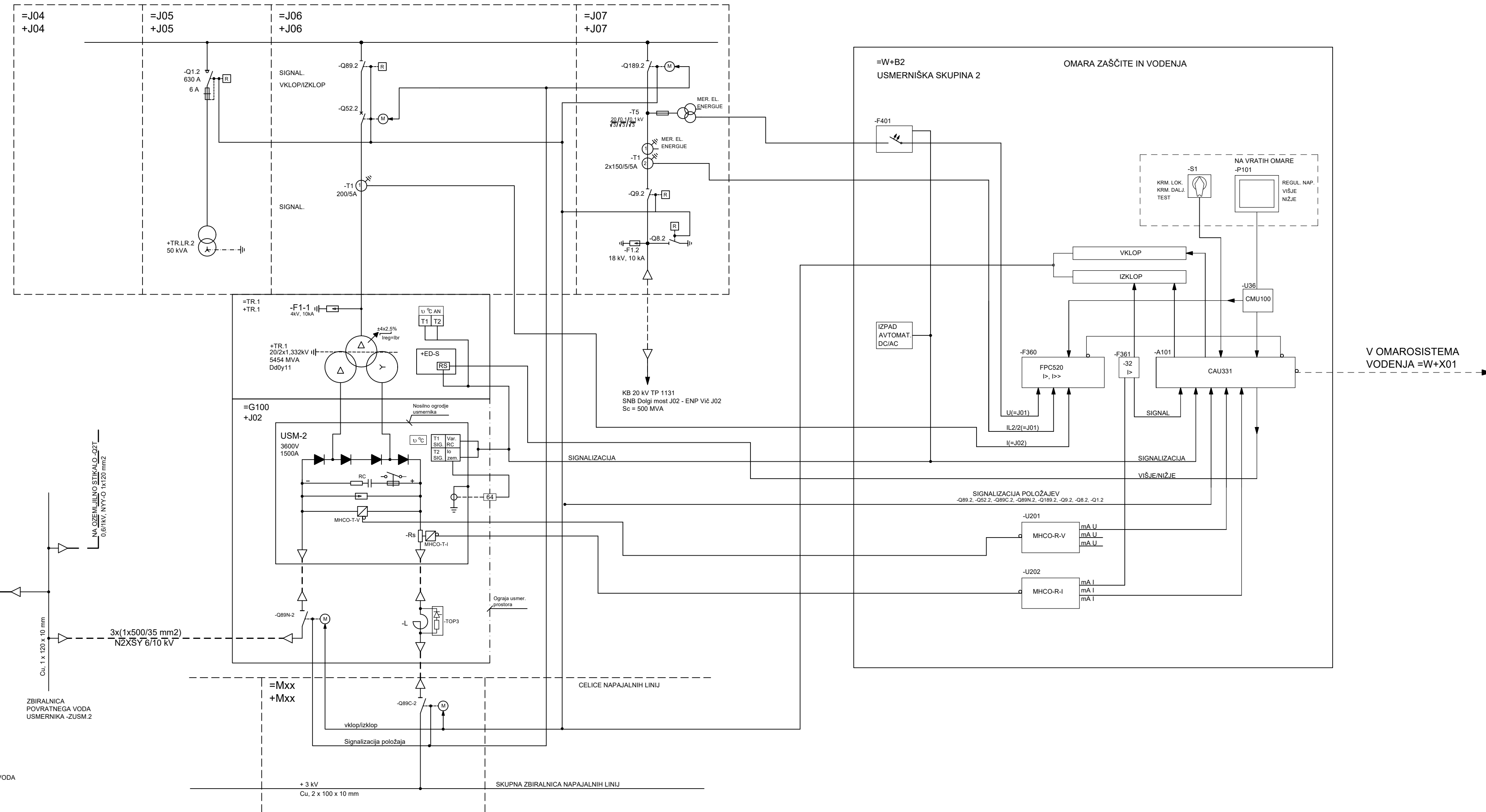
Objekt: **Odsek Ljubljana - Brezovica** Id. št.: lme:

Načrt: **4/2 ENP Vič - Zamenjava usmerniških gregatov** Odg. vodja projekta: **G-2753 Boris Brilly univ.dipl.inž.gradb.**

Vrsta načrta: **4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme** Odg. projektant načrta: **E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.**

Risba: **Blok shema upravljanja usmerniške skupine 1** Izdelal: **E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.**

Št. proge: 50	Vrsta projekta: IZN	Merilo: -	Datum: sept. 2019	Projekt št.: 3685	Načrt št.: 4/2	Int. št.: 3685 4/2
Št. odseka: ZG50	Arhivsko število: 0098	Faza/objekt: 007.2121.	Šifra risbe: G.053	Prostor za črtno koda:		Risba št.: 3



BLOK SHEMA UPRAVLJANJA USMERNIŠKE SKUPINE 2

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

Podizvajalec: _____

Projekt: Nadgradnja medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica

Objekt: Odsek Ljubljana - Brezovica Id. št.: lme:

Načrt: 4/2 ENP Vič - Zamenjava usmerniških gregatov Odg. vodja projekta: G-2753 Boris Brilly univ.dipl.inž.gradb.

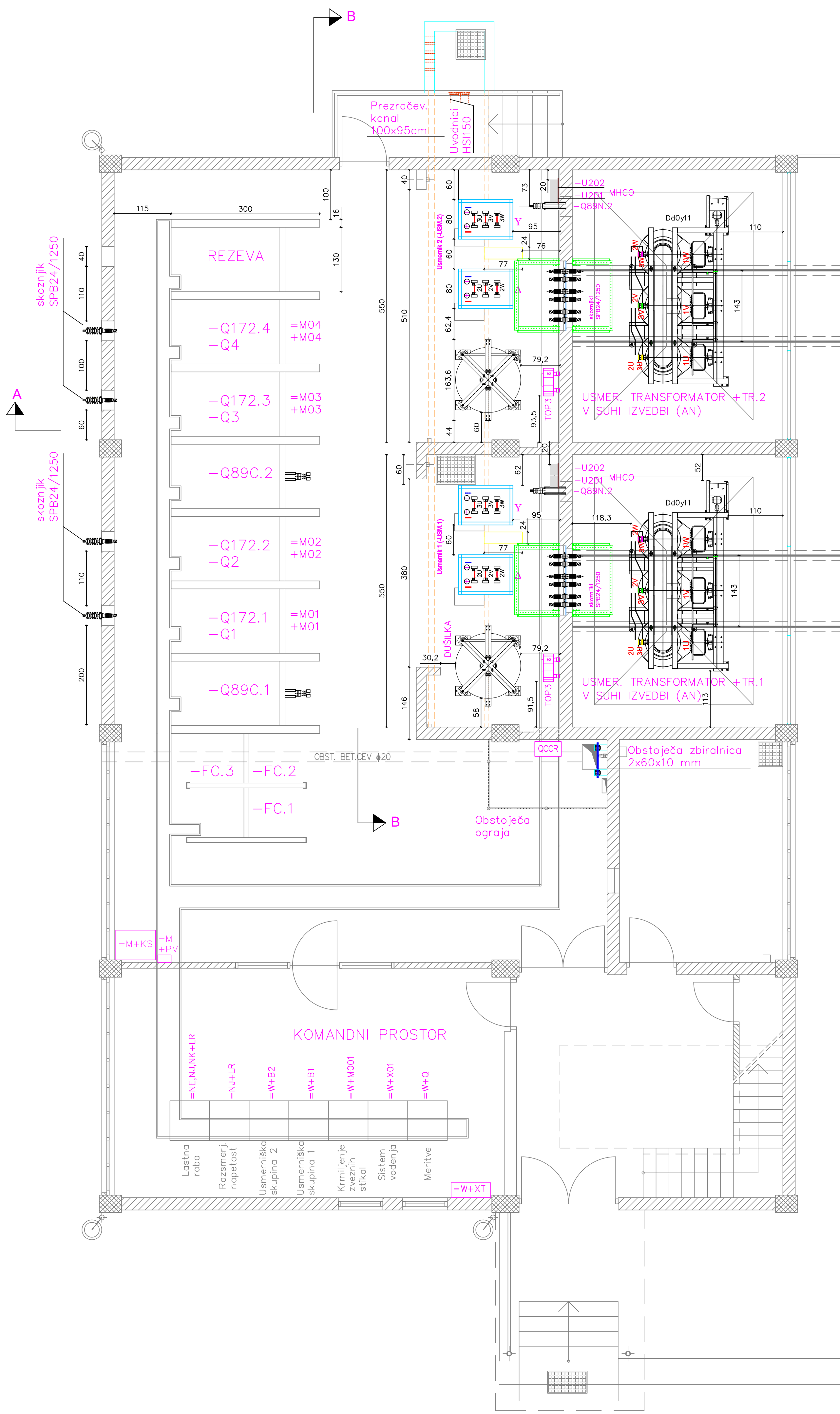
Odg. projektant načrta: E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.

Vrsta načrta: 4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme Izdela: E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.

Risba: Blok shema upravljanja usmerniške skupine 2

Št. proge: 50	Vrsta projekta: IZN	Merilo: -	Datum: sept. 2019	Projekt št.: 3685	Načrt št.: 4/2	Int. št.: 3685 4/2
Št. odseka: ZG50	Arhivsko število: 0098	Faza/objekt: 007.2121. G.054	Šifra risbe: G.054	Prostor za črtno koda:		Risba št.: 4

pagled: sprednji/stranski/tloris	1 nosilec vsebuje	skupaj kosov
	1 kos	2 kos
NKP-SNU-V vogalni 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 pribor. M10	22 kos	44 kos



RAZPOREDITVE NAPRAV PRITLIČJE

M 1:50

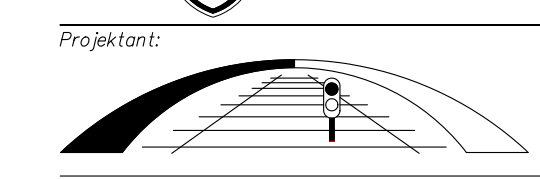
4/2

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 medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica

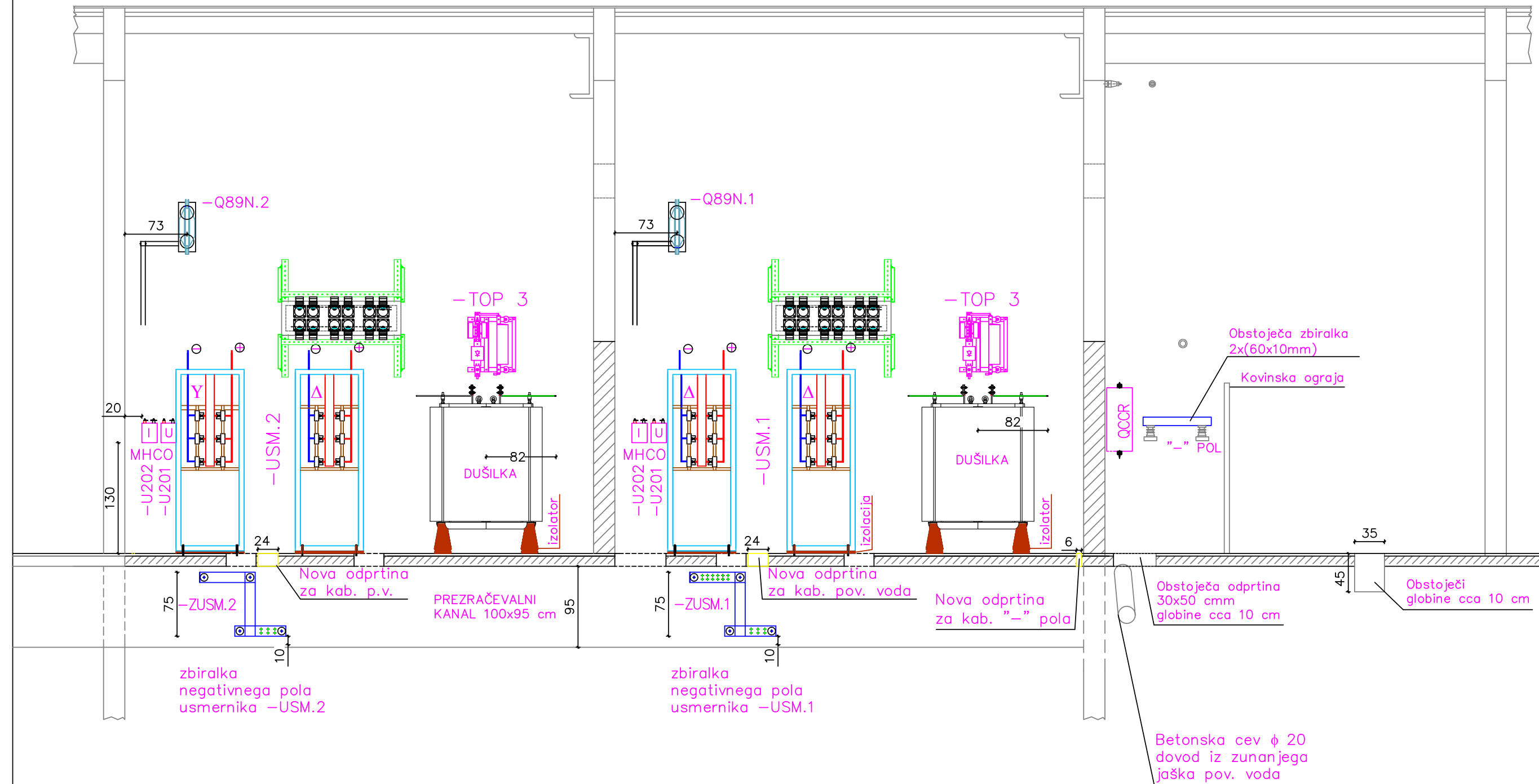
Objekt: Odsek Ljubljana - Brezovica
Načrt: 4/2 ENP VIČ - Zamenjava usmerniških gregatov
Vrsta načrta: 4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme
Id. št.: Ime: G-2753 Boris Brilly univ.dipl.inž.gradb.
Odg. vodja projekta: E-1960 Miha Žerjav, dipl. inž. el.
Odg. projektant načrta: E-1960 Miha Žerjav, dipl. inž. el.
Izdelal: E-1960 Miha Žerjav, dipl. inž. el.

Št. proge:	Vrsta projekta:	Merilo:	Datum:	Projekt št.:	Načrt št.:	Int. št.:
50	IZN	1:50	sept. 2019	3685	4/2	3685 4/2
Št. odseka:	Arhivsko številka:	Faza/objekt:	Sifra risbe:	Prostor za črtno kodo:	Risba št.:	
ZG50	0098	007.2121.	G.020		5	

RAZPOREDITEV NAPRAV USMERNIŠKIH SKUPIN PRITLIČJE REZ B - B

M 1:50

4/2



Datum: _____ Opis spremembe: _____ Podpis: _____

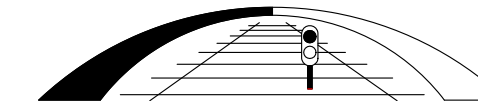
Investitor:



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

Podizvajalec:

Projekt:

Nadgradnja medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica

Objekt: Odsek Ljubljana - Brezovica

Id. št.: _____ Ime: _____

Načrt: 4/2 ENP VIČ - Zamenjava usmerniških gregatov

Odg. vodja projekta: G-2753 Boris Brilly univ.dipl.inž.gradb.

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

Vrsta načrta: 4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme

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

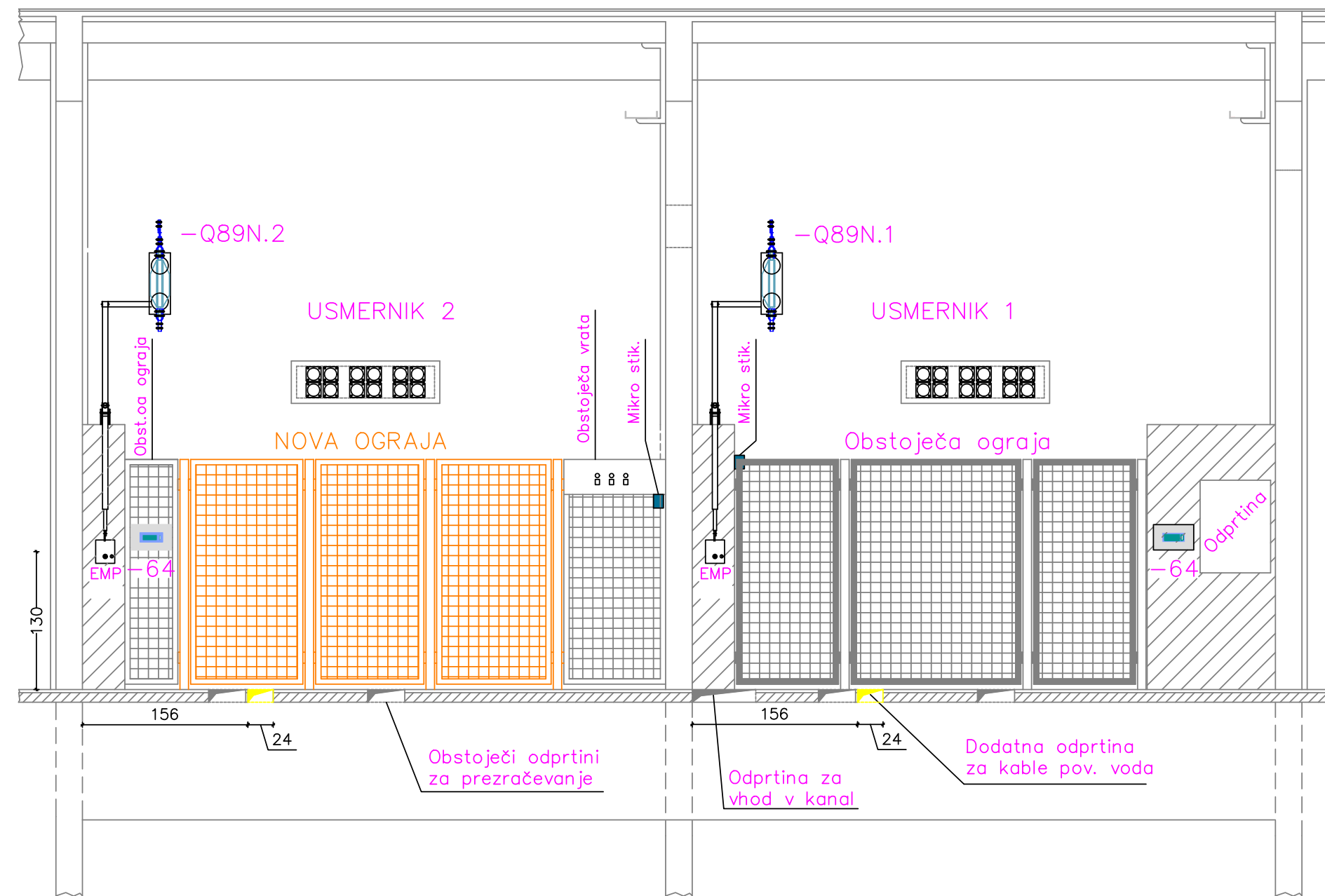
Risba: Razporeditev naprav usmerniških skupin - pritličje rez B - B

Št. proge: 50	Vrsta projekta: IZN	Merilo: 1:50	Datum: sept. 2019	Projekt št.: 3685	Načrt št.: 4/2	Int. št.: 3685_4/2
Št. odseka: ZG50	Arhivska številka: 0098	Faza/objekt: 007.2121.	Šifra risbe: G.022	Prostor za črtno kodo:		Risba št.: 7

OGRAJA USMERNIŠKIH PROSTOROV Z ODPRTINAMI ZA PREZRAČEVANJE

M 1:50

4/2



OGRAJA USMERNIŠKEGA PROSTORA Z ODPRTINAMI ZA KABLE IN PREZRAČEVANJE

PODLEJ SPREDAJ NA USMERNIŠKA PROSTORA

Datum: _____ Opis spremembe: _____ Podpis: _____

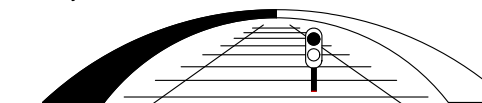
Investitor:



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

Podizvajalec:

Projekt: Nadgradnja medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica

Objekt: Odsek Ljubljana - Brezovica

Id. št.: Ime:

Načrt: 4/2 ENP VIČ - Zamenjava usmerniških gregatov

Odg. vodja projekta: G-2753 Boris Brilly univ.dipl.inž.gradb.

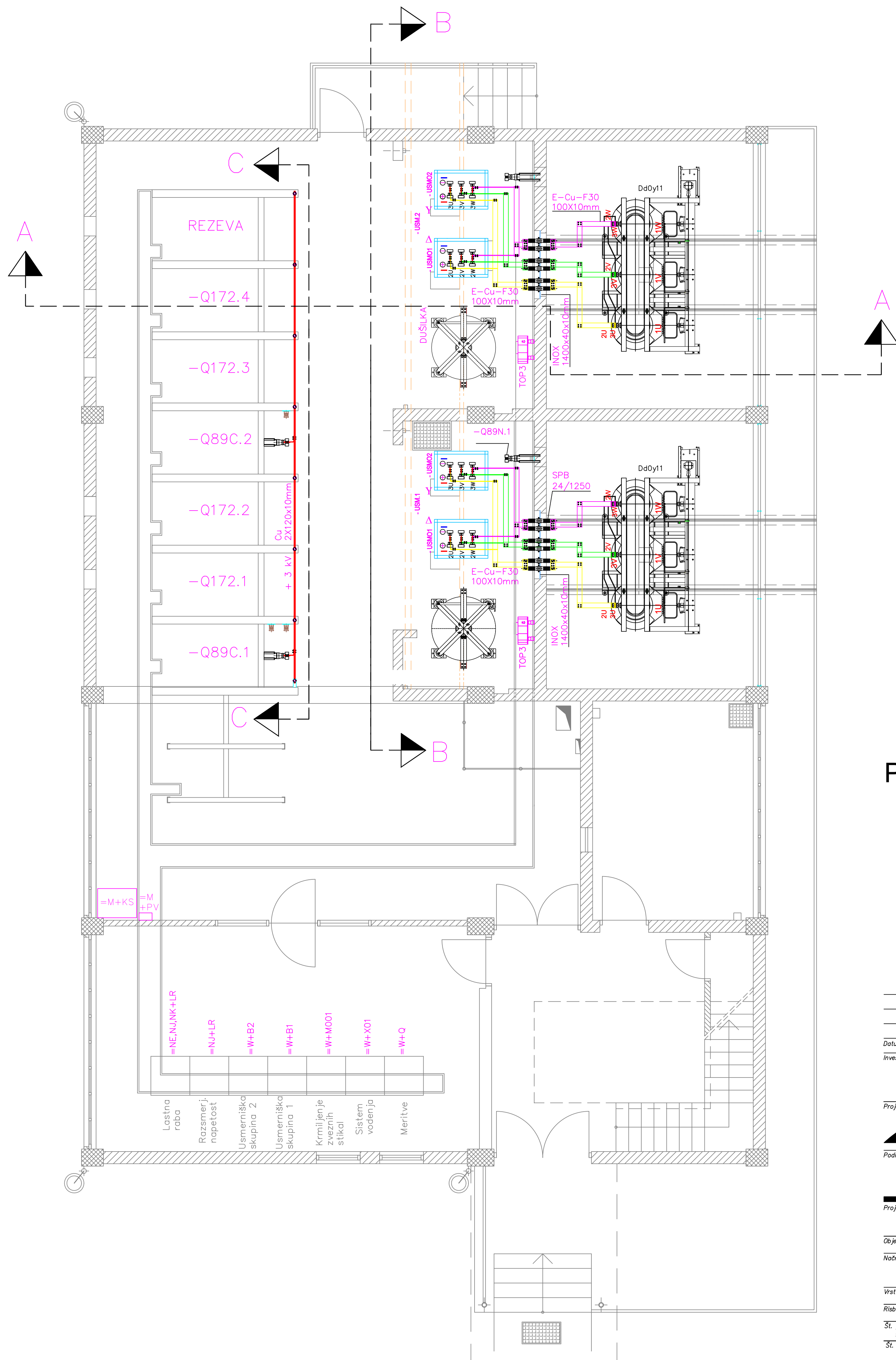
Odg. projektant načrta: E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.

Vrsta načrta: 4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme

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

Risba: Ograja usmerniških prostorov z odprtini za prezračevanje

Št. proge: 50	Vrsta projekta: IZN	Merilo: 1:50	Datum: sept. 2019	Projekt št.: 3685	Načrt št.: 4/2	Int. št.: 3685_4/2
Št. odseka: ZG50	Arhivska številka: 0098	Faza/objekt: 007.2121.	Šifra risbe: G.023	Prostor za črtno kodo:		Risba št.: 8




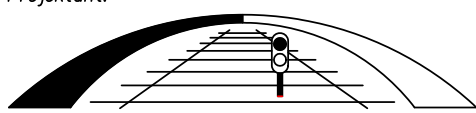
POTEKA ZBIRALNIC USMERNIK - TRANSFORMATOR PRITLIČJE

M 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 35

Podizvajalec: _____

Projekt: Nadgradnja medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica

Objekt: Odsek Ljubljana - Brezovica id. št.: Ime:

Načrt: 4/2 ENP VIČ - Zamenjava usmerniških gregatov Odg. vodja projekta: G-2753 Boris Brilly univ.dipl.inž.gradb.
Odg. projektant načrta: E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.

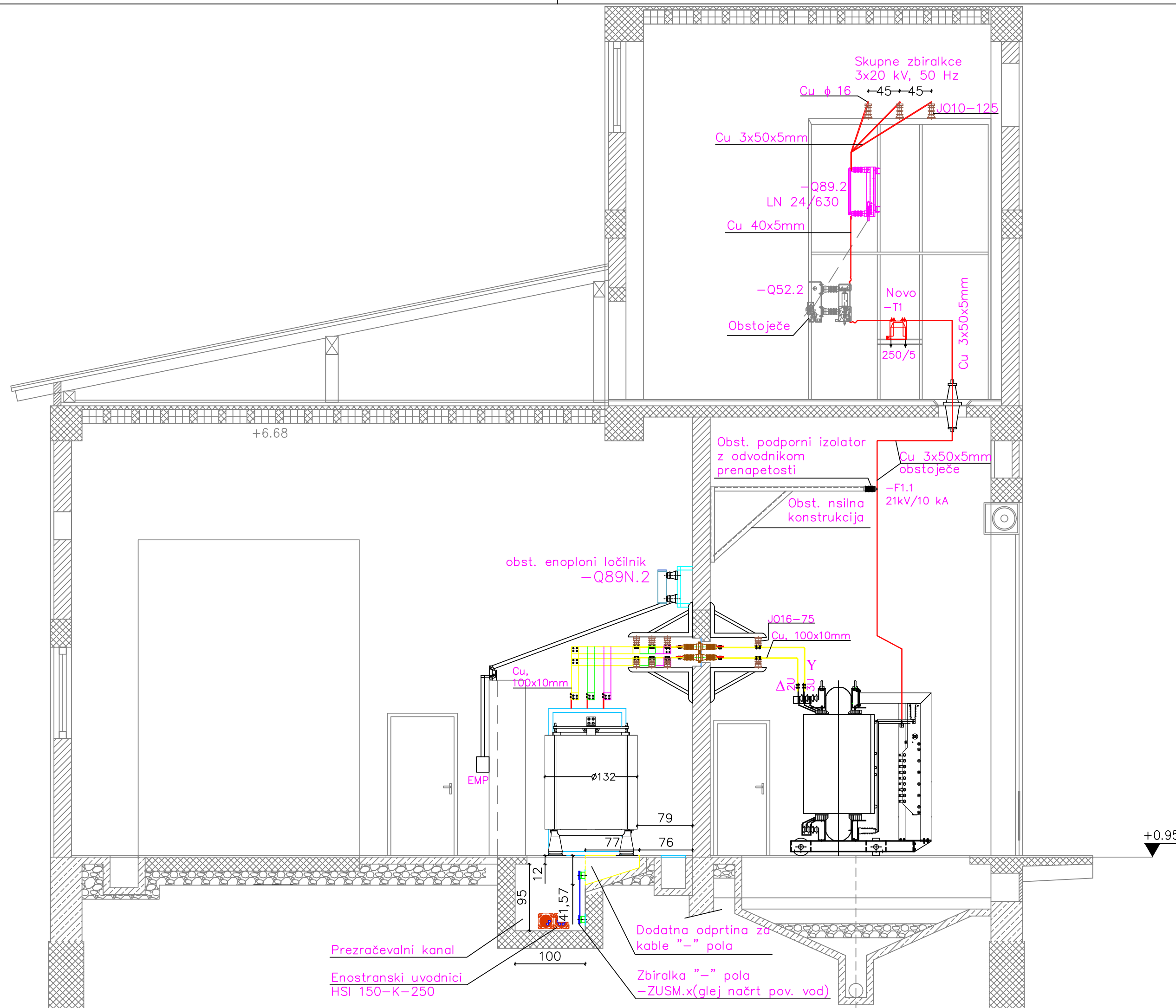
Vrsta načrta: 4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme Izdela: E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.

Št. proge:	Vrsta projekta:	Merilo:	Datum:	Projekt št.:	Načrt št.:	Int. št.:
50	IZN	1:50	sept. 2019	3685	4/2	3685 4/2
Št. odseka:	Arhivska številka:	Faza/objekt:	Šifra risbe:	Prostor za črtno kodo:	Risba št.:	
ZG50	0098	007.2121.	G.024		9	

POTEK ZBIRALK USMERNIK- TRANSFORMATOR - 20 kV CELICA REZ A- -A

M 1:50

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

Podizvajalec: _____

Projekt: **Nadgradnja medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica**

Objekt: **Odsek Ljubljana - Brezovica** Id. št.: _____ Ime: _____

Načrt: **4/2 ENP VIČ - Zamenjava usmerniških gregatov** Odg. vodja projekta: **G-2753 Boris Brilly univ.dipl.inž.gradb.**

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 zbiralk usmernik-transformator-20kV celica, rez A-A**

Št. proge: 50	Vrsta projekta: IZN	Merilo: 1:50	Datum: sept. 2019	Projekt št.: 3685	Načrt št.: 4/2	Int. št.: 3685_4/2
Št. odseka: _____	Arhivska številka: _____	Faza/objekt: _____	Šifra risbe: G.033	Prostor za črtno kodo: _____		Risba št.: _____

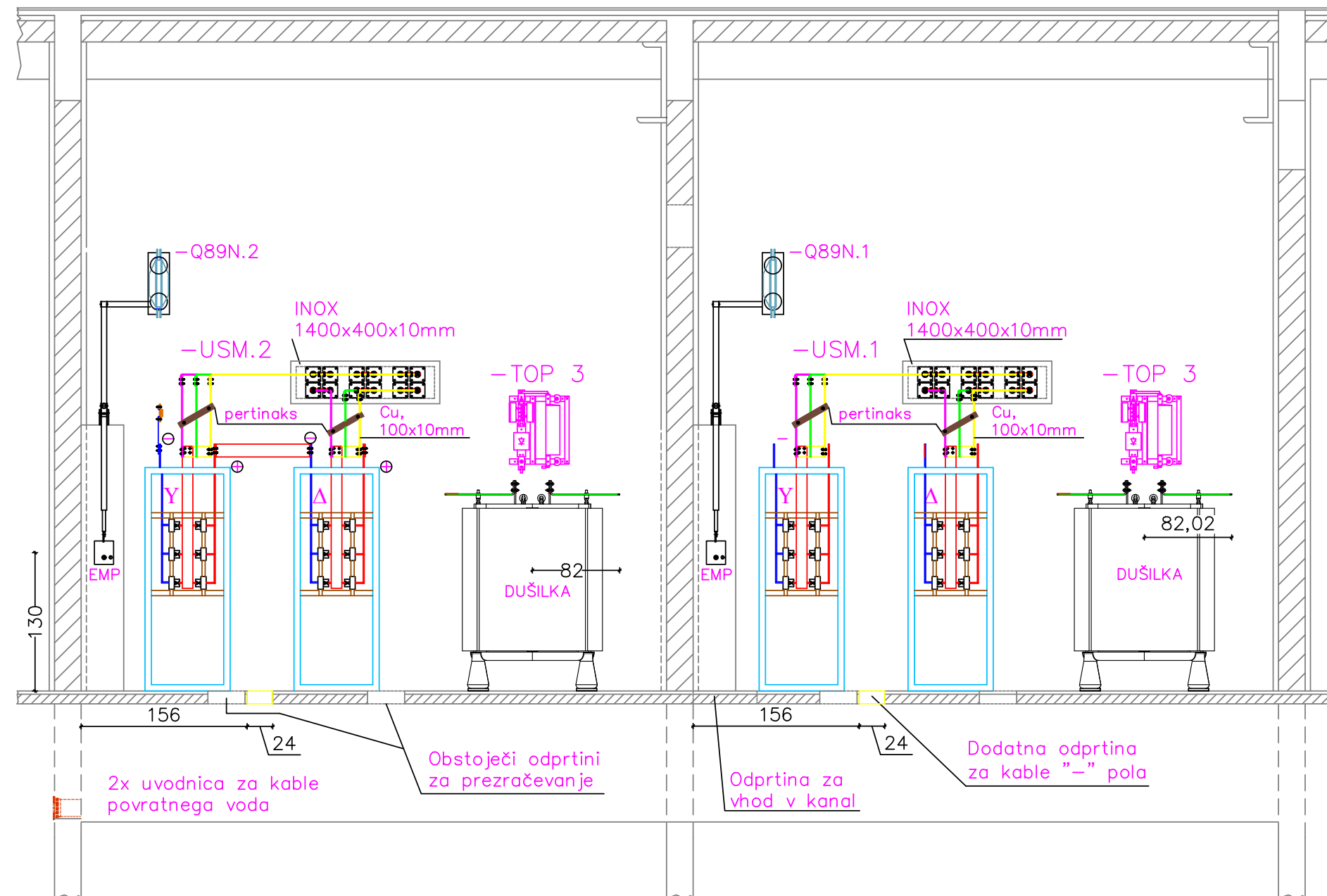
ZG50 0098 007.2121. G.033

10


POTEK ZBIRALNIC MED SKOZNIJKI IN PRIKLJUČKI IZMENIČNE NAPETOSTI USMERNIKOV REZ B-B

M 1:50

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

Podizvajalec: _____

Projekt: Nadgradnja medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica

Objekt: **Odsek Ljubljana - Brezovica** Id. št.: _____ Ime: _____

Načrt: **4/2 ENP VIČ - Zamenjava usmerniških gregatov** Odg. vodja projekta: **G-2753 Boris Brilly univ.dipl.inž.gradb.**

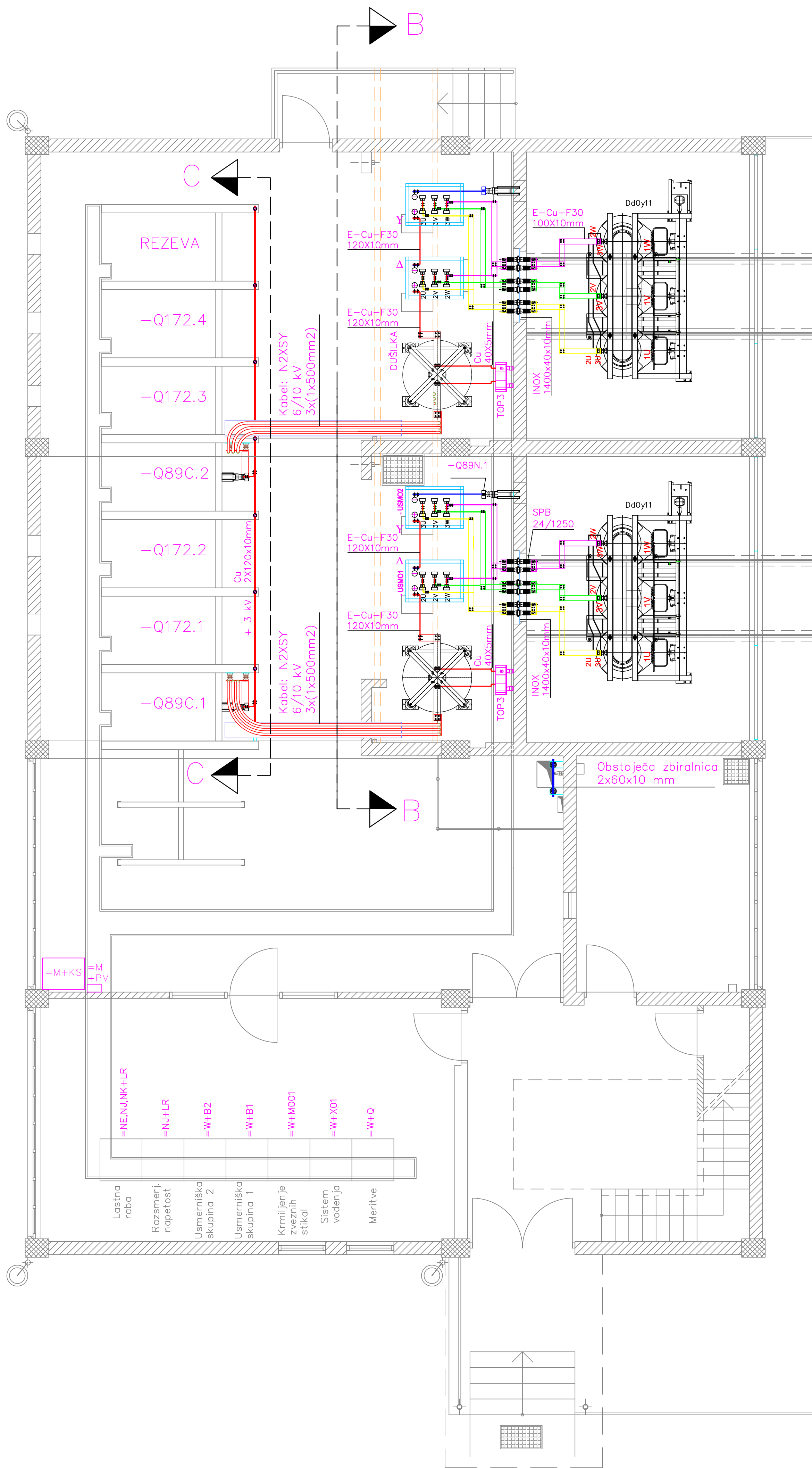
Vrsta načrta: **4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme** Odg. projektant načrta: **E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.** Izdelal: **E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.**

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

Št. proge: 50	Vrsta projekta: IZN	Merilo: 1:50	Datum: sept. 2019	Projekt št.: 3685	Načrt št.: 4/2	Int. št.: 3685_4/2
Št. odseka: ZG50	Arhivska številka: 0098	Faza/objekt: 007.2121.	Šifra risbe: G.034	Prostor za črtno kodo:		Risba št.: 11

ZG50 0098 007.2121. G.034

11




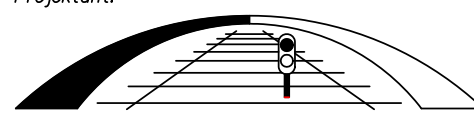
TLORIS POTEKA ZBIRALK IN KABLOV POZITIVNEGA POLA USMERNIKOV

M 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

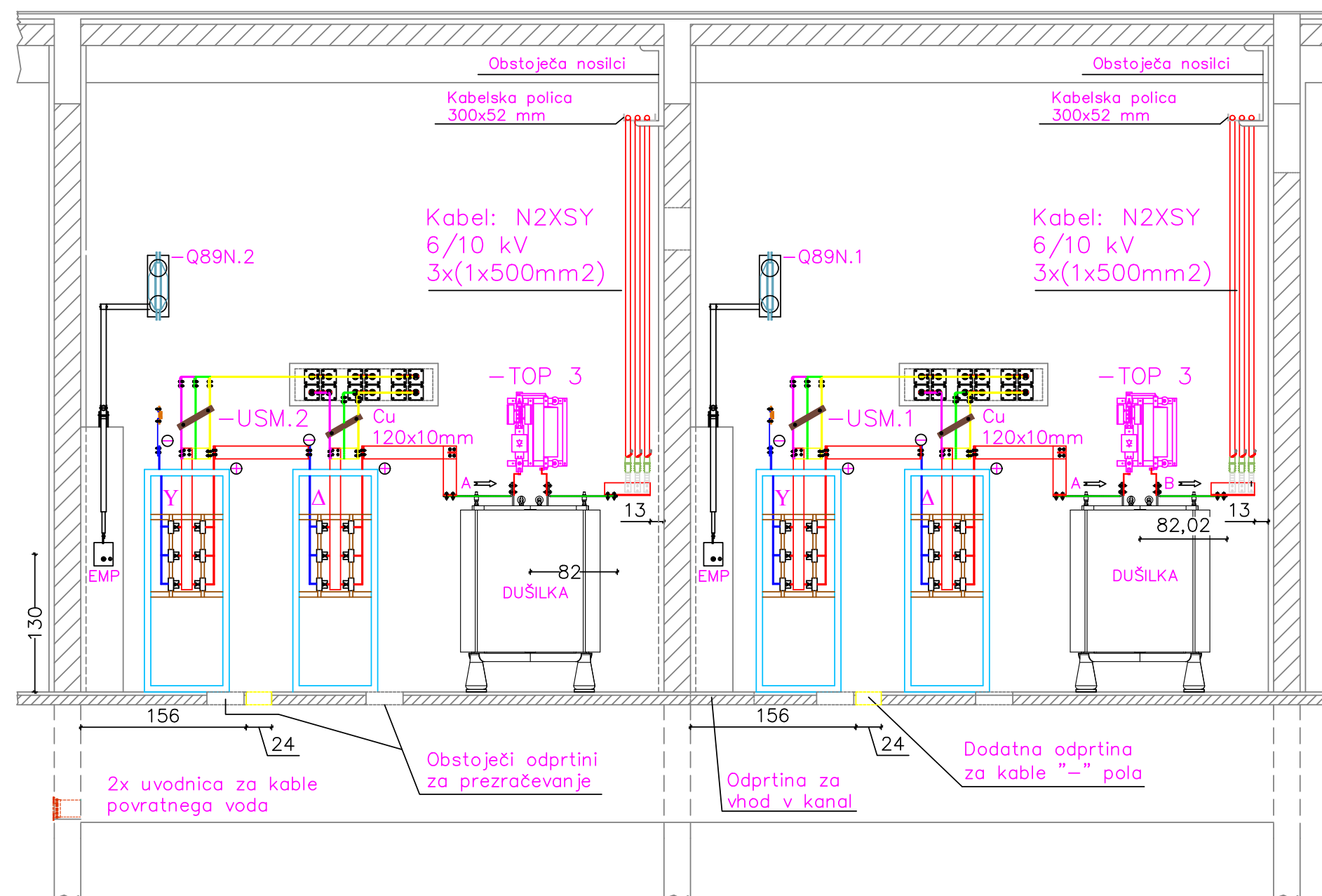
Podizvajalec: _____

Projekt: Nadgradnja medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica					
Objekt: Odsek Ljubljana - Brezovica			Id. št.: Ime:		
Načrt: 4/2 ENP VIČ - Zamenjava usmerniških agregatov		Odg. vodja projekta: G-2753 Boris Brilly univ.dipl.inž.gradb.			
Vrsta načrta: 4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme		Odg. projektant načrta: E-1960 Miha Žerjav, dipl. inž. el.			
Risba: Tloris poteka zbiralk in kablov pozitivnega pola usmernikov		Izdela: E-1960 Miha Žerjav, dipl. inž. el.			
Št. proge: 50	Vrsta projekta: IZN	Merilo: 1:50	Datum: sept. 2019	Projekt št.: 3685	Načrt št.: 4/2
Št. odseka: ZG50	Arhivsko število: 0098	Faza/objekt: 007.2121.	Šifra risbe: G.025	Prostor za črtno kodo:	
					Int. št.: 3685 4/2
					Risba št.: 12


POTEK ZBIRALNIC IN KABLOV POZITIVNEGA POLA USMERNIKOV S PRIKLJUČKI NA DUŠILKO REZ B - B

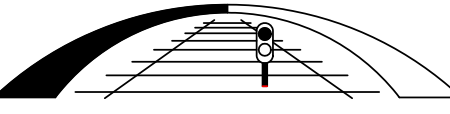
M 1:50

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

Podizvajalec: _____

Projekt: **Nadgradnja medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica**

Objekt: **Odsek Ljubljana - Brezovica** Id. št.: _____ Ime: _____

Načrt: **4/2 ENP VIČ - Zamenjava usmerniških gregatov** Odg. vodja projekta: **G-2753 Boris Brilly univ.dipl.inž.gradb.**

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.**

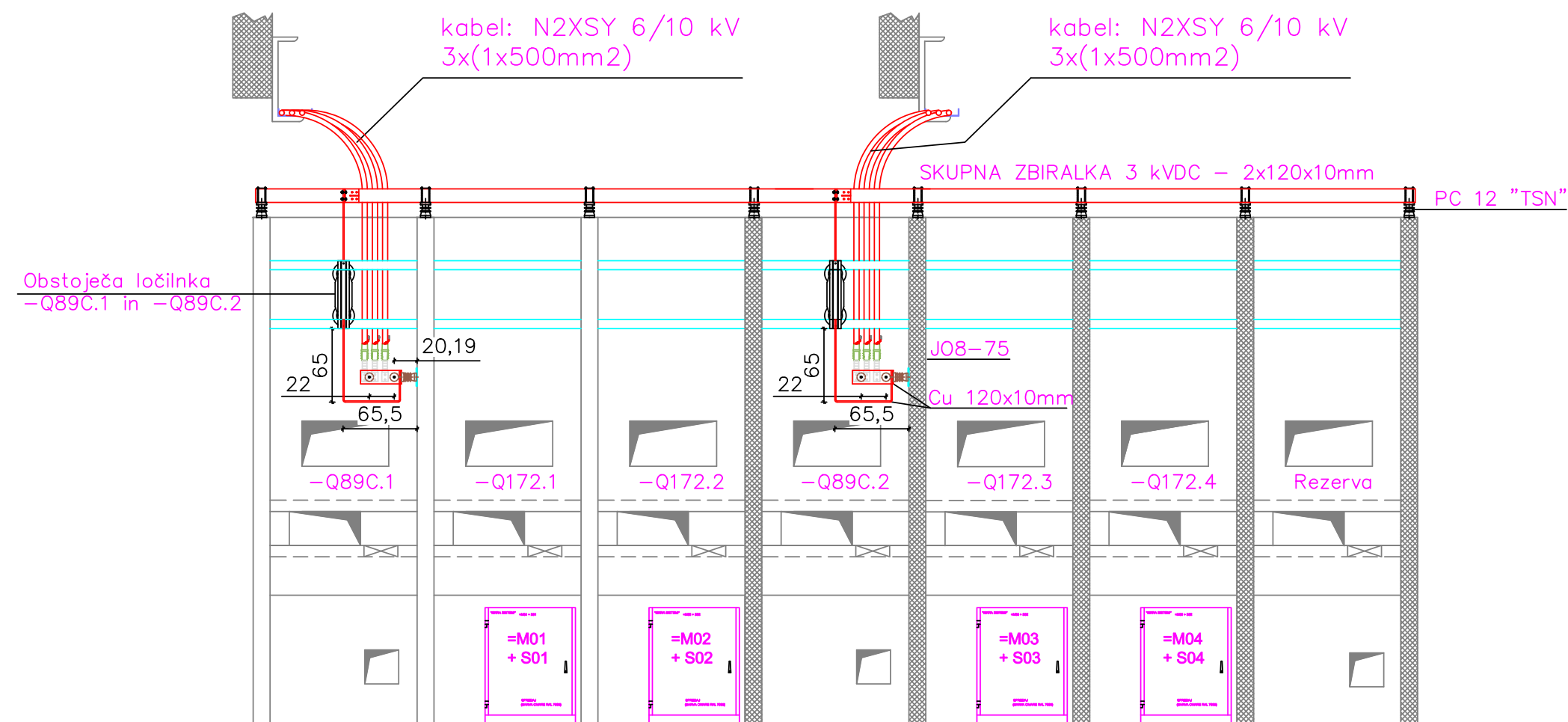
Risba: **Potek zbiralnic in kablov pozitivnega pola usmernikov s priključki na dušilko, rez B-B**

Št. proge: 50	Vrsta projekta: IZN	Merilo: 1:50	Datum: sept. 2019	Projekt št.: 3685	Načrt št.: 4/2	Int. št.: 3685_4/2
Št. odseka: ZG50	Arhivska številka: 0098	Faza/objekt: 007.2121.	Šifra risbe: G.035	Prostor za črtno kodo:		Risba št.: 13

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

M 1:50

4/2



Datum: _____ Opis spremembe: _____ Podpis: _____

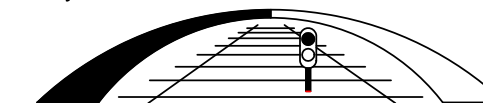
Investitor:



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

Podizvajalec:

Projekt:

Nadgradnja medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica

Objekt: Odsek Ljubljana - Brezovica

Id. št.: Ime:

Načrt: 4/2 ENP VIČ - Zamenjava usmerniških gregatov

Odg. vodja projekta: G-2753 Boris Brilly univ.dipl.inž.gradb.

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

Vrsta načrta:

4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme

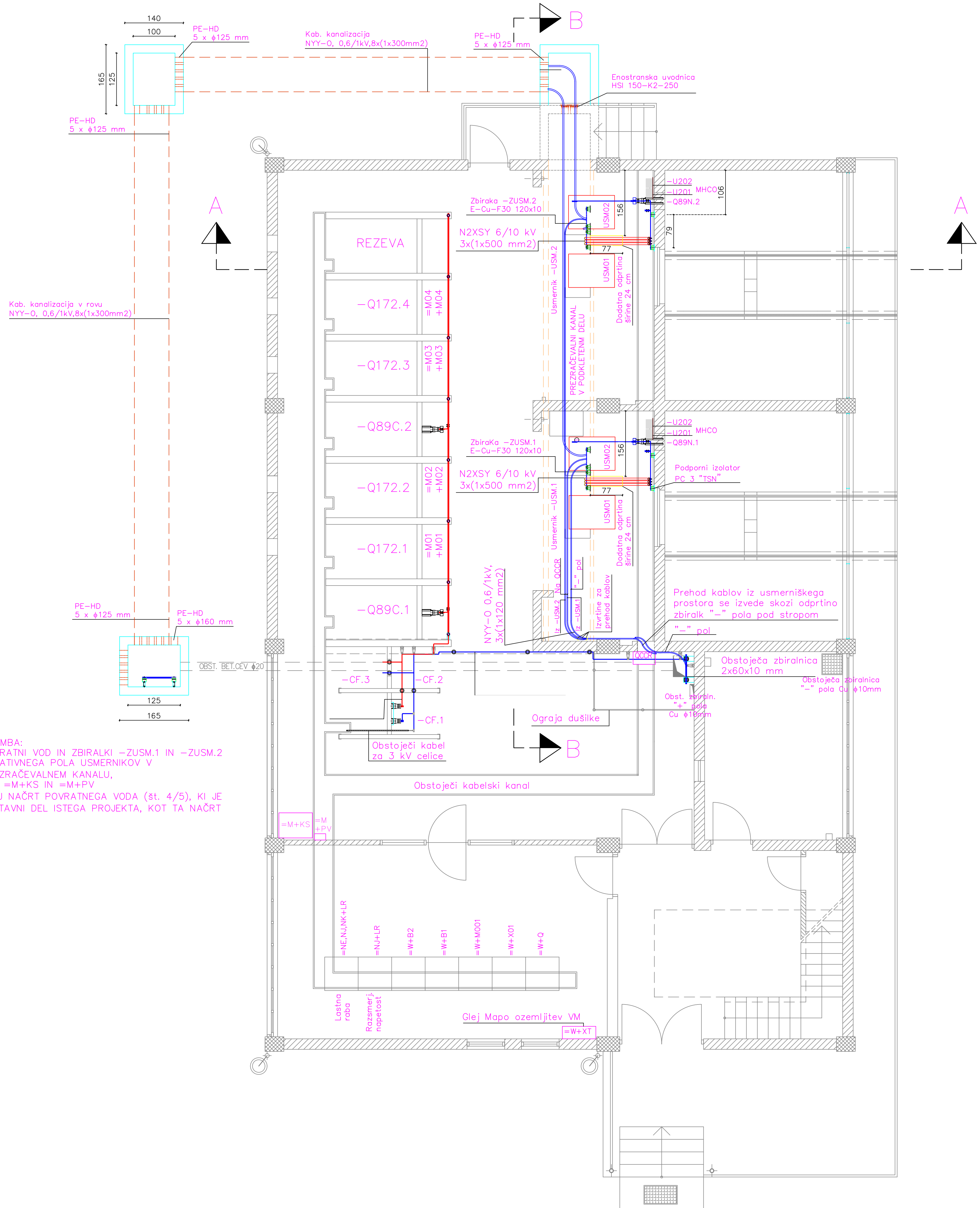
Izdelal:

E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.

Risba:

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

Št. proge: 50	Vrsta projekta: IZN	Merilo: 1:50	Datum: sept. 2019	Projekt št.: 3685	Načrt št.: 4/2	Int. št.: 3685 4/2
Št. odseka: ZG50	Arhivska številka: 0098	Faza/objekt: 007.2121.	Šifra risbe: G.036	Prostor za črtno kodo:		Risba št.: 14




OPOMBA:
POVRATNI VOD IN ZBIRALKI -ZUSM.1 IN -ZUSM.2
NEGATIVNEGA POLA USMERNIKOV V
PREZRAČEVALNEM KANALU,
TER =M+KS IN =M+PV
GLEJ NAČRT POVRATNEGA VODA (št. 4/5), KI JE
SESTAVNI DEL ISTEGA PROJEKTA, KOT TA NAČRT

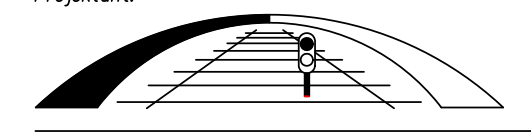
PRIKLJUČITEV NEGATIVNEGA POLA USMERNIKOV NA ZBIRALNICE POVRATNEGA VODA TLORIS

M 1:50

4/2

Datum: _____ Opis spremembe: _____ Podpis: _____

Investitor:  **Republika Slovenija**

Projektant:  **sž - projektivno podjetje ljubljana, d.d.**
Ministrstvo za infrastrukturo
Direkcija RS za infrastrukturo
Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana
tel.: 01 478 80 02, fax: 01 478 81 23

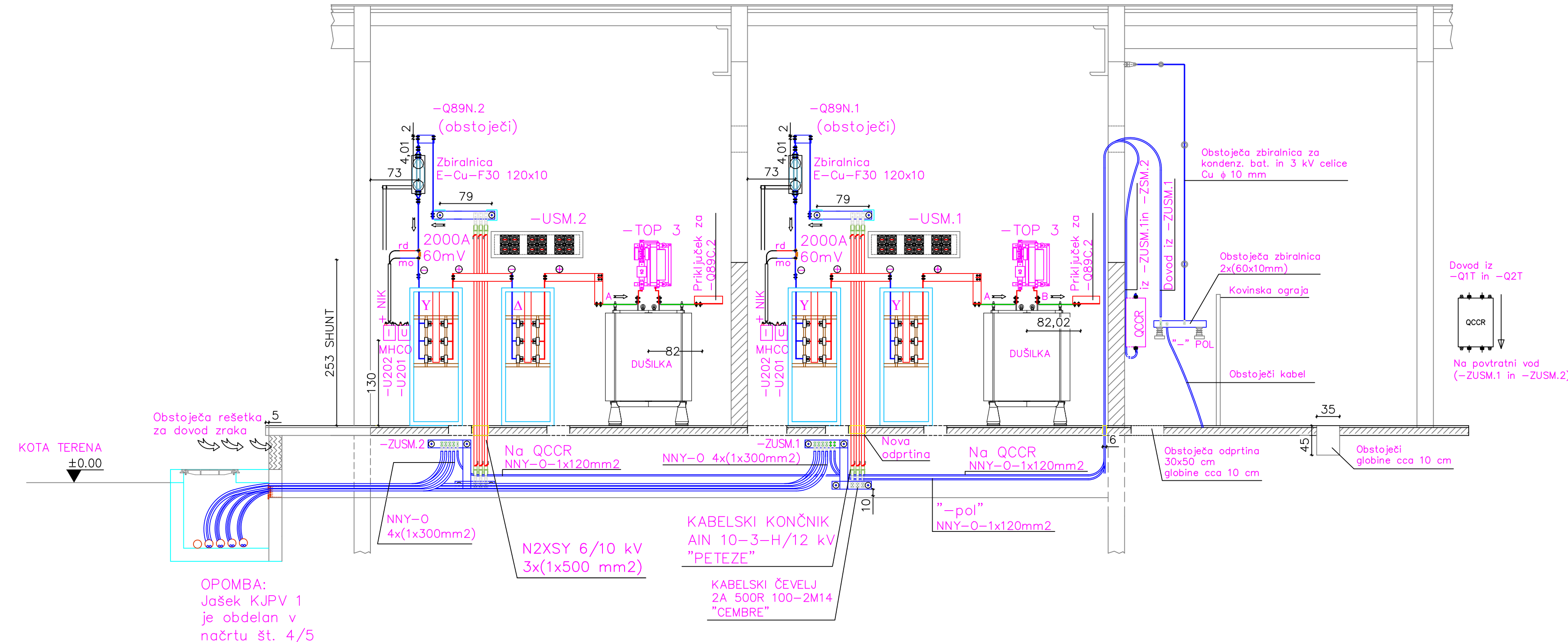
Podizvajalec: _____

Projekt: Nadgradnja medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica					
Objekt: Odsek Ljubljana - Brezovica			Id. št.: Ime:		
Načrt: 4/2 ENP Vič - Zamenjava usmerniških gregatov		Odg. vodja projekta: G-2753 Boris Brilly univ.dipl.inž.gradb.		Odg. projektant načrta: E-1960 Miha Žerjav, dipl. inž. el.	
Vrsta načrta: 4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme		Izdela: E-1960 Miha Žerjav, dipl. inž. el.			
Rišba: Priključitev negativnega pola usmernikov na zbiralnice povratnega voda, tloris					
Št. proge: 50	Vrsta projekta: IZN	Merilo: 1:50	Datum: sept. 2019	Projekt št.: 3685	Načrt št.: 4/2
Št. odseka: ZG50	Arhivsko številka: 0098	Faza/objekt: 007.2121.	Šifra risbe: G.026	Prostor za črtno kodo:	Int. št.: 3685 4/2
					Risba št.: 15


PRIKLJUČITEV NEGATIVNEGA POLA USMERNIKOV NA ZBIRALNICE POVRATNEGA VODA REZ B-B

M 1:50

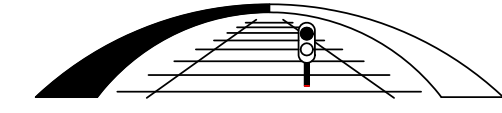
4/2



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.**
projekiranje, inženiring, svetovanje
Ukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana
tel.: 01 300 76 00, fax.: 01 300 76 36

Podizvajalec: _____

Projekt: **Nadgradnja medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica**

Objekt: **Odsek Ljubljana - Brezovica** Id. št.: Ime: _____

Načrt: **4/2 ENP Vič - Zamenjava usmerniških gregatov** Odg. vodja projekta: **G-2753 Boris Brilly univ.dipl.inž.gradb.**

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.**

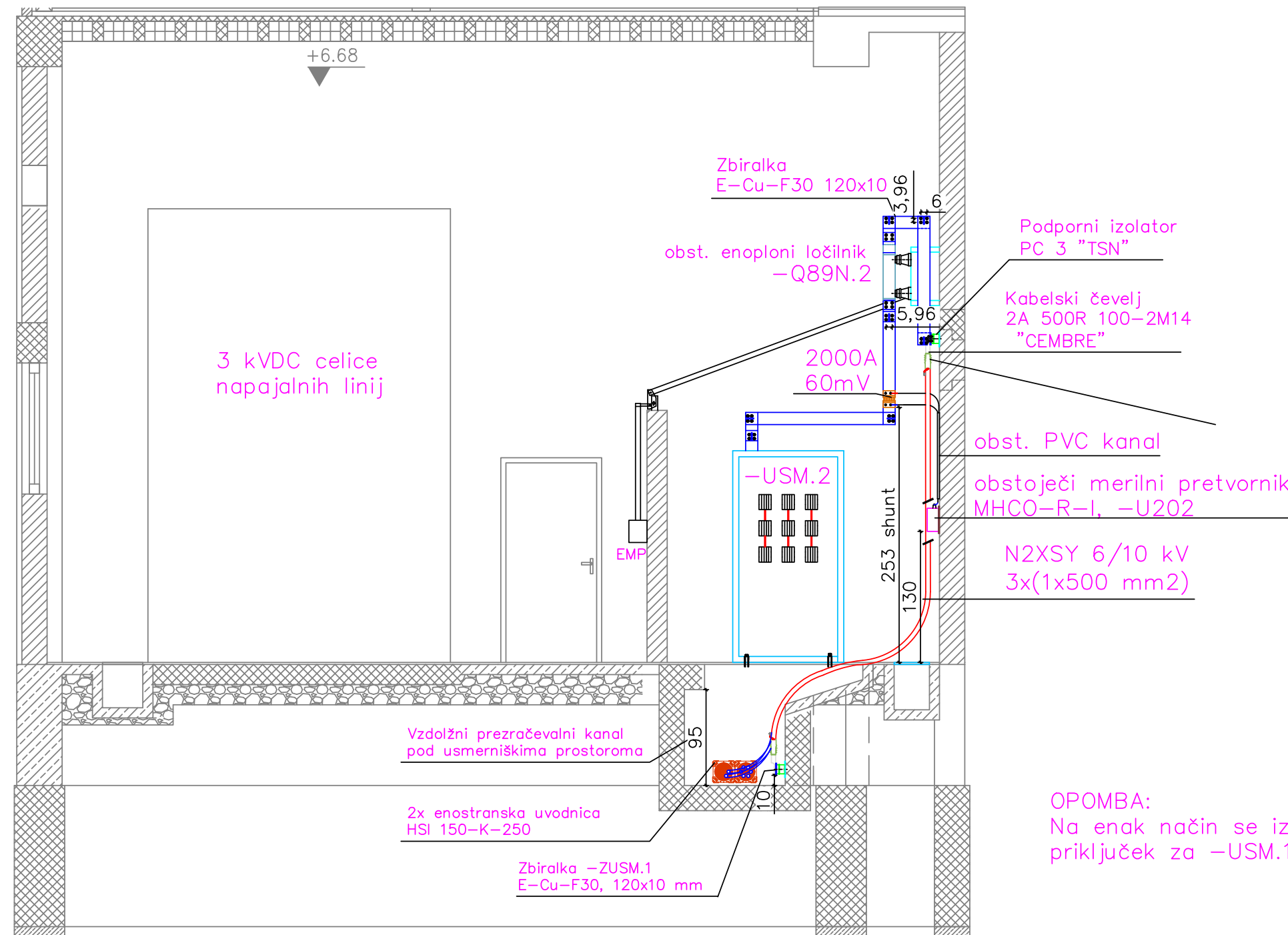
Risba: **Priključitev usmernikov na povratni vod rez B - B**

Št. proge: 50	Vrsta projekta: IZN	Merilo: 1:50	Datum: sept. 2019	Projekt št.: 3685	Načrt št.: 4/2	Int. št.: 3685 4/2
Št. odseka: ZG50	Arhivska številka: 0098	Faza/objekt: 007.2121.	Šifra risbe: G.037	Prostor za črtno kodo:		Risba št.: 16


PRIKLJUČITEV NEGATIVNEGA POLA USMERNIKOV NA ZBIRALNICE POVRATNEGA VODA REZ A-A

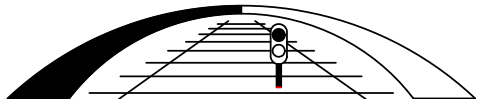
M 1:50

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

Podizvajalec: _____

Projekt: **Nadgradnja medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica**

Objekt: **Odsek Ljubljana - Brezovica** Id. št.: _____ Ime: _____

Načrt: **4/2 ENP VIČ - Zamenjava usmerniških gregatov** Odg. vodja projekta: **G-2753 Boris Brilly univ.dipl.inž.gradb.**

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


Št. proge: 50	Vrsta projekta: IZN	Merilo: 1:50	Datum: sept. 2019	Projekt št.: 3685	Načrt št.: 4/2	Int. št.: 3685_4/2
Št. odseka: ZG50	Arhivska številka: 0098	Faza/objekt: 007.2121.	Šifra risbe: G.038	Prostor za črtno kodo:		Risba št.: 17

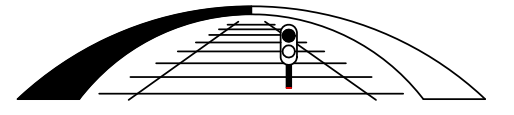
PRIKLJUČITEV MERILNIH PRETVORNIKOV NA USMERNIK USM.1

M 1:50

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.**
projekiranje, inženiring, svetovanje
Lukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana
tel.: 01 300 76 00, fax.: 01 300 76 36

Podizvajalec: _____

Projekt: Nadgradnja medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica

Objekt: **Odsek Ljubljana - Brezovica** Id. št.: Ime: _____

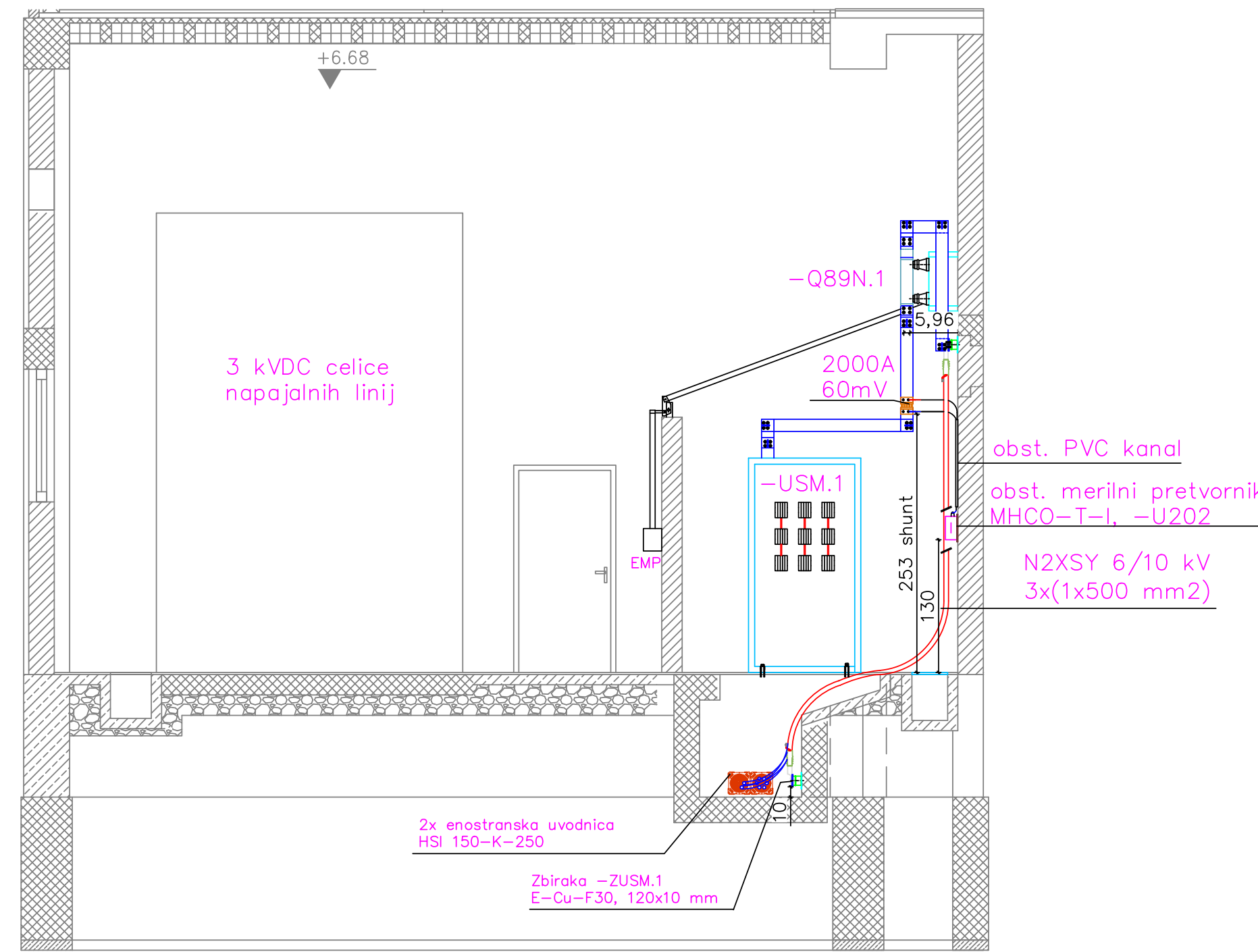
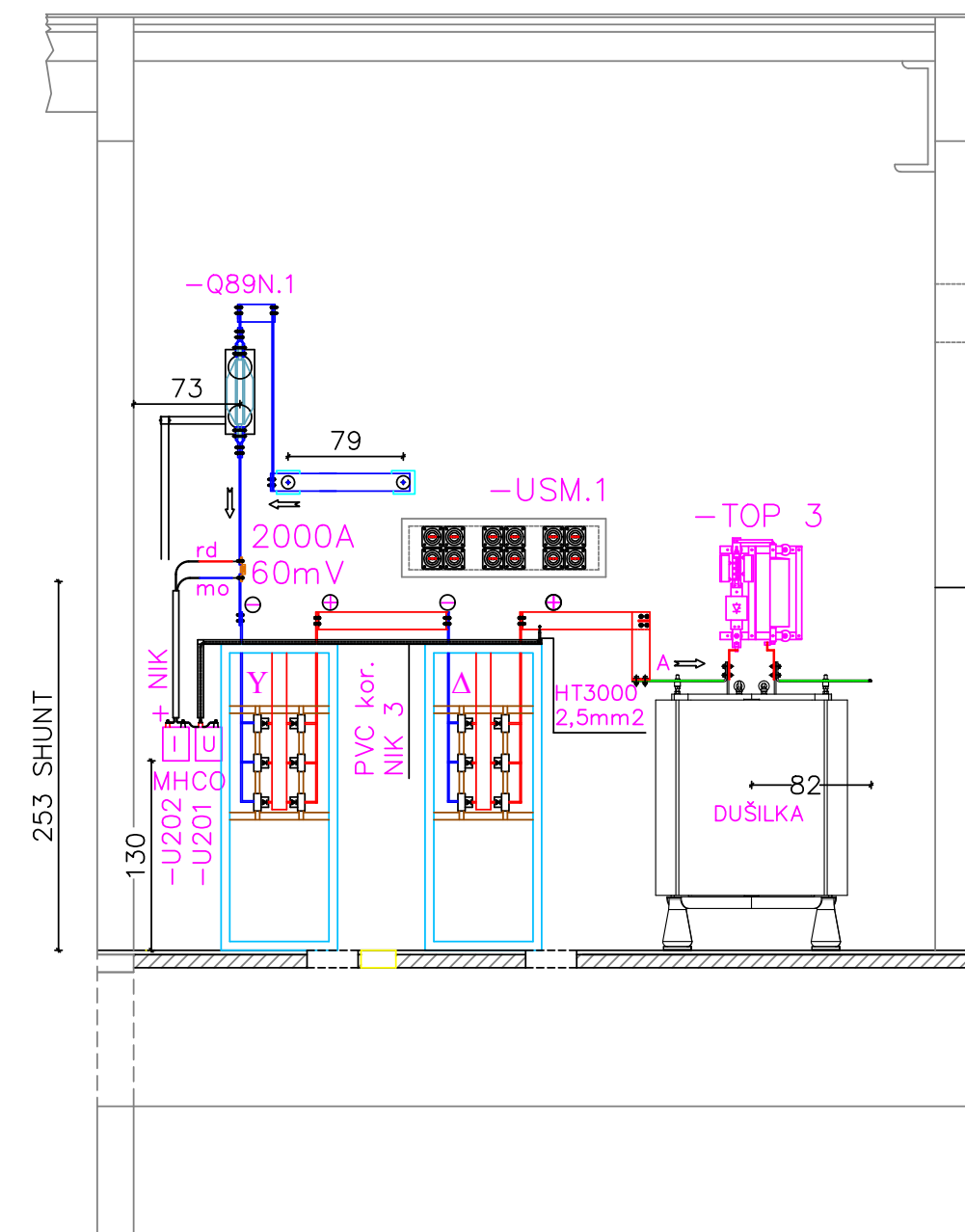
Načrt: **4/2 ENP Vič - Zamenjava usmerniških gregatov** Odg. vodja projekta: **G-2753 Boris Brilly univ.dipl.inž.gradb.**

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

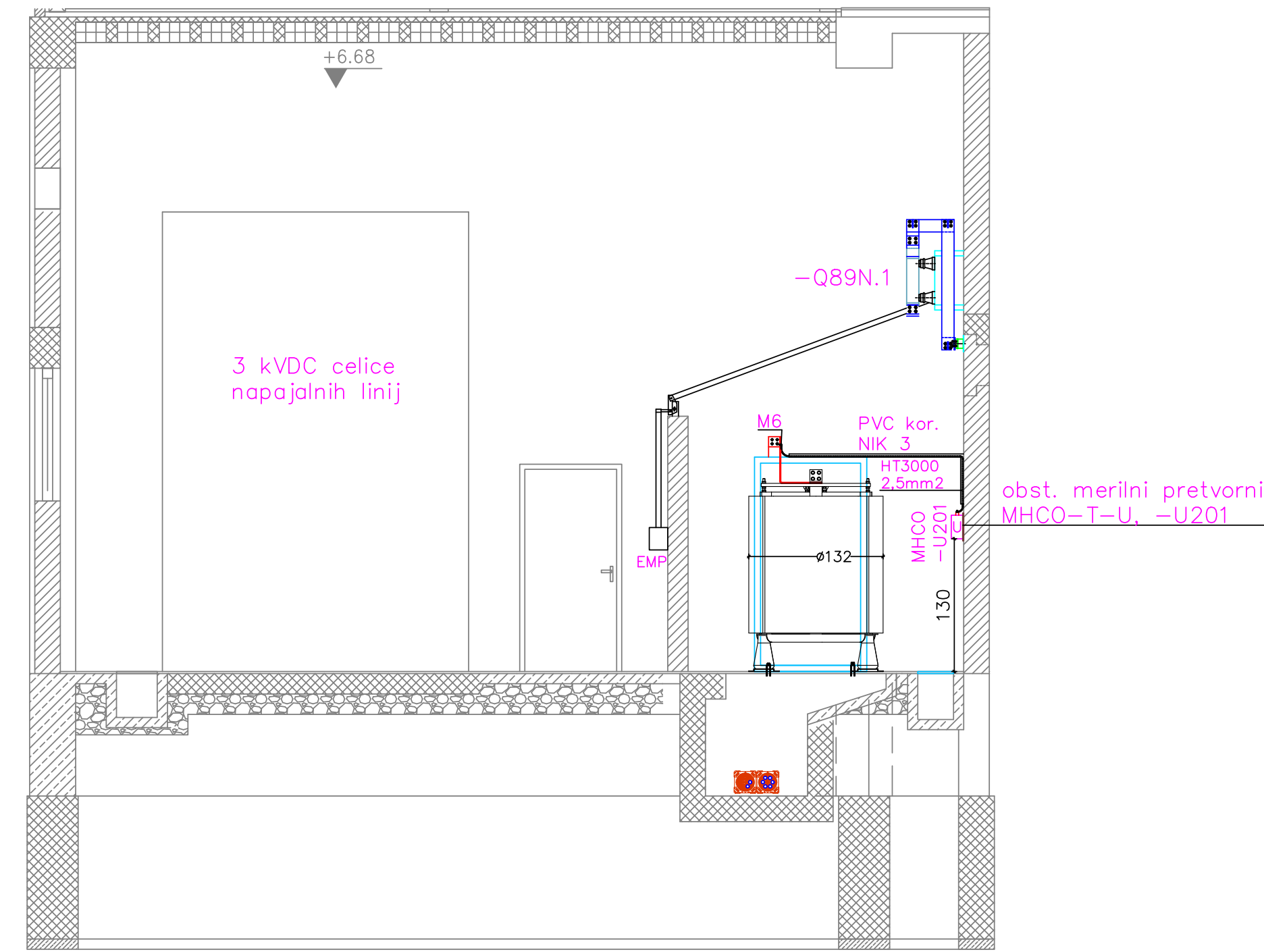
Vrsta načrta: **4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme** Izdelal: **E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.**

Risba: **Priključitev merilnih pretvornikov na usmernik USM.1**

Št. proge: 50	Vrsta projekta: IZN	Merilo: 1:50	Datum: sept. 2019	Projekt št.: 3685	Načrt št.: 4/2	Int. št.: 3685_4/2
Št. odseka: ZG50	Arhivska številka: 0098	Faza/objekt: 007.2121.	Šifra risbe: G.039	Prostor za črtno kodo:		Risba št.: 18



TOKOVNI MERILNI PRETVORNIK



NAPETOSTNI MERILNI PRETVORNIK

PRIKLJUČITEV MERILNIH PRETVORNIKOV NA USMERNIK USM.2

M 1:50

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.**
projekiranje, inženiring, svetovanje
Lukmarjeva ulica 6, SI - 1000 Ljubljana
tel.: 01 300 76 00, fax.: 01 300 76 36

Podizvajalec: _____

Projekt: **Nadgradnja medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica**

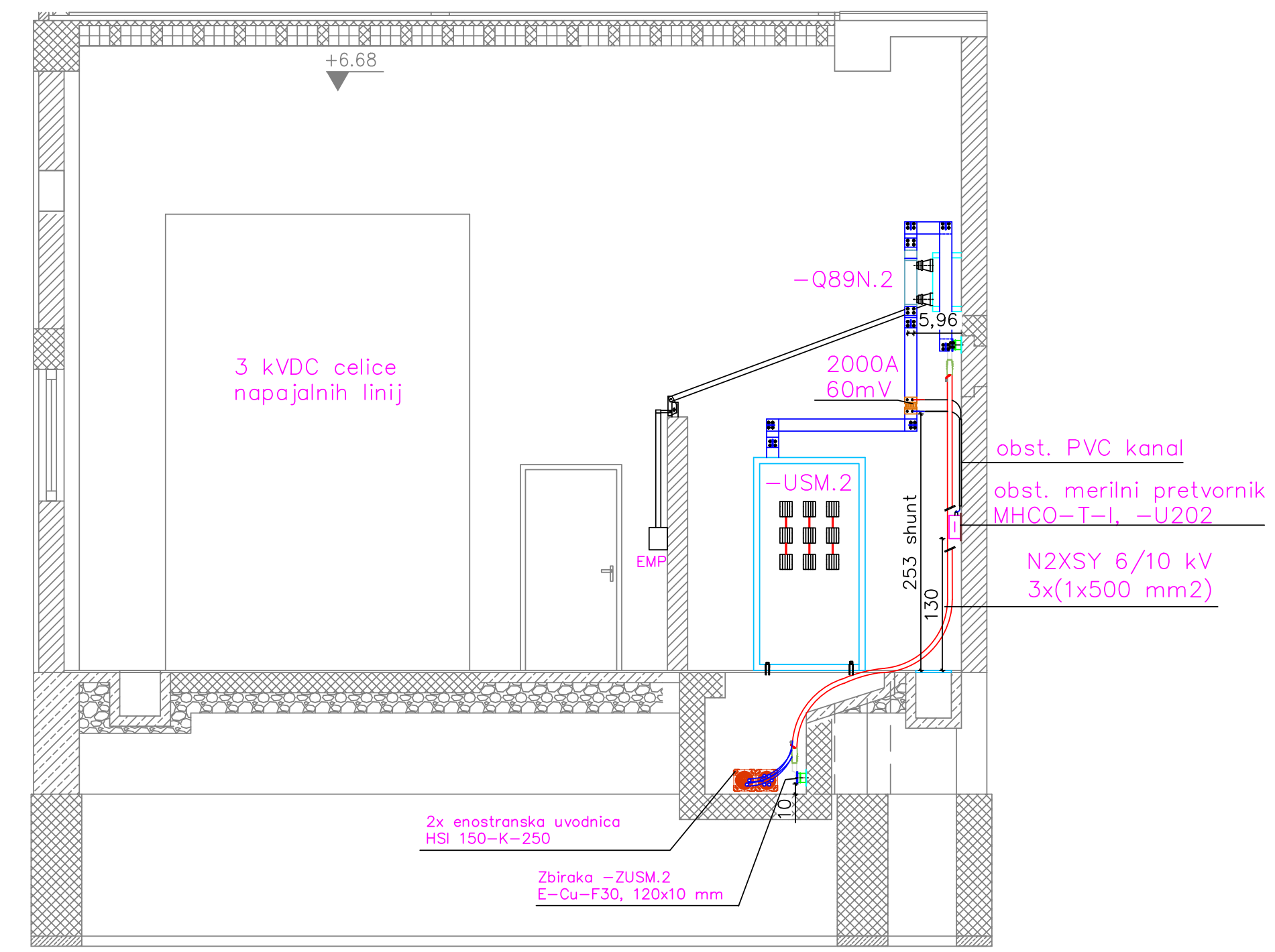
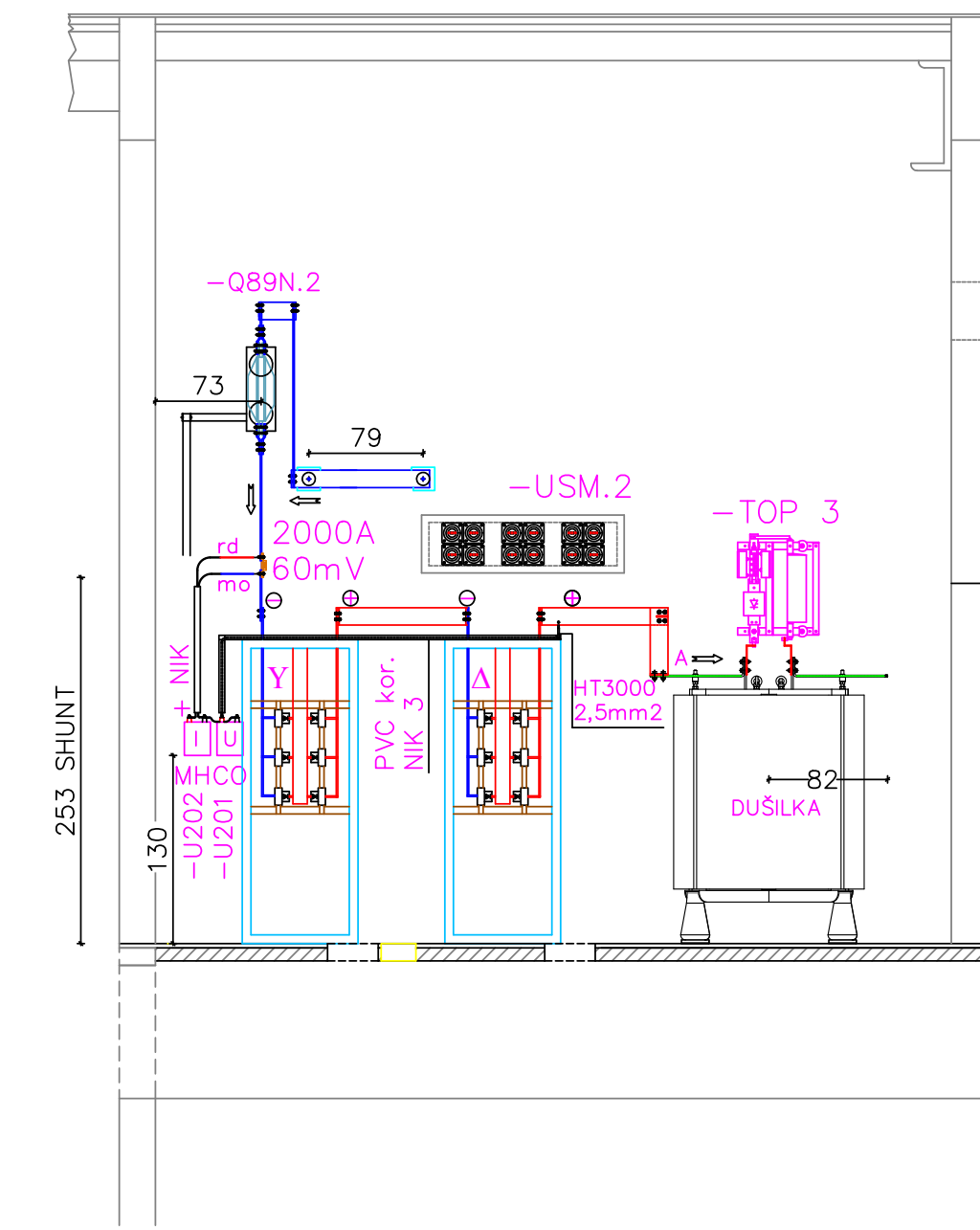
Objekt: **Odsek Ljubljana - Brezovica** Id. št.: Ime: _____

Načrt: **4/2 ENP Vič - Zamenjava usmerniških gregatov** Odg. vodja projekta: **G-2753 Boris Brilly univ.dipl.inž.gradb.**
Odg. projektant načrta: **E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.**

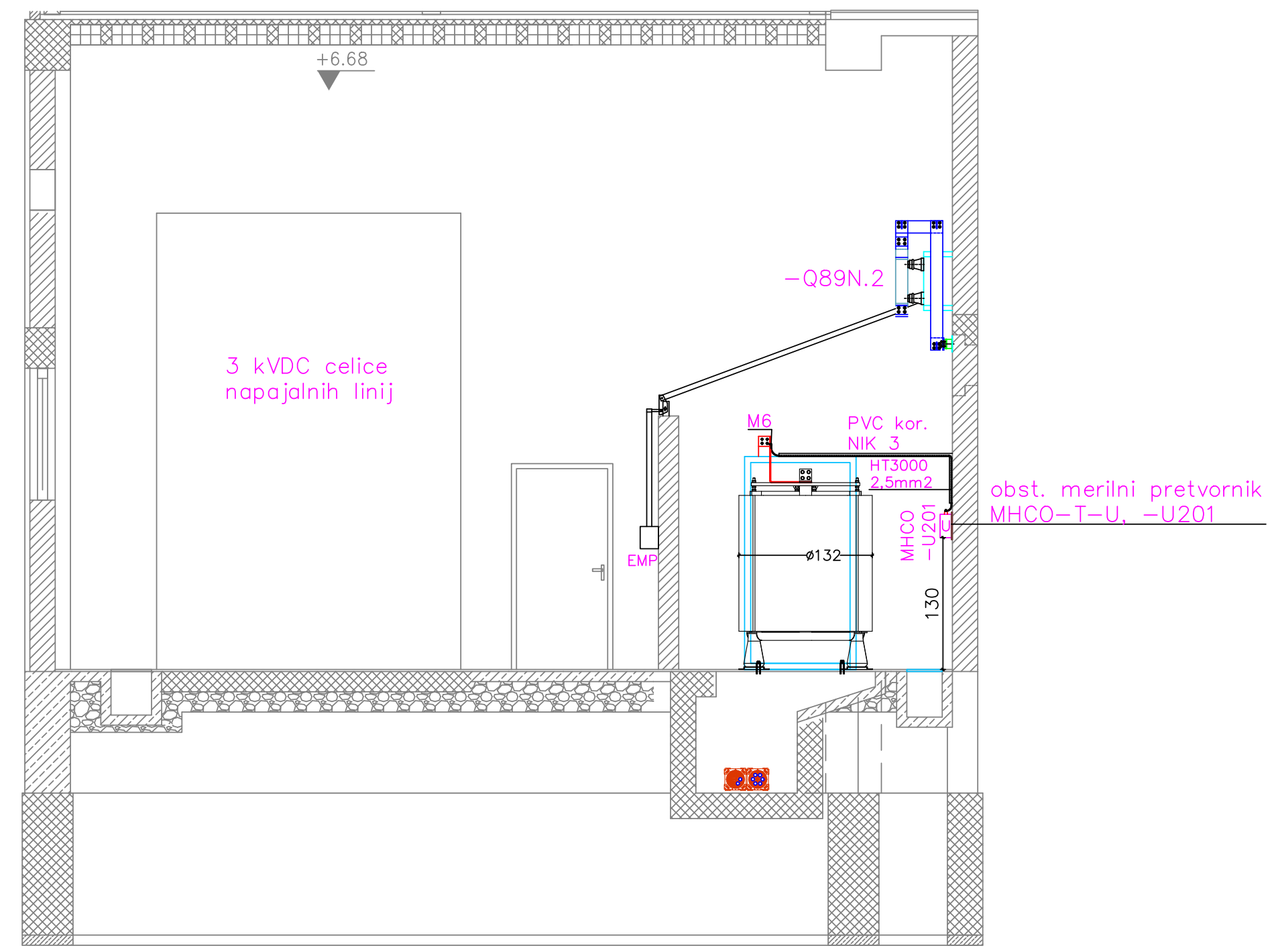
Vrsta načrta: **4 Načrt električnih inštalacij in el. opreme** Izdelal: **E-1960 Mitja Žerjav, dipl. inž. el.**

Risba: **Priključitev merilnih pretvornikov na usmernik USM.2**

Št. proge: 50	Vrsta projekta: IZN	Merilo: 1:50	Datum: sept. 2019	Projekt št.: 3685	Načrt št.: 4/2	Int. št.: 3685_4/2
Št. odseka: ZG50	Arhivska številka: 0098	Faza/objekt: 007.2121.	Šifra risbe: G.040	Prostor za črtno kodo:		Risba št.: 19



TOKOVNI MERILNI PRETVORNIK

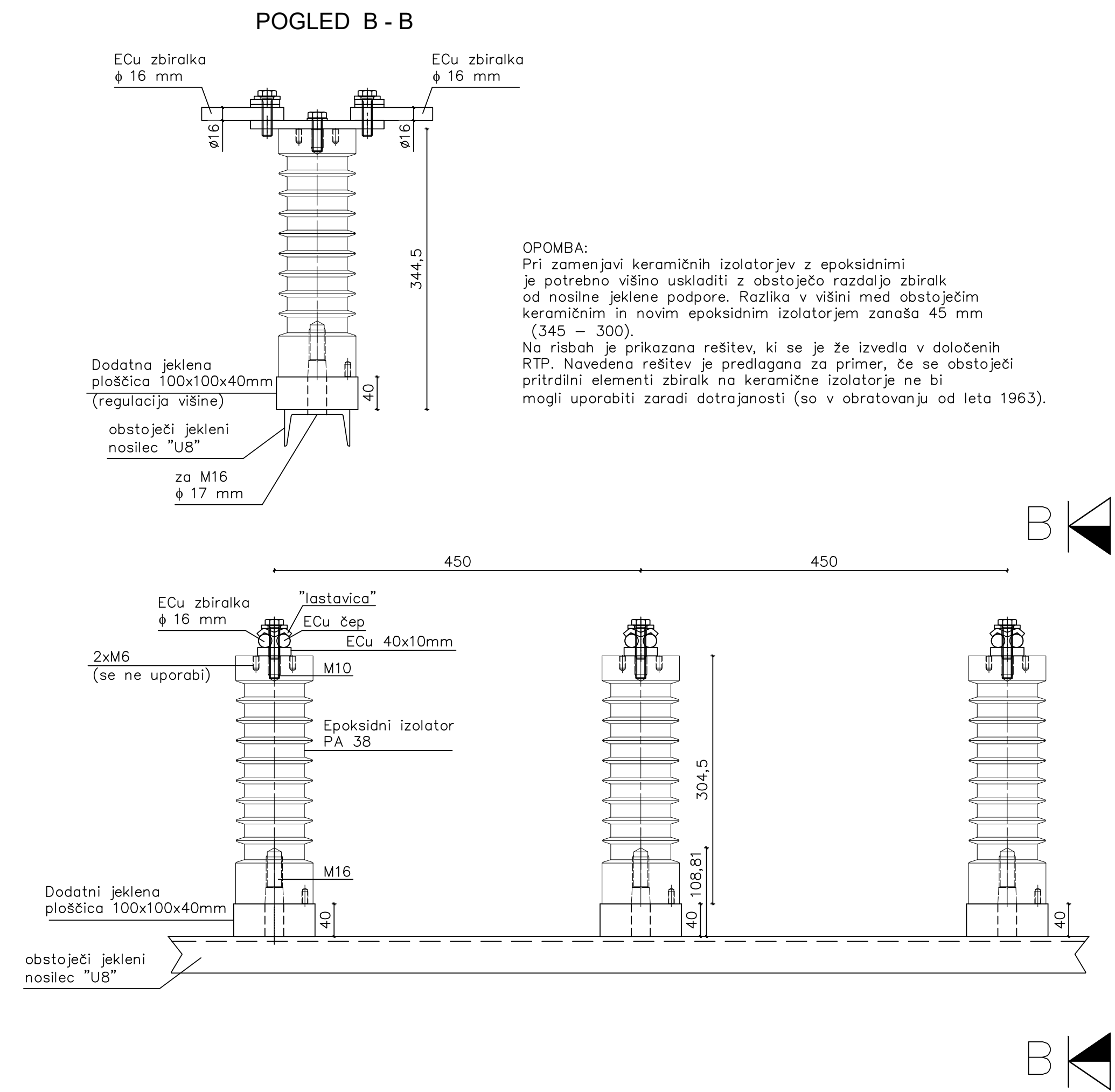


NAPETOSTNI MERILNI PRETVORNIK

ZAMENJAVA PODPORNIH IZOLATORJEV NA 20 kV ZBIRALKAH


M 1:10

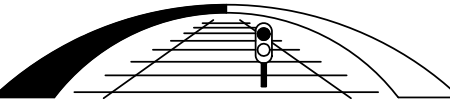
4/2



OPOMBA:
Pri zamenjavi keramičnih izolatorjev z epoksidnimi je potrebno višino uskladiti z obstoječo razdaljo zbiralk od nosilne jeklene podpore. Razlika v višini med obstoječim keramičnim in novim epoksidnim izolatorjem zanaša 45 mm (345 – 300).
Na risbah je prikazana rešitev, ki se je že izvedla v določenih RTP. Navedena rešitev je predlagana za primer, če se obstoječi pritrdilni elementi zbiralk na keramične izolatorje ne bi mogli uporabiti zaradi dotrajanosti (so v obratovanju od leta 1963).

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

Podizvajalec: _____

Projekt: **Nadgradnja medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica**

Objekt: **Odsek Ljubljana - Brezovica** Id. št.: _____ Ime: _____

Načrt: **4/2 ENP VIČ - Zamenjava usmerniških gregatov** Odg. vodja projekta: **G-2753 Boris Brilly univ.dipl.inž.gradb.**

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: **Zamenjava podpornih izolatorjev na 20 kV zbiralkah**

Št. proge: 50	Vrsta projekta: IZN	Merilo: 1:50	Datum: sept. 2019	Projekt št.: 3685	Načrt št.: 4/2	Int. št.: 3685_4/2
Št. odseka: ZG50	Arhivska številka: 0098	Faza/objekt: 007.2121.	Šifra risbe: G.051	Prostor za črtno kodo:		Risba št.: 20