

**“HIDRO-MIN” d.o.o. Čačak**



**IDEJNO REŠENJE MHE „STUDENICA S4 – GRADINA“  
Sveska 4. Projekat elektroenergetskih instalacija**



**ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР**  
Зелени булевар 35,  
19210 Бор, Србија



Čačak, april 2021. god.



#### 4.1. NASLOVNA STRANA

<b>Investitor:</b>	“HIDRO-MIN” d.o.o Nikole Tesle 21b, 32 000 Čačak, Srbija
<b>Objekat:</b>	<b>Mala hidroelektrana (MHE) „Studenica S4 - Gradina“ brana sa mašinskom zgradom</b> na k.p. br. 621/2, 5703 sve K.O. Tadenje i 2132 2044/1, 2045, 2046. 2044/2 sve K.O. Ušće; <b>akumulacija</b> na k.p.br 35, 38/1, 38/2, 60/2, 53/3, 61/1, 53/2, 545/2, 545/1, 552/2, 552/1, 620/2, 615/2, 610/2, 610/1, 621/1, 621/2, 5703 sve K.O. Tadenje i k.p. br. 2132, 1904/3, 1903/3, 1902/2, 1899/7, 1899/6, 1898/1, 1896/2, 1895, 1894, 1893, 1891, 1888, 1887, 1886/2, 1885/1, 1885/2, 1883, 1884/2, 1884/1, 1904/2, 1903/2, 1899/2, 1898/2, 1892 sve K.O. Ušće i <b>interne saobraćajnice</b> na k.p.br. 2044/2, 2044/1, 2047, 2051, 2045 sve K.O. Ušće, Grad Kraljevo
<b>Vrsta teh. dokumentacije:</b>	IDR - Idejno rešenje
<b>Naziv i oznaka dela projekta:</b>	4 – Elektroenergetske instalacije Elektro oprema elektrane
<b>Za građenje/izvođenje radova:</b>	Nova gradnja
<b>Pečat i potpis:</b>	<b>Projektant (u ime konzorcijuma):</b> “ENHY GROUP” d.o.o., Čačak Danice Marković 67/17, Čačak Zoran Bogdanović 
<b>Pečat i potpis:</b>	<b>Odgovorni projektant:</b> Radomir Milekić , dipl.el.inž, br.lic. 350 3419 03 
<b>Broj dela projekta:</b>	IDR.E.21.038
<b>Mesto i datum:</b>	Čačak, april 2021. god.





## **4.2 SADRŽAJ**

### **4.1. Naslovna strana**

### **4.2 Sadržaj projekta**

### **4.3. Rešenje o određivanju odgovornog projektanta**

### **4.4. Izjava odgovornog projektanta**

### **4.5. Tekstualna dokumentacija**

#### *4.5.1 Uvod*

#### *4.5.2 Obim projekta*

#### *4.5.3 Usvajanje i opis konceptijskog rešenja MHE*

##### *4.5.3.1 Podloge*

##### *4.5.3.2 Izbor glavne elektromašinske opreme*

##### *4.5.3.3 Očekivana koncepcija priključenja i obračunskog merenja energije*

##### *4.5.3.4 Sopstvena potrošnja MHE Gradina*

##### *4.5.3.5 Instalacije uzemljenja, izjednačenja potencijala i gromobranske zaštite*

##### *4.5.3.6 Obračunsko merenje i ostala oprema OMP-a*

#### *4.5.4 Upravljanje elektranom*

### **4.6. Numerička dokumentacija**

#### *4.6.1 Izbor snage generatora*

#### *4.6.2 Tehnički kriterijumi za priključenje MHE na distributivnu mrežu*

#### *4.6.3 Proračun struje kratkog spoja u MHE*

#### *4.6.4 Zagrevanje kabla u normalnom pogonu*

#### *4.6.5 Zagrevanje kabla u 3p kratkom spoju*

#### *4.6.6 Provera pada napona*

#### *4.6.7 Proračun snage transformatora sopstvene potrošnje*

#### *4.6.8 Proračun uzemljivača objekta*

#### *4.6.9 Proračun gromobranske zaštite*

#### *4.6.10 Pregled razlike troškova razmatranih varijanti*

#### *4.6.11 Predmer i predračun opreme i radova (Po predloženoj varijanti)*



---

#### **4.7. Grafička dokumentacija**

*4.8.1 Situacioni plan MHE "Studenica S-4"*

*4.8.2 Jednopolna šema*

*4.8.3 Dispozicija opreme*

*4.8.4 Blok dijagram napajanja*

*4.8.5 Blok šema upravljanja*

*4.8.6 Blok šema komunikacije*

*4.8.7 Dispozicija opreme opšte potrošnje*

*4.8.8 Uzemljivač i izjednačenje potencijala*

*4.8.9 Jednopolna šema OMP*

*4.8.10 Šema obračunskog merenja*



### **4.3. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA OBJEKTA „STUDENICA S4 - GRADINA“**

Na osnovu člana 128.Zakona o planiranju i izgradnji ("Službeni glasnik RS", br. 72/09, 81/09-ispavka, 64/10 odluka US, 24/11 i 121/12, 42/13–odluka US, 50/2013–odluka US, 98/2013–odluka US, 132/14, 145/14, 83/18, 31/19, 37/19-dr.zakon i 9/2020 i 52/2021) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i načinu vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata ("Službeni glasnik RS", br. 23/2015, 77/2015, 58/2016, 96/2016, 67/2017, 72/2018 i 73/2019) kao:

#### **ODGOVORNI PROJEKTANT**

Za izradu Projekta elektroenergetskih instalacija, koji je deo Idejnog rešenja (IDR) za izgradnju objekta Mala hidroelektrana (MHE) "Studenica S4 - Gradina" – brana sa mašinskom zgradom brana sa mašinskom zgradom na k.p. br. 621/2, 5703 sve K.O. Tadenje i 2132 2044/1, 2045, 2046. 2044/2 sve K.O. Ušće; **akumulacija** na k.p.br 35, 38/1, 38/2, 60/2, 53/3, 61/1, 53/2, 545/2, 545/1, 552/2, 552/1, 620/2, 615/2, 610/2, 610/1, 621/1, 621/2, 5703 sve K.O. Tadenje i k.p. br. 2132, 1904/3, 1903/3, 1902/2, 1899/7, 1899/6, 1898/1, 1896/2, 1895, 1894, 1893, 1891, 1888, 1887, 1886/2, 1885/1, 1885/2, 1883, 1884/2, 1884/1, 1904/2, 1903/2, 1899/2, 1898/2, 1892 sve K.O. Ušće i **interne saobraćajnice** na k.p.br. 2044/2, 2044/1, 2047, 2051, 2045 sve K.O. Ušće, Grad Kraljevo, određuje se:

**Radomir Milekić, dipl.inž.el.....broj licence 350 3419 03**

Projektant:

U ime konzorcijuma:  
"ENHY GROUP" D.O.O.,  
Danice Marković 67/17, Čačak

Odgovorno lice:

Zoran Bogdanović, direktor

Potpis:



Broj tehničke dokumentacije:

IDR.E.21.038

Mesto i datum:

Čačak, april 2021. god.

#### **4.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA OBJEKTA MHE "STUDENICA S4 – GRADINA"**

Kao odgovorni projektant za izradu Elektroenergetskog projekta, koji je deo Idejnog rešenja (IDR) za izgradnju objekta Mala hidroelektrana (MHE) "Studenica S4 - Gradina" – brana sa mašinskom zgradom na k.p. br. 621/2, 5703 sve K.O. Tadenje i 2132 2044/1, 2045, 2046. 2044/2 sve K.O. Ušće; akumulacija na k.p.br 35, 38/1, 38/2, 60/2, 53/3, 61/1, 53/2, 545/2, 545/1, 552/2, 552/1, 620/2, 615/2, 610/2, 610/1, 621/1, 621/2, 5703 sve K.O. Tadenje i k.p. br. 2132, 1904/3, 1903/3, 1902/2, 1899/7, 1899/6, 1898/1, 1896/2, 1895, 1894, 1893, 1891, 1888, 1887, 1886/2, 1885/1, 1885/2, 1883, 1884/2, 1884/1, 1904/2, 1903/2, 1899/2, 1898/2, 1892 sve K.O. Ušće i interne saobraćajnice na k.p.br. 2044/2, 2044/1, 2047, 2051, 2045 sve K.O. Ušće, Grad Kraljevo

**Radomir Milekić , dipl.el.inž.**

#### **I Z J A V L J U J E M**

1. da je projekat izrađen u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, propisima, standardima i normativima iz oblasti izgradnje objekata i pravilima struke;
2. da su pri izradi projekta poštovane sve propisane i utvrđene mere i preporuke za ispunjenje osnovnih zahteva za objekat i da je projekat izrađen u skladu sa merama i preporukama kojima se dokazuje ispunjenost osnovnih zahteva.

Odgovorni projektant : Radomir Milekić, dipl.el.inž.

Broj licence: 350 3419 03

Potpis:



Broj tehničke dokumentacije: IDR.E.21.38

Mesto i datum: Čačak, April 2021. god



## 4.5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

Ukupno strana: 24

### Sadržaj:

1.	UVOD .....	2
2.	OBIM PROJEKTA – SVESKA 4 .....	2
3.	USVAJANJE I OPIS KONCEPCIJSKOG REŠENJA MHE .....	3
3.1.	Podloge .....	3
3.1.1.	Odlučivanje o varijantnim rešenjima .....	4
3.2.	Izbor glavne elektromašinske opreme .....	6
3.2.1.	Generatori .....	6
3.2.2.	Pobudni sistem generatora .....	7
3.2.3.	Blok transformator .....	8
3.2.4.	Razvodno postrojenje 35 kV .....	8
3.2.5.	Električne zaštite .....	9
3.3.	Očekivana koncepcija priključenja i obračunskog merenja energije .....	10
3.4.	Sopstvena potrošnja MHE Gradina .....	11
3.4.1.	Energija za sopstvenu potrošnju .....	11
3.4.2.	Napajanje opreme automatike i upravljanja agregata .....	12
3.4.3.	Pomoćna oprema u elektrani .....	12
3.4.4.	Pomoćna oprema na brani .....	12
3.4.5.	Opšta potrošnja objekta mašinske sale (5 kW) .....	13
3.4.6.	Signalne, TK instalacije i instalacije dojave požara MHE (1,5 kW) .....	13
3.4.7.	Električni razvod energetskih signalnih i upravljačkih vodova MHE .....	13
3.5.	Instalacije uzemljenja, izjednačenja potencijala i gromobranske zaštite .....	14
3.6.	Obračunsko merenje i ostala oprema OMP-a .....	14
4.	UPRAVLJANJE ELEKTRANOM .....	16
4.1.	Turbinski regulator .....	16
4.2.	Režimi rada regulatora .....	18
4.3.	Merenje brzine .....	19
4.4.	Regulator brzine .....	20
4.5.	Regulator snage .....	20
4.6.	Regulator nivoa .....	21

---

4.7. Upravljanje pobudom .....	21
4.8. Sinhronizacija .....	21
4.9. Merenja .....	21
4.10. Alarmi .....	22
4.11. Mehaničke zaštite (brzi stop agregata).....	22
4.12. Električne zaštite (hitno stop agregata).....	23
4.13. Združeno upravljanje .....	23
4.14. Sistem za nadzor i daljinsko upravljanje.....	23

## 1. UVOD

Mala hidroelektrana "MHE Studenica S-4 Gradina" je objekat predviđen kao branska elektrana za proizvodnju električne energije, sa ciljem optimalnog iskorišćenja hidropotencijala na datoj lokaciji. Elektrana je predviđena da svu proizvedenu električnu energiju plasira u sistem na naponu 35 kV. Predviđena je za rad uz minimalno prisustvo radne snage (praktično bez posade), sa maksimalnim mogućnostima daljinskog nadzora i upravljanja.

Nivo ovog Idejnog rešenja je prema *Pravilniku o sadržaju, načinu i postupku izrade i načinu vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekta ("Sl. glasnik RS", br. 73/2019)*, takav da su prikazani svi podaci potrebni za utvrđivanje lokacijskih uslova.

Ovim idejnim rešenjem je sagledan način projektovanja, gradnje, puštanja u rad i eksploatacije samog objekta, i predstavlja dobru osnovu za određivanje optimalne strukture tehnno-ekonomskih parametara potrebnih za investiciju.

Projekat sadrži 5 sveski, i to:

- Sveska 1 – Hidrograđevinski projekat
- Sveska 2/1 – Projekat saobraćajnica
- **Sveska 4 – Projekat elektroenergetskih instalacija i upravljanja**
- Sveska 5/1 - Projekat telekomunikacionih i signalnih instalacija – Sistem automatske dojavne požara
- Sveska 5/2 – Projekat telekomunikacionih i signalnih instalacija – Sistem video nadzora, telefonsko računarski sistem i protivprovalni sistem
- Sveska 6 – Projekat mašinskih instalacija

## 2. OBIM PROJEKTA – SVESKA 4

Ovim idejnim rešenjem obuhvaćene su:

- Izbor generatora i opreme generatorskog napona,
- Način upravljanja agregatima i regulacija sa pripadajućom opremom,
- Idejno rešenje upravljanja i nadzora i akvizicije rada proizvodnih i pratećih sistema u elektrani,
- Električne zaštite na strani generatorskog napona i sinhronizacija,
- Transformacija generatorskog napona na naponski nivo 35 kV i razvodno postrojenje 35 kV koje pripada elektrani,
- Zaštite i zaštitna oprema na strani 35 kV napona,
- Merenje predate i preuzete energije u okviru OMP-a koje pripada ODS-u.
- Elektroenergetske instalacije sopstvene potrošnje elektrane i potrošača opšte potrošnje u mašinskoj zgradi i na brani,
- Instalacije uzemljenja, izjednačenja potencijala i gromobranske zaštite elektrane.



### 3. USVAJANJE I OPIS KONCEPCIJSKOG REŠENJA MHE

#### 3.1. Podloge

Prostorne, hidrograđevinske i mašinske podloge i podaci za izradu ovog dela projekta su:

Ime elektrane.....	MHE Studenica S-4 Gradina
Reka.....	Studenica
Lokacija.....	oko 6,5 km uzvodno od ušća u Studenice u Ibar
Tip elektrane.....	Pribranska
Broj proizvodnih agregata.....	2
Tip proizvodnih agregata.....	vertikalni sa Kaplan turbinama
Instalisana snaga turbina.....	2 x 1130 kW
Broj obrtaja radnog kola turbina.....	500 o/min
Srednji višegodišnji proticaj Studenice.....	6,96 m <sup>3</sup> /s
Instalisani protok elektrane.....	2 x Q <sub>nom</sub> = 15 m <sup>3</sup> /s
Kota gornje vode.....	KNU 404,00 mnm
Kota donje vode pri Q <sub>inst</sub> .....	KDV 386,61 mnm
Bruto pad.....	17,39 m
Nominalni neto pad.....	H <sub>n</sub> = 16,99 m
Nominalni protok.....	2 x Q <sub>nom</sub> = 15 m <sup>3</sup> /s
Minimalni protok.....	Q <sub>min</sub> = 1,875 m <sup>3</sup> /s
Visina sisanja.....	H <sub>s</sub> = - 0,81 m
Kota ose radnog kola turbine.....	385,80 mnm
Prečnik radnog kola.....	D = 1100 mnm
Očekivani nominalni stepen korisnosti turbina.....	η <sub>t</sub> = 0,905
Planirani početak gradnje.....	2022. god.
Srednja godišnja proizvodnja.....	8,50 GWh
Planirani ulazak u pogon proizvodnih agregata.....	2024. god.

Okvirni podaci o pomoćnoj mašinskoj opremi:

Oprema	Učestalost upotrebe	Snaga
Pumpa turbinskog regulatora	često	2 x 4 kW = 8 kW
Pumpa hidrauličke jedinice za opremu preliva	povremeno	4,5 kW + 1 kW = 5,5 kW
Pumpa za drenažu i pražnjenje	povremeno	1 kW
Eletromotorni pogon zatvarača temeljnog ispusta	retko	2 kW
Kalorifer u komandnoj sali	zimi često	3 kW
Kaloriferi u mašinskoj sali	zimi često	3 x 3 kW=9 kW
Ventilacija u mašinskoj sali	povremeno	1,5 kW

Prema zahtevima iz mašinskog projekta za vršenjem merenja i potrebama upravljanja agregatima – treba meriti:

- nivo gornje vode (KGV),
- pad pritiska na ulaznoj rešetki usisa (za oba agregata),
- nivo donje vode (KDV),
- pritisak u cevovodu ispred turbine (za oba agregata) ,
- broj obrtaja agregata (za oba agregata) ,
- otvor sprovednog aparata (za oba agregata),
- temperature u ležajevima (noseći + 2 vodeća - za oba agregata) ,
- pritisak uljno-hidrauličke instalacije (2 turbinska i agregat zasuna).

### 3.1.1. Odlučivanje o varijantnim rešenjima

Prema konceptijskim rešenjima koja proizilaze iz Hidrograđevinskog i Mašinskog dela projekta smernice za izradu elektro dela IDR-a su prilično jednoznačne. Nedvosmisleno se zaključuje, imajući u vidu stanje elektroenergetskog sistema na ovoj lokaciji, da se mašine ovih snaga moraju priključivati na naponu 35 kV, što će se očekivano potvrditi lokacijskim uslovima koji treba da uslede.

Interna akta ODS-a u pogledu opreme koja je obavezna da se ugradi u elektrani su takođe dosta precizna, što takođe ne otvara veliki prostor za varijante.

Rešavanje priključka elektrane je naknadni postupak i predmet druge dokumentacije i posebne urbanističke procedure.

Upravljanje glavnom i pomoćnom opremom elektrane je kao i drugi detalji osnovne koncepcije elektrane će biti razrađivani u narednim nivoima dokumentacije nakon lokacijskih uslova.

Dakle, jedina dilema koja se može donekle nazvati varijantama na ovom nivou dokumentacije je naponski nivo na kojem se sinhronizuju mašine.

U tom pogledu, ovim projekrom su analizirane 2 konceptijske varijante elektroenergetskih instalacija i upravljanja:

- Varijanta 1. - Sinhronizacija mašina na naponskom nivou 35 kV i
- Varijanta 2. - Sinhronizacija mašina na naponskom nivou 0.4 kV.

Uporedni prikaz opreme potrebne za realizovanje ovih rešenja dat je u sledećoj tabeli:

Parametar:		Varijanta 1	Varijanta 2
Broj generatora		2	2
Tip generatora		3f, sinhroni	3f, sinhroni
Nominalni napon generatora		0,69 kV	0,4 kV
NN Postrojenje generatorskog napona		/	+NE, 400 VAC (5 polja)
Postrojenje za upravljanje		ISTO - za upravljanje agregatima +TAG1(2) za upravljanje elektranom +BLB	
Broj transformatora		2 +1	2
Transformator	blok transformator	1600 kVA 0,69 / 35 kV x 2	1600 kVA 0,4 / 35 kV x 2
	sopstvene potrošnje	100 kVA, 35 / 0,4 kV	/
Razvodno postrojenje 35 kV u elektrani		+H01 – agregat 1 +H02 – agregat 2 +H03 – sop. potrošnja +H04 – izvodna ćelija	+H01 –transformator 1 +H02 – transformator 2 +H03 – izvodna ćelija
Mesto sinhronizacije		<b>35 kV prekidač - Q2 u ćeliji blok transformatora</b>	<b>0,4 kV prekidač - Q2 u postrojenju gen. napona</b>
Mehanička izdržljivost generatorskog prekidača		10. 000	10. 000 sa remontom 25.000

U grafičkoj dokumentaciji koncepti su prikazani po varijantama, radi boljeg sagledavanja razlika u tehničkim rešenjima.

U tehničkom rešenju varijante 1 Generator i transformator se pojavljuju kao blok sa 35 kV zaštitnom ćelijom koja integriše zaštitu generatora i trafoa u jednom uređaju generatorske zaštite. Varijanta 1 zahteva obezbeđivanje 3 x 230/400V napona sopstvene potrošnje zasebnom transformacijom 35/0,4 kV. Jednopolna šema je data crtežu br. IDR.E.21.038.02/01.

Varijanta 2 koristi činjenicu da se generatorski napon 400 V prirodno može iskoristiti i za napajanje sopstvene potrošnje. Da bi se to obezbedilo, predviđeno je NN postrojenje, koje sadrži 5 polja:

- Polje generatorske zaštite generatora +G1
- Dovodno polje transformatora +T1
- Spojno polje +S
- Dovodno polje transformatora +T2

- Polje generatorske zaštite generatora +G2

Jednopolna šema sa koncepcijama je data u crtežu br. IDR.E.21.038.02/02 i 03.

Investiciono poređenje varijanti koncepcija je dato kao prilog numeričke dokumentacije. Razlika u cenama je prikazana tabelarno za različitu opremu.

Prednosti Varijante 1 – Sinhronizacija na naponu 35 kV:

- Nezavisnost sopstvene potrošnje od pogonskog stanja agregata,
- Povoljniji raspored opreme unutar mašinske sale,
- Generatori sa povišenim naponom 690 V, su neznatno jeftiniji (sa manjim utroškom bakra), mada se radi o graničnim vrednostima snaga kod kojih se ide na povišen napon),
- Manje pogonske struje i kraće energetske veze - manji gubici,
- Pogonska i zaštitna isključenja agregata (izuzev kratkih spojeva) isključuju se na strani manjih struja (na 35 kV strani),
- Manji gubici u transformaciji za sopstvenu potrošnju kada agregati ne rade,
- Ne treba posebna generatorska energetska oprema i zaštita na niskom naponu (zaseban generatorski prekidač sa pridruženim relejem generatorske zaštite),
- Ne treba se dodavati spojno polje na niskom naponu da bi se sopstvena potrošnja mogla uzimati sa oba trafoa, po potrebi,
- Niža cena,

Nedostaci Varijante 1 - Sinhronizacija na naponu 35 kV:

- Manja fleksibilnost u slučaju kvara nekog od transformatora
- Mora se predvideti poseban "kućni trafo" za sopstvenu potrošnju,
- Traži se nešto viši nivo obučenosti i sertifikovanosti poslužioca (osposobljenost za rad na SN),
- Složeniji postupak produženja veka trajanja prekidača, (prilikom dostizanja predviđenog broja manipulacija - češće se ide na zamenu prekidača, mada je mogući i servis).

Finansijska analiza daje prednost varijanti 1. Varijanta 2 daje fleksibilnost u radu elektrane (sa preklapanjem), prema jednopolnoj šemi.

Mišljenje projektanta je da se za dalju razradu izabere varijanta 1.

## **3.2. Izbor glavne elektromašinske opreme**

### **3.2.1. Generatori**

Generatori su vertikalni, sinhroni, trofazni, konstruisani za rad sa hidrauličkom Kaplan turbinom kao pogonskom mašinom. Generatorski ležajevi i rotor su stoga predviđeni da izdrže povišenu brzinu obrtanja prilikom pobega turbine. Izvedba generatora je IMV1 prema IEC 60034-7 što znači vertikalnu montažu na sopstvenim šapama i slobodna oba kraja vratila. Sa pogonske strane vratilo se spaja sa turbinom. Hlađenje generatora je neposredno vazdušno u otvorenom ciklusu sa sopstvenim ventilatorima (IC 01). Ležajevi su kotrljaljući, podmazivani mašću.

Stator generatora je predviđen sa kućištem varene konstrukcije i jezgrom od kvalitetnih, međusobno izolovanih dinamo limova. Statorski namotaji imaju termičku klasu izolacije F. Generatori će biti opremljeni davačima temperature Pt100 u namotajima sve tri faze (tri radne i tri rezervne Pt100), pomoću kojih će se ostvariti praćenje temperature ovih vitalnih delova generatora kao i realizovati zaštita od njihovog pregrevanja. Svih šest krajeva statorskog namotaja su izvedeni u priključnu kutiju gde se formira neutralna tačka. U priključnoj kutiji su

predviđeni i strujni transformatori za merenje struje kroz namotaje i generatorsku zaštitu. Rotor generatora ima na sebi šest pari istaknutih polova sa pobudnim i prigušnim namotajem.

Na istoj osovini se nalazi i rotor pobudnog generatora kao i ispravljački sklop preko koga se rotor generatora napaja pobudnom strujom. Prigušni namotaj je kaveznog tipa od neizolovanih bakarnih šipki postavljenih aksijalno u polnim nastavcima i međusobno spojenih čeonim prstenovima. Izolacija pobudnog namotaja glavnog generatora je temperaturne klase H.

Generatori imaju dva ležaja koja su dimenzionisana tako da mogu primiti i radialne i aksijalne sile od turbine pošto ona nema svojih ležajeva. Generatori će biti opremljeni davačima temperature tipa Pt 100 u oba ležaja pomoću kojih će se ostvariti praćenje temperature ovih vitalnih delova generatora kao i zaštita od njihovog pregrevanja. Ležajevi su kotrljajući, podmazivani mašću (u skladu sa ISO 10816-3:2009 - grupa mašina 2 u pogledu dozvoljenih vibracija).

Na vratilu generatora su predviđena dva bezkontaktna induktivna davača impulsa sa diskom za merenje brzine obrtanja. Generatori su opremljeni sa grejačima namotaja, protiv kondenzovanja vlage.

Tabela 2 - Osnovne očekivane karakteristike generatora

Oznaka generatora	G
Nazivna prividna snaga (kVA)	1200
Nazivni faktor snage	0.9
Nazivna aktivna snaga (kW)	1080
Nazivni napon statora (V)	690
Sprega namotaja statora	Y
Sinhrona brzina obrtanja ( $\text{min}^{-1}$ )	500
Dozvoljena brzina pri pobegu ( $n_p$ )	980
Nazivna struja statora (A)	1047
Broj pari polova (p)	6
Stepen iskorišćenja pri nomin. radu (%)	94,00

### 3.2.2. Pobudni sistem generatora

Pobuda generatora je bezkontaktna što znači da u pobudnom kolu nema četkica niti kliznih prstenova (brushless). U okviru generatora se nalazi pobudni generator sa rotorom na istom vratilu. Energija za pobuđivanje generatora se dovodi iz uređaja koji se naziva regulator pobude. On napaja stator pobudnog generatora jednosmernom strujom, time indukujući u rotoru naizmeničan trofazni sistem napona. Taj sistem napona se ispravlja na trofaznom diodnom ispravljačkom mostu montiranom na rotor, i predstavlja izvor pobudne struje u pobudnom namotaju glavnog generatora. Regulator pobude se ponaša kao strujni izvor, i menjajući izlaznu struju, preko takve sprege, menja pobudu generatora.

Regulator vrši regulaciju napona ili reaktivne snage (faktor snage) zavisno od uklopnog stanja generatorskog prekidača. Pri sinhronizaciji (isključenom generatorskom prekidaču) regulator izjednačuje module generatorskog i mrežnog napona (ispred i iza generatorskog prekidača, radi sticanja uslova za kvalitetno sinhronizovanje). Pri radu generatora paralelno sa mrežom (uključenim generatorskim prekidačem), regulacijom pobudne struje može se održavati faktor



snage. Generator je predviđen sa  $\cos\varphi = 0,9$  a radiće uglavnom sa induktivnim optrećenjem pri  $\cos\varphi \approx 1$ .

### 3.2.3. Blok transformator

Blok transformator je trofazna jedinica, u „suvoj” - epoxy izvedbi, predviđena za unutrašnju montažu. Opremljen je standardnom opremom i to: provodnim izolatorima visokog i niskog napona, preklopnikom za promenu prenosnog odnosa u beznaponskom stanju, točkovima za vuču po šinama. Predviđena su dva energetska transformatora 0,69/35kV, 1600kVA, sprege Dyn5. Blok transformatori predviđeni za smeštanje u zasebnom boksu u okviru zgrade MHE. Transformatori su indentičnih karakteristika. U tabeli 3. daju se osnovne karakteristike transformatora.

Odvođenje toplote je definisano proračunima koji su urađeni za mašinsku salu kao jedinstven prostor.

Tabela 3 - Osnovne karakteristike blok transformatora

Broj transformatora	2
Tip i vrsta transformatora	Suvi
Nazivna snaga (kVA)	1600
Prenosni odnos (kV/kV)	0,69 /35
Sprega namotaja	Dyn5
Regulacija napona u beznaponskom stanju (%)	$\pm 2 \times 2,5$
Napon kratkog spoja (na 120°)	6 %
Izvedba u pogledu montaže	Za unutrašnju montažu
Izvedba u pogledu gubitaka	Sa sniženim gubicima, klasa A0Ak
Stepen zaštite / u skladu sa	IP00, IEC 60076-1 ili 60076-14
Nominalni napon izolazije	35 kV
Najviši/ispitni napon opreme	36 / 70 kV
Termička klasa klasa izolacije	F
Temperaturni senzor u namotajima	2 x 3 x Pt100

### 3.2.4. Razvodno postrojenje 35 kV

Srednjenaponsko 35 kV razvodno postrojenje je predviđeno za smeštanje u unutrašnjosti objekta MHE „Gradina“ u zasebnom prostoru, odvojenom žičanom pregradom, u jednom redu do zida. Postrojenje je planirano kao modularni sistem, koji se sastoji od 4 metalom oklopljenih i vazduhom izolovanih ćelija, sa fiksnim prekidačkim komorama u SF6 izvedbi. Ćelije su predviđene za priključak kablova odozdo, iz kablovskog kanala regala smeštenog ispod podne ploče. Predviđene su sledeće ćelije:

- +H01 – ćelija agregata 1
- +H02 – ćelija agregata 2

- +H03 – ćelija sopstvene potrošnje
- +H04 – izvodna ćelija

### Ćelije razvodnog postrojenja

- Nazivni napon 36 kA
- Radni napon 35 kA
- Izolacioni naponski nivo Ud;Up 70 kV (1 min rms);170 kV(1.2/50  $\mu$ s)
- Nazivna struja sabirnica 630 A
- Jednosekundna struja ks 25 kA

Vrata na prekidačkim ćelijama se mogu otvoriti samo ukoliko je sklopka u toj ćeliji u položaju „uzemljeno“, čime se vrata deblokiraju i može se prići kablu, odnosno prekidačima.

Ćelije imaju pristup sa prednje strane i da odgovaraju standardu IEC 60298 (sredjenaponski delovi su u posebnom odeljku i odvojeni od niskonaponskih posebnim metalnim pregradama). Ugradnja mernih i zaštitnih uređaja predviđena je unutar ormara u posebnom niskonaponskom odeljku u gornjem delu.

### SF6 prekidač

Polovi prekidača su zaliveni u hermetički zatvorenom kućištu od epoxidne smole, ispunjene SF6 gasom, kao medijumom za gašenje luka kvara, čime je obezbeđeno minimalno održavanje i visok nivo električne izdržljivosti. Komore sa polovima prekidača su potpuno opremljene i testirane, pre isporuke, u fabrici. Relativni pritisak gasa ne sme preći 2 bara (2000hPa). Polovi prekidača su u zatvorenom sistemu pod pritiskom, koji definiše standard IEC 62271-1, najmanje 30 godina, pri čemu je moguće ostvariti najmanje 10 000 manipulacija.

SF6 rastavna sklopka sa noževima za uzemljenje prekida strujni krug u prostoru koji ima hermetički zatvoreno kućište /pod relativnim pritiskom od 1 bara/ ispunjeno gasom SF6. Uređaj se montira horizontalno duž ćelije, tako da je položaj glavnih i kontakata za uzemljenje jasno vidljiv sa prednje strane ćelije. Pokazivač položaja je montiran direktno na pogonsku osovinu.

Rastavljač sa zemljospojnikom ima 3 položaja (zatvoreno, otvoreno i uzemljeno), čime je u potpunosti izbegnuta mogućnost pogrešne manipulacije. Pored toga, postoji mehanička blokada manipulacije zemljospojnikom u slučaju da je prekidač u položaju »zatvoreno«, kao i obrnuto (za položaj »uzemljeno«).

Moguće je blokirati pristup (zaključavanjem ili plombiranjem) pogonskoj osovini prekidača.

Pokretni kontakti prekidača se rotiraju (menjaju položaj) uz pomoć mehanizma sa brzim delovanjem koji se aktivira nezavisno od operatora. Ručica za manipulaciju sadrži u sebi »anti-refleks« uređaj koji blokira eventualni pokušaj ponovnog otvaranja sklopka-rastavljača ili zemljospojnika neposredno po zatvaranju istog.

Konfiguracija 35 kV razvodnog postrojenja je data na jednopolnoj šemi, crtež br. IDR.E.21.038.02.

### 3.2.5. Električne zaštite

#### Mrežne zaštite

U skladu sa TP 16 „Osnovni tehnički zahtevi za priključenje malih elektrana na distributivni sistem“ tačka 8. – Zaštita generatora i priključnog voda, predviđeni su zaštitni uređaji za zaštitu generatora i elemenata rasklopne aparature 35kV postrojenja MHE od mogućih havarija i oštećenja usled kvarova i poremećaja u DS (kratak spoj, zemljospoj, promena napona i/ili promena frekvencije) u uslovima paralelnog rada.

Zaštita je podeljena u dve grupe i to:

- Sistemska zaštita:

Sastoji se od naponske zaštite (nadnaponska  $U>$  i podnaponska  $U<$ ), koja reaguje na poremećaj ravnoteže između proizvodnje i potrošnje reaktivne energije i frekventne zaštite (nadfrekventna  $f>$  i podfrekventna  $f<$ ) koja reaguje na poremećaj ravnoteže između proizvodnje i potrošnje aktivne energije.

- Zaštita priključnog voda elektrane:

Sastoji se od prekostrujne (sa vremenskom zadržkom  $I>$  i trenutnim dejstvom  $I>>$ ) i zemljospojne zaštite (strujna vremenski nezavisna zaštita  $I_0>$ , ostvaruje se priključenjem preko obuhvatnog kablovskog transformatora ili priključenjem u zvezdište strujnih transformatora, sve tri faze).

Delovanjem ovih zaštita, na spojnim prekidačima, se MHE automatski odvaja od DS čime se prekida paralelan rad generatora sa mrežom.

#### Ostale električne zaštite elektrane

Pored navedenih zaštita definisanih u TP16, predviđene su i druge zaštite opreme na srednjem naponu, kao i opreme na niskom naponu:

- Diferencijalna zaštita bloka generator-transformator kao zaštita od unutrašnjih kvarova ( $I_d>$ ),
- Zaštita energetskog transformatora sopstvene potrošnje ( $I>$ ,  $I>>$ ,  $I_0>>$ ,  $\vartheta>$ ),
- Zaštita od atmosferskih prenapona (odvodnici prenapona na 35kV strani energetskog transformatora),
- Zaštita od kvarova (kratak spoj, zemljospoj) na elementima rasklopne aparature na električnim instalacijama male elektrane.

#### Termičke zaštite

Blok transformator i generator u normalnom pogonu disipiraju energiju, koja se pretvara u toplotnu energiju, i podiže temperaturu ovih elemenata. Kao neophodan vid zaštite ovih važnih elektroenergetskih elemenata MHE, predviđeno je praćenje temperature u celom opsegu dozvoljenih temperatura, preko Pt100 sonde instaliranih u samim mašinama. Preko tih merenja su realizovane i zaštite ( $\vartheta>$ ):

- Termička zaštita energetskog blok transformatora,
- Termička zaštita statora generatora,
- Termička zaštita generatorskih ležajeva,

### **3.3. Očekivana koncepcija priključenja i obračunskog merenja energije**

Mesto predaje proizvedene električne energije će se vršiti u 35 kV razvodnom postrojenju objekta mesta priključenja (u daljem tekstu OMP). Način priključenja i konfiguracija postrojenja će se konačno odrediti u skladu sa ishodom Uslova ODS-a za projektovanje i priključenje. Priključni vod 35 kV, razvodno postrojenje OMP, kao i merna oprema biće obrađeni posebnom projektnom dokumentacijom. Investitor tog dela priključka elektrane na sistem je ODS, u skladu sa pravilnikom o radu ODS-a.

Principska šema 35 kV razvodnog postrojenja OMP je prikazana u ovog projekta i predstavlja očekivano rešenje koje će biti u skladu sa lokacijskim uslovima.

Merenje je predviđeno da se vrši preko jedne dvosmerne indirektno merne grupe, koja registruje proizvedenu električnu energiju generatora MHE i potrošenu električnu energiju opreme sopstvene potrošnje. Brojila, uređaji za tarifiranje i merni transformatori moraju:

- biti klase tačnosti u skladu sa TP16 i uslovima ED za projektovanje

- imaju atest o tipskom ispitivanju od strane Direkcije za mere i dragocene metale, kao i da su komandno ispitani i podešeni (žig o baždarenju)

Daljinsko očitavanje brojila od strane nadležne elektrodistribucije će biti omogućeno uz pomoć GSM/GPRS modema sa spoljnom antenom za daljinsko očitavanje brojila. Uz to potrebno je izvršiti instalaciju softvera u dispečerskom centru na računaru za obradu podataka sa indirektno merene grupe.

U okviru dokumentacije OMP-a obradiće se opema daljinske stanice za prenos podataka prema nadležnoj službi ODS-a, kao i način prenosa podataka.

### 3.4. Sopstvena potrošnja MHE Gradina

#### 3.4.1. Energija za sopstvenu potrošnju

U grafičkom gelu dat je Blok dijagram napajanja sopstvene potrošnje, crtež IDR.E.21.038.04. Energija se obezbeđuje preko ćelije za sopstvenu potrošnju +H03, 35 kV i trafoa +TR-SP, 35/0,4 kV, snage 100 kVA. Oprema sopstvene potrošnje zahteva napajanje standardnim trofaznim mrežnim naponom 3 x 230/400 V, 50 Hz i njeno napajanje je predviđeno sa zasebnog NN ormara napajanja sopstvene potrošnje, u oznaci +RO-SP. Transformator sopstvene potrošnje je, kao i blok transformatori, trofazna jedinica, u „suvoj“ – epoxy izvedbi, predviđen za unutrašnju montažu. Opremljen je standardnom opremom i to: provodnim izolatorima visokog i niskog napona, preklopnikom za promenu prenosnog odnosa u beznaponskom stanju, kao i točkovima za vuču po šinama. Predviđen prenosni odnos transformatora je 35/0,4 kV.

Odvođenje toplote je definisano proračunima koji su urađeni za mašinsku salu kao jedinstven prostor.

Tabela 3 - Osnovne karakteristike energetskog transformatora sopstvene potrošnje

Broj transformatora	1
Tip i vrsta transformatora	Suvi
Nazivna snaga (kVA)	100
Prenosni odnos (kV/kV)	35 / 0,4
Sprega namotaja	Dyn5
Regulacija napona u beznaponskom stanju (%)	±2x2,5
Napon kratkog spoja	6 %
Izvedba u pogledu montaže	Za unutrašnju montažu
Izvedba u pogledu gubitaka	A0Ak
Stepen zaštite	IP00
Nominalni napon izolazije	36kV
Termička klasa klasa izolacije	F
Temperaturni senzor u namotajima	2 x 3 x Pt100

U sopstvenu potrošnju objekta MHE spadaju svi prateći delovi opreme, neophodni za funkcionisanje glavne opreme elektrane i opreme na brani u redovnim i vanrednim situacijama.

U sopstvenu potrošnju spadaju:

- Oprema automatike i upravljanja agregata - Glavne hidromašinske opreme
- Pomoćna mašinska oprema u elektrani,
- Pomoćna mašinska oprema na brani,
- Opšta potrošnja spoljašnjeg osvetljenja na brani,
- Opšta potrošnja objekta mašinske sale,
- TT, signalne instalacije i instalacije dojave požara.

Električne snage pojedinih pogona su procenjene. Precizne vrednosti će biti definisane na višim nivoima razrade dokumentacije (IDP, PGD).

#### 3.4.2. Napajanje opreme automatike i upravljanja agregata

Za potrebe sopstvene potrošnje ormana automatike agregata (procenjena snaga oko 8 kW), za potrebe obezbeđenja energije pomoćnog jednosmernog napajanja (Ormara RO-ISP za formiranje napona 24 VDC, 110VDC), napajanje uređaja automatike i upravljanja formiraju se posebni izvodi iz +RO-SP prema upravljačkim ormanima +TAG1, +BLB, +TAG2 +RO-ISP, koji su smešteni na gornjoj etaži MZ, prema crtežu dispozicije opreme, br. crteža IDR.E.21.038.03.

#### 3.4.3. Pomoćna oprema u elektrani

HPU - hidraulički agregati. Ormani HAG1/2 turbinskih regulatora (pumpe 2 x 4 kW), smešteni su na donjoj etaži neposredno pored HPU a napajaju se iz pripadajućeg ormara automatike agregata. Signali i statusi se uključuju u sistem turbinske regulacije, nadzora i upravljanja elektranom.

Zatvarač temeljnog ispusta (2 kW). Pristup je na donjoj etaži. Napajanje i komanda su sa ormana opšte potrošnje +RO-SP. Statusi i signali se uvode u sistem zaštite i upravljanja elektranom.

Pumpa za drenažu i pražnjenje (1 kW). Napajanje i upravljanje je sa ormana opšte potrošnje +RO-SP. Statusi i signali se uvode u sistem zaštite i upravljanja elektranom.

Kaloriferi u komandnoj i mašinskoj sali (3 + 3x3 kW). Koriste se retko u zimskom periodu za sprečavanje zamrzavanja u slučaju zastoja agregata. Napajaju se iz ormara opšte potrošnje +RO-SP. Statusi i signali se uvode u sistem zaštite i upravljanja elektranom.

Ventilacija u mašinskoj sali (1 kW). Napajanje ventilacije prostora mašinske sale je predviđeno sa ormara sopstvene potrošnje objekta MHE, u oznaci +RO-SP. Statusi i signali se uvode u sistem zaštite i upravljanja elektranom.

#### 3.4.4. Pomoćna oprema na brani

HPU jedinica za opremu preлива (5,5 kW). Prelivna polja za evakuaciju velikih voda su predviđena sa pokretnim klapnama. Klapne su pogonjene hidrauličnim servomotorima, čije je oprema smeštena u podstanici za upravljanje pogonima na prelivnim poljima. U podstanici je predviđena pumpa za povišenje pritiska ulja, akumulator, filter ulja, i ventile za razvod.

Napajanje opreme je predviđeno sa komandnog ormara podstanice za upravljanje zatvaračima preлива, u oznaci +KO-P, čija je lokacija na brani, a inicijalno iz ormara sopstvene potrošnje +RO-SP. Statusi i signali se uvode u sistem zaštite i upravljanja elektranom.



Tablaste ustave na usisnim kanalima turbina (2 x 2 kW). Napajaju se iz +RO-SP - ormara sopstvene potrošnje preko pojedinačnih ormara u oznaci +KO-TU1(2), čija je lokacija na brani. Statusi i signali se uvode u sistem zaštite i upravljanja elektranom.

Čistilica rešetke na usisu (1,5 kW). Pogon motorizovanog mehanizma za čišćenje usisnih rešetki će se napajati iz +RO-SP - ormara sopstvene potrošnje preko pojedinačnih ormara, u oznaci +KO-TU1(2), čija je lokacija na brani. Statusi i signali se uvode u sistem zaštite i upravljanja elektranom.

#### Spoljašnje osvetljenje objekta MHE

Predviđeno je spoljašnje osvetljenje objekta mašinske zgrade i brane (2 kW). Na zidovima mašinske zgrade je predviđeno reflektorsko osvetljenje, dok je na brani predviđeno reflektorsko osvetljenje na stubovima raspoređenim duž krune brane.

Spoljašnje osvetljenje će se napajati iz +RO-SP preko razvodnog ormara +RO-SO, čija je lokacija na brani. Statusi i signali se uvode u sistem zaštite i upravljanja elektranom.

#### 3.4.5. Opšta potrošnja objekta mašinske sale (5 kW)

Kao razvod energije opšte potrošnje na različitim mestima unutar objekta su predviđene tipske, vodootporne baterije priključnice sa sledećim elementima:

- trofazna i monofazna industrijska utičnica (CEE), IP55, 16 A,
- dve Schuko II priključnice IP 44,
- pripadajući ZUDS uređaji kao dodatna mera zaštite.

Osvetljenje svih prostorija je predviđeno u skladu sa preporukama Srpskog komiteta za osvetljenje. Prostor mašinske sale u objektu se osvetljava reflektorima, sa LED izvorom svetla. Jačina osvetljaja je predviđena tako da bude preko 300 lx za mašinsku salu. Tip i broj svetiljki se određuje na osnovu fotometrijskog proračuna za svaku prostoriju u objektu.

Predviđena je i protivpanična rasveta sa dovoljnim brojem svetiljki, koje u sebi imaju ugrađene NiCd baterije. Ona se postavlja na izlaznim vratima mašinske sale i prostorije SN postrojenja elektrane, i služi za osvetljenje puta evakuacije u slučajevima havarija.

Napajanje ide iz ormara +RO-SP. Statusi i signali se uvode u sistem zaštite i upravljanja elektranom.

#### 3.4.6. Signalne, TK instalacije i instalacije dojave požara MHE (1,5 kW)

Za napajanje telekomunikacionih sistema je predviđen izvod sa sopstvene potrošnje i zaseban UPS uređaj snage 1,5 kW. Oprema je predviđena za smeštanje u +REK ormar za telekomunikacione instalacije u komandnoj sobi elektrane.

#### 3.4.7. Električni razvod energetske signalnih i upravljačkih vodova MHE

Izbor i proračun kablova vrši se prema IEC 60364 standardu i na detaljnijim nivoima razrade dokumentacije biće dati rezultati izbora, a za nivo IDR-a u numeričkom delu dati su osnovni proračuni glavnih energetske kablova.

Kablovske trase sredjenaponskih vodova (35 kV) za prenos energije od transformatora prema razvodnom postrojenju su predviđene odvojeno od drugih, i izvešće se sa perforiranim nosačem kablova. Po njima se polažu jednožilni kablovi tipa XHE49-A, 1 x 95 mm<sup>2</sup>, 20/35 kV.

Kablovske trase niskonaponskih vodova za prenos energije generatora (0,69 kV), takođe su predviđene kao posebne, na perforiranom nosaču kablova. Predviđeno je polaganje finožičnog, jednožilnog, fleksibilnog, gumom izolovanog kabla, nazivnog napona 0,6 / 1 kV, odgovarajućeg preseka i potrebnog broja žila prema proračunu, od klemberta generatora do NN priključaka na blok transformatoru.

Ostale kablovske energetske veze razvodnih ormara i tehnološke opreme kao i kablovski razvod opšte potrošnje u objektu elektrane će se izvestividno. Kablovi su tipa PP00, položeni u kablovske regale, kanale, posebne juvidur cevi ili po potrebi zaštićeni PVC i gibljivim crevima duž cele trase.

Signalni kablovi kojima se obezbeđuje prenos signala i podataka u sistemu predviđeni su da budu kategorije 6, tipa UTP i SFTP i ethernet patchkablovi. Polagaće se po posebnim kablovskim trasama i posebnim zaštitnim cevima prema potrebi.

### 3.5. Instalacije uzemljenja, izjednačenja potencijala i gromobranske zaštite

Uzemljivač objekta MHE. Objekat MHE ima zajednički uzemljivač za sve instalacije. Temeljni uzemljivač će se izvesti u masivnim armiranobetonskim delovima objekta koji su ili ispod nivoa vode ili se nalaze u vlažnim zonama. Masiv brane i temelji mašinske zgrade su visoko armirani što samo po sebi obezbeđuje dobar kvalitet uzemljivača. Armatura temelja će se prespajati sa temeljnim trakama u nekoliko prstenova, međusobno povezanih sa kojih će se izvoditi usponski vodoni prema prostorima za smeštaj opreme. U temeljnim betonima se polaže traka Fe/Zn 30 x 5 mm i na pogodnim mestima spaja sa armaturom (varenjem ili odgovarajućim veznim materijalom). Izvodi sa uzemljivača se izrađuju trakom Fe/Zn 25 x 4 mm, do sabirnih prstenova ili mernih spojeva spustnih vodova. Vrednost otpora uzemljenja mora biti manja od 0,5  $\Omega$ .

Izjednačenje potencijala. Za povezivanje metalnih masa u objektu i izjednačenje potencijala predviđeni su sabirni vodovi na koje se vrši prespoj, izrađuju se vidno trakom Fe/Zn 25 x 4 mm ili drugim materijalima prema tehničkim preporukama i proračunima.

Gromobranska instalacija. Na osnovu clana 6. "Pravilnika o Tehničkim normativima za zaštitu objekata od atmosferskog pražnjenja" Sl.broj 11/96, usvaja se I nivo zaštite, jer su u pitanju elektroenergetska postrojenja. Limeni krov će se koristiti kao prihvatni deo gromobranske instalacije koji će sa sedampustova biti povezan sa uzemljivačem. Delovi limenog krova nad mašinskom salom i nad uzvodnim aneksom su međusobno povezani, a takođe su povezani i sa ostalim metalnim masama na krovu (oluci, okapnice i.t.d). Na spustovima su predviđeni merni spojevi.

Zaštita od indirektnog napona dodira. Za zaštitu od indirektnog napona dodira primeniće se sistem TN-C-S.

Od kućnog trafoa do ormara sopstvene potrošnje (+RO-SP) postavlja se petožilna kablovska veza odgovarajućeg preseka, pri čemu se nulti (N) i zaštitni (P) provodnici povezuju na posebnim sabirnicama unutar ormara.

Nakon ispunjenja potrebnih uslova za kvalitet uzemljenja i izjednačenja potencijala, nakon provere i merenja na izvedenoj instalaciji, izvršiće se prespajanje sabirnica i ostvariti projektovani sistem zaštite TN-C-S.

U razvodnim ormanima sopstvene potrošnje elektrane, postavlja se posebna šina za uzemljenje na koju se spajaju svi zaštitni vodovi kao i zaštitni provodnik napojnog kabla.

Strujna kola koja napajaju priključnice u mašinskoj sali i van nje, koje služe za priključenje prenosnih uređaja, dodatno se osiguravaju zaštitnim uređajem diferencijalne struje 30mA, kao dodatna zaštita od indirektnog dodira delova pod naponom, pošto se na njih mogu priključiti prenosna trošila sa kablovima nepoznate dužine i preseka tako da je otpornost petlje, a time i efikasnost osnovnog sistema zaštite neizvesna.

### 3.6. Obračunsko merenje i ostala oprema OMP-a

OMP i oprema koja se u njemu predviđa nije predmet ove dokumentacije.

Mesto predaje proizvedene električne energije se vrši u 35 kV razvodnom postrojenju objekta mesta priključenja (u daljem tekstu OMP). Način priključenja i konfiguracija postrojenja su predviđeni da proisteknu iz Uslova ED za projektovanje i priključenje. Priključni vod 35 kV,

razvodno postrojenje OMP, kao i merna oprema su obrađeni posebnom projektnom dokumentacijom. Investitor tog dela priključka elektrane na sistem je ODS, u skladu sa pravilnikom o radu ODS-a.

Principska šema 35 kV razvodnog postrojenja OMP kao i principska šema merne grupe za obračun primljene i predate energije je prikazana u grafičkom delu projekta.

Merenje je predviđeno da se vrši preko jedne dvosmerne indirektno merne grupe, koja registruje proizvedenu električnu energiju generatora MHE i potrošenu električnu energiju opreme sopstvene potrošnje. Brojila, uređaji za tarifiranje i merni transformatori moraju:

- biti klase tačnosti u skladu sa TP16 i uslovima ED za projektovanje
- imaju atest o tipskom ispitivanju od strane Direkcije za mere i dragocene metale, kao i da su komandno ispitani i podešeni (žig o baždarenju)

U sklopu opreme OMP-a biće predviđena oprema za daljinsku stanicu koja će komunicirati podatke o elektrani sa nadležnim dispečerskim mestom ODS-a.

Daljinsko očitavanje brojila od strane nadležne elektrodistribucije će biti omogućeno uz pomoć GSM/GPRS modema sa spoljnom antenom za daljinsko očitavanje brojila. Uz to potrebno je izvršiti instalaciju softvera u dispečerskom centru na računaru za obradu podataka sa indirektno merene grupe. Ovaj deo rešenja će se naknadno uskladiti sa Uslovima ODS-a za projektovanje i priključenje MHE.

## 4. UPRAVLJANJE ELEKTRANOM

MHE Studenica S-4 Gradina je predviđena za normalan rad bez stalne posade. To podrazumeva kompletno automatsko reagovanje svih izvršnih elemenata, bez intervencije čoveka (u normalnom radu). Cilj automatskog upravljanja je maksimalno iskorišćenje dotoka vode u propisanom dozvoljenom opsegu rada (nivoa vode u akumulaciji), uz minimalno angažovanje ljudskih resursa.

U slučaju otkaza nekog od funkcionalnih elemenata, predviđene su adekvatne zaštite opreme i ljudi, kao i određena fleksibilnost sistema na takve događaje. Agregatske jedinice su nezavisne, i kao takve mogu proizvoditi energiju zajedno (združeno upravljanje), ili pojedinačno. Takođe, svaka od jedinica može imati različite radne režime, pa je predviđena moguća proizvodnja i u otkazu nekih važnih elemenata agregatskog sistema.

Osim automatske proizvodnje, predviđen je i daljinski sistem upravljanja, zaštita, nadzora, akvizicije i skladištenja podataka (SCADA sistem), video nadzora i automatske dojave požara.

Upravljanje agregatima se za svakog posebno vrši iz sopstvenih ormara za zaštitu i upravljanje. U njima se nalazi oprema potrebna za turbinsku regulaciju, regulaciju pobude i sinhronizator. Unutar ormara se nalaze i potrebni pomoćni releji, redne stezaljke, itd. Na prednjoj ploči turbinskog regulatora su predviđene sve upravljačke preklopke, tasteri, signalne lampice, instrumenti i operatorski panel za ručno upravljanje ili neposredan nadzor.

Za potrebe servisa, ili testiranja funkcionalnosti samog turbinskog sistema (bez mogućnosti sinhronizacije agregata na mrežu), predviđen je komandni pult na etaži turbine.

Upravljanje celom elektranom se vrši iz glavnog (master) kontrolera. Master kontroler sakuplja sve potrebne informacije vezane za celokupan objekat elektrane, i prema utvrđenom algoritmu izdaje komande pojedinačnim agregatima i pomoćnim automatskim sistemima. Informacije stanja iz glavnog kontrolera elektrane se komunikacijskim protokolom TCP/IP prenose na sistem daljinskog upravljanja i nadziranja (SCADA sistem). Time se zaokružuje koncept upravljanja elektranom bez posade.

### 4.1. Turbinski regulator

Turbinski regulacijski sistem ima osnovni zadatak da upravlja izvršnim organima turbine, otvorenošću lopatica sprovodnog i radnog kola, u zavisnosti od potreba (stanja) u kojem se agregat nalazi. Otvaranjem / zatvaranjem lopatica se menja protok vode kroz turbinu. U slučaju rada u praznom hodu sistem ima ulogu regulatora brzine, dok kod paralelnog rada sa mrežom ima ulogu regulatora snage. Poseban način upravljanja turbinom je predviđen za režime kod pokretanja i zaustavljanja agregata, prelaznih režima, kao i brzog i havarijskog zaustavljanja. Regulacijski sistem je sastavljen od sledećih glavnih jedinica:

- Mikroprocesorski turbinski regulator
- Hidraulički sistem regulatora,
- Hidraulički uređaj,
- Elementi zaštite.

Osnovne funkcije regulatora su:

- merenje brzine obrtanja
- PID regulator brzine obrtanja
- PI regulator snage
- PID regulator nivoa

- kontrola odnosa otvorenosti radnog i sprovodnog kola
- pozicioni krugovi za sprovodno i radno kolo
- sekvencije za pokretanje i zaustavljanje
- sekvencije za brzo / havarijsko zaustavljanje
- dijagnostički krugovi
- obrada signala za prikaz na operatorskom panelu i pokaznim instrumentima
- priprema signala za prenos nadreženoj jedinici upravljanja (master kontroler i SCADA)
- automatsko upravljanje pomoćnim pogonima turbine (zatvarača i sistema pumpi za održavanje pritiska ulja u hidrauličkom sistemu)

Komunikacija prema nadređenom digitalnom sistemu upravljanja (master kontrolera elektrane) je predviđena za svaku mikroprocesorsku jedinicu regulatora posebno. Prenos podataka je predviđen da se prenosi u sliku ulaza i izlaza na jednoj i drugoj strani kontrolera. Predviđeno je da se prenose bitni podaci o događajima i alarmima, kao i kontinualni signali vezani za rad agregata. Iz master kontrolera elektrane se prenosi bitni podaci za neka stanja i signali reference kada je upravljanje regulatora DALJINSKO.

Hidraulički deo obuhvata elemente koji upravljaju sprovodnim i radnim kolom prema nalogima iz mikroprocesorskog turbinskog regulatora. Tu su uključeni:

- proporcionalni ventili - za automatsko (kontinualno) upravljanje sprovodnog i radnog kola,
- elektromagnetski ventili – za ručno i impulsno automatsko upravljanje sprovodnog i radnog kola,
- ventili za odvajanje proporcionalnih ventila sprovodnog i radnog kola kod ručnog upravljanja,
- ventili za povećanu brzinu zatvaranja sprovodnog kola kod naglih rasterećenja.
- davači položaja sprovodnog i radnog kola za svaki servomotor posebno.

#### Hidraulička jedinica

Hidraulička jedinica je namenjena pripremi i akumulaciji ulja pod pritiskom koji je potreban za izvođenje regulacijskih pomeraja servomotora i ventila. Svi hidraulički upravljački elementi agregata su smešteni na uljnom rezervoaru koji je namenjen sakupljanju ulja iz sistema i za odvajanje pene iz ulja. Na rezervoaru su predviđene dve regulacijske zupčaste pumpe sa unutrašnjem ozubljenjem koje rade intermitentno (uključuju se samo kada je pritisak u sistemu opao na donju radnu granicu i zaustavljaju se kada je pritisak porastao do gornje radne granice). Druga jedinica se uključuje po potrebi ako pritisak ulja padne ispod određene granice koja je ispod radnog područja. Signal pritiska se uzima od pretvarača sa analognim izlazom 4-20 mA.

Akumulacija energije ulja se sastoji od membranskih akumulatora koji su punjeni azotom.

Na rezervoaru su takođe predviđeni:

- ventil za izolovanje regulacijskih elemenata,
- elementi za merenje pritiska,
- elementi za merenje nivoa i

elementi za merenje temperature ulja u sistemu

Intermitentni način rada uljnih pumpi smanjuje dovođenje toplote u ulje na minimum, nema potrebe za hlađenjem ulja i značajno umanjuje svaku mogućnost starenja ulja. U radu je



normalno jedna radna pumpa, a druga je rezervna. Prioritet pumpi se menja kod svakog uključenja pumpe.

#### Elementi zaštite

Ovde su obuhvaćeni elementi zaštite turbine koji su uključeni u regulacijski sistem. To su:

- elektromagnetski ventil za brzo zatvaranje,
- servisni ventil kojeg upravlja digitalni regulator i
- dodatne zaštite od pobjega uključene u digitalnom regulatoru.

#### **4.2. Režimi rada regulatora**

Režimi rada regulatora se razlikuju prema izabranom režimu i načinu rada agregata. Mogući su režimi rada agregata:

- rad u praznom hodu
- paralelan rad na mreži

Načini upravljanja regulatora su:

- Automatsko upravljanje
- Pozicioniranje ili Impulsno upravljanje
- Ručno upravljanje
- Izvođenje funkcija regulatora iz osnovne mikroprocesorske jedinice ili rezervne mikroprocesorske jedinice

#### Rad u praznom hodu

Agregat normalno radi u praznom hodu samo kod pokretanja agregata do sinhronizacije i kod ispada agregata sa mreže isključenjem generatorskog prekidača. U praznom hodu je aktivna regulacija brzine, a regulacija snage ili otvora je neaktivna. Za rad u praznom hodu je predviđen poseban set parametara. Parametri su podešeni kao kompromis zahteva regulacije brzine obrtanja u praznom hodu i odziva na stanje kod trenutnog rasterećenja agregata. Posebno stanje se generiše kod isključenja prekidača. Ono popravljiva prelazni režim tako da su parametri ili pojačani ili oslabljeni a isto tako se ograničava integrator na dole da ne dođe do podbacivanja brzine zbog dugog vremena obrtanja na visokim okretajima.

#### Paralelan rad na mreži

Elektrana je predviđena za rad bez posade **isključivo** paralelno sa elektrodistributivnom mrežom. Stoga se izolovan rad ne razmatra. Kod takvog rada uticaj agregata na mrežnu frekvenciju nije veliki, i stoga kad je neophodno on pomaže u primarnoj regulaciji mrežne frekvencije.

#### Automatski režim regulatora

Automatski način rada regulatora je normalni rad regulatora kada su sve funkcije aktivne. U automatskom režimu je aktivna mikroprocesorska jedinica, regulator je frekventno aktivan, aktivan je regulator otvora ili snage. Pozicioniranje servomotora sprovodnog i radnog kola se izvodi pomoću proporcionalnih ventila. Rad regulacijskih pumpi je automatski i određuje ga mikroprocesorska jedinica. Ovaj režim se na operatorskom panelu označava kao „automatski“ režim.

#### Pozicioniranje – impulsno upravljanje

U ovom režimu su jednako aktivni svi krugovi i aktivna je mikroprocesorska jedinica, s tim što se pozicioniranje servomotora sprovodnog i radnog kola izvodi pomoću položajnih magnetskih ventila umesto proporcionalnih ventila. Ovaj režim se na operatorskom panelu označava kao

„impulsno“. U regulatoru se blokira izlaz na proporcionalni ventil i aktivira se poseban pozicioni krug koji impulsno uključuje pojedine magnete za otvaranje ili zatvaranje.

#### Ručno upravljanje agregatom

Ovaj režim je predviđen za upravljanje sprovodnim, radnim kolom, pomoćnim sistemima turbine, kao i pobudom i sinhronizacijom. Ovakav način upravljanja je predviđen u slučaju servisa, i u slučaju forsiranja rada agregata ukoliko ispadaju krugovi automatskog upravljanja. Agregatom se ručno upravlja sa gornje etaže, na mestu komandnog ormara agregata. Na operatorskom panelu je tada ovakav režim obeležen kao „ručno upravljanje agregatom“.

Sistem za održavanje pritiska u hidrauličkom sistemu i dalje ostaje u automatskom režimu.

#### Ručno upravljanje turbinom

Ovaj režim je predviđen za upravljanje sprovodnim i radnim kolom iz mikroprocesorske jedinice, kod radova na održavanju i forsiranju rada turbine, sa donje etaže objekta MHE. Ovaj režim je predviđen za upravljanje sprovodnim, radnim kolom i pomoćnom opremom turbine u slučaju servisa. Rad u ručnom režimu je na operatorskom panelu obeležen kao „ručno upravljanje turbinom“.

Sistem za održavanje pritiska u hidrauličkom sistemu i dalje ostaje u automatskom režimu.

### **4.3. Merenje brzine**

Merenje brzine obrtanja se izvodi za regulacijsku funkciju, za monitoring i zaštite, i to višestrukou mikroprocesorskoj jedinici kontrolera.

Za merenje brzine obrtanja na vratilo agregata se ugrađuje ozubljeni ploča, a na stojećem (statorskom) delu su postavljeni induktivni davači (pick-up prekidači, sa odgovarajućim stepenom redundanse) koji daju impulse u razmaku proporcionalnom brzini obrtanja. Pretvarački modul brzine (counter module – impulsni brojač) upotrebljava svoj poseban procesor za izračunavanje izlaznog signala tako da broji impulse interno generisanog visokofrekventnog signala (1 MHz) u vremenu jednog impulsa induktivnog davača.

Nominalna frekvencija koju generiše zupčanik kod nominalnih okretaja je 50 Hz.

Svi signali brzine se upotrebljavaju za međusobnu kontrolu. Odstupanje jednog ili više signala generiše signal greške i signal koji odstupa se isključuje iz računa konačnog signala brzine. Istovremeno, generiše se i alarmni signal „kvar senzora brzine“, agregat ostaje u funkciji, ali se od operatera zahteva intervencija na senzoru.

#### Brzinska stanja turbine

Stanja turbine definisana njenom brzinom se generišu u turbinskom regulatoru, za potrebe automatike agregata i zaštitu od pobega. Definisana su sledeća stanja:

n = 0 %	Agregat stoji - mirno stanje
n < 80 %	Uključenje inicialnog mazanja – kod stopa - alternativno
n > 80 %	Isključenje inicijalnog mazanja – kod starta - alternativno
n < 90 %	Isključenje pobude – kod stopa
n > 95 %	Uključenje pobude – kod starta

n > 105 %	Zaštita od pobega u ručnom režimu regulatora
n > 140 %	Prvi stepen zaštite od pobega

#### Pozicionirni krug sprovodnog / radnog kola

Najniži krug regulacije u sistemu turbinske regulacije je pozicionirni krug, koji obezbeđuje željenu otvorenost sprovodnog / radnog kola. Time se dobije mogućnost menjanja protoka kroz turbinu, što za posledicu ima povećanje / smanjenje regulisanih veličina kao što su brzina (u praznom hodu), snaga i nivo vode u akumulaciji.

Upravljački elementi su hidraulički 4/3 proporcionalni i impulsni ventili, koji upravljaju servomotorima kao aktuatorima. Povratna veza se ostvaruje sa davačem položaja kruto spregnutog sa klipnjačom, i time se dobija „slika“ položaja otvorenosti.

Pozicionirni krugovi su predviđeni za sprovodno i radno kolo pojedinačno i svi krugovi su jednaki, ali mogu imati različita pojačanja.

Otvor radnog kola se određuje za trenutni otvor sprovodnog kola i trenutni pad po odnosu koji obezbeđuje rad sa maksimalnim stepenom iskorišćenja. Odnos se određuje modelskim ispitivanjima, a kasnije se koriguje po metodu „*Index test*“.

#### 4.4. Regulator brzine

Elektrana je namenjena za rad **isključivo paralelno sa mrežom**. Potreba za regulacijom brzine se javlja samo u procesu sinhronizacije, kada je cilj da se dostigne i održava brzina ekvivalentna 50 Hz, i time obezbedi jedan od neophodnih uslova za sinhronizaciju.

PID regulator je sastavni deo sistema turbinskog regulatora koji obavlja upravljačku funkciju vođenja brzine obrtanja. Sastoji se od **P** – proporcionalnog, **I** – integralnog, **D** – diferencijalnog dejstva. Kao izlazna veličina se koristi željena pozicija otvorenosti sprovodnog aparata, i ona se prosleđuje pozicionirnom krugu sprovodnog aparata.

Vremenske funkcije **PID** regulatora se izračunavaju u jednakim vremenskim razmacima (scan ciklusima). **P** funkcija nije vremenska, već se uzima u obzir trenutna vrednost upisana u registar merene veličine. **I** funkcija se ograničava u raznim uslovima rada regulatora da se spreči bežanje integratora (anti-windup zaštita) kada je na primer regulator ograničen, ili bežanje integratora na dole pri rasterećenju. Kada regulator nije aktivan (regulacija neke druge veličine je u funkciji), u vrednost integratora se upisuje trenutno merena vrednost, i time se obezbeđuje blaga tranzicija (bumpless transfer) iz neaktivnog u aktivan režim. Uz funkcije regulatora, predviđena je i funkcija rampe, radi dobijanja stabilnijeg odziva.

#### 4.5. Regulator snage

Kada agregat radi paralelno sa mrežom, menjanjem protoka kroz turbinu agregat se ne može ubrzati / usporiti, već se može povećati / smanjiti snaga koja se proizvodi. Stoga, zbog stabilne proizvodnje pri svim uslovima dotoka, predviđen je regulator snage.

Regulator je predviđen isto kao i regulator brzine, s tim što je izostavljeno diferencijalno dejstvo. Sve ostalo što važi za regulator brzine, važi i za regulator snage, osim što su vrednosti pojačanja različite.

Povratna veza regulatoru snage je informacija sa releja generatorske zaštite.

#### 4.6. Regulator nivoa

Dodatan režim rada agregata je predviđen ukoliko duže vreme druga jedinica nije dostupna za proizvodnju. Tada agregat koji je aktivan preuzima ulogu regulacije nivoa, jer se time obezbeđuje maksimalno iskorišćenje dotoka.

Regulator je predviđen isto kao i regulator brzine. Sve što važi za regulator brzine, važi i za regulator nivoa, s tim što su vrednosti pojačanja različite.

Povratna veza regulatoru nivoa je informacija sa merača nivoa vode smeštenog na akumulacionom delu brane.

#### 4.7. Upravljanje pobudom

Regulator pobude je nezavisna upravljačka jedinica smeštena u ormaru generatorskog napona. Regulaciju vrši delovanjem na pobudni namotaj. Regulator poseduje PWM kontrolisani strujni izvor, i preko sistema bezkontaktne (brushless) pobude utiče na pobudu generatora. Pri sinhronizaciji, ovaj uređaj funkcioniše kao naponski regulator, i vrši izjednačenje generatorskog i mrežnog napona po modulu. Nakon uspešne sinhronizacije, regulator pobude ne može da utiče na generatorski napon, već reguliše pobudu prema željenoj reaktivnoj energiji / faktoru snage. Osnovni zahtev Elektrodistribucije za rad ovakve vrste agregata je da faktor snage bude viši od 0,95, pa je optimalan rad predviđen odžanjem faktora snage generatora na  $\approx 1$ .

#### 4.8. Sinhronizacija

Za sinhronizaciju generatora sa mrežom predviđen je automatski sinhronizator koji uključuje prekidač generatora u sinhronoj tački, bez prethodnog delovanja na turbinsku i naponsku regulaciju. Prema tehničkoj preporuci br. 16. (Osnovni tehnički zahtevi za priključenje malih elektrana na distributivni sistem), osnovni zahtevi za maksimalne razlike parametara generatorskog i mrežnog napona pri sinhronizaciji generatora nominalne snage  $500 < S_n < 1500$  kVA na mrežu su:

- razlika frekvencija  $\Delta f \leq 0,2$  Hz
- razlika modula napona  $\Delta U \leq 5$  V
- razlika faznog stava  $\Delta \varphi \leq 15^\circ$

#### 4.9. Merenja

Merenja električnih veličina vezanih za stanje agregata su obezbeđena u najvećem delu od strane mikroprocesorske zaštitne blokove generator-transformator. Komunikacija sa ovom zaštitom omogućava da se određena merenja, preko kontrolera, prenesu na operatorski panel ili na daljinsku lokaciju (SCADA). Sve ulazne električne veličine se najpre digitalizuju, u digitalnom obliku obrađuju u mernom uređaju, i zajedno sa izračunatim veličinama šalju u glavni kontroler agregata, odakle ih uređaji za prikazivanje (operatorski panel i SCADA) prikazuju na ekranu u raznim oblicima. Merni uređaj ima i svoj displej gde se merne veličine mogu i direktno očitati.

Predviđeni su prikazi sledećih električnih veličina:

- Fazne struje  $I_1, I_2, I_3$
- Fazni naponi  $U_1, U_2, U_3$
- Međufazni naponi  $U_{12}, U_{23}, U_{31}$
- Aktivna snaga  $A$
- Reaktivna snaga  $Q$

- Proizvedena energija W

Merenja neelektričnih veličina su:

- Temperatura namotaja statora generatora u sve tri faze. Senzori su otporni termometri tipa Pt 100 ugrađeni u namotaje. Signali sa ovih senzora se vode u kontroler čime se obezbeđuje prikaz na ekranu i slanje u udaljeni centar upravljanja;
- Temperature ležajeva generatora čije merenje se ostvaruje na isti način kao kod namotaja statora;
- Temperatura namota transformatora se meri pomoću Pt 100 sonde u namotajima na transformatoru. Merna vrednost se poredi sa podešenom vrednosti u temperaturnom releju preko svojih kontakata signalizira ili daje signal isključenje mrežnog prekidača srednjeg napona ukoliko temperatura izolacije transformatora prekorači dozvoljenu vrednost.
- Merenje položaja sprovodnog/radnog kola se vrši linearnim davačem položaja, sa signalom 4..20 mA
- Signali pada - nivoa vode. Merenje se ostvaruje pomoću kapacitivnog pretvarača hidrostatičkog pritiska, a merni signal 4-20 mA se uvodi u turbinski regulator i u kontroler gde služi za automatsko upravljanje i za indikaciju nivoa.
- Merenje brzine obrtanja svakog od agregata se vrši induktivnim davačem i nazubljenim diskom na vratilu generatora. Pozicija klipa servomotora klapni sprovodnih aparata i klapni rotora svake turbine meri se davačem linearnog položaja. Izlazni signal služi u turbinskoj regulaciji kao jedna od povratnih veza, a merna vrednost se može prikazati na panelu.
- Parametri regulacijskog ulja (pritisak ulja u vetreniku, nivo ulja u rezervoaru i temperatura ulja). Ove veličine meriče se okviru postrojenja za pripremu ulja pod pritiskom i nisu predviđene za prikaz na panelu.
- Broj sati rada svakog od agregata se registruje kao poseban podatak.
- Merenje temperature u mašinskoj sali i spoljne temperature.

#### 4.10. Alarmi

Pri eksploataciji elektrane određeni elementi mogu biti dovedeni u stanje koje nije regularno. U slučaju da to stanje nije od opasnosti po ostale elemente elektrane, dalji rad agregata je dozvoljen, uz odgovarajuću poruku osoblju odgovornom kao zahtev za akciju. Ta poruka se ispisuje na listi alarma, i na panelu se aktivira "žuta" signalna lampica upozorenja.

#### 4.11. Mehaničke zaštite (brzi stop agregata)

Ukoliko neki elementi procesa proizvodnje energije budu dovedeni u neregularno stanje, a pri tom postoji opasnost od oštećenja opreme, dalji rad agregata nije dozvoljen. Agregat ulazi u režim >> **Brzi stop** <<, brzim zatvaranjem sprovodnog aparata se generator rasterećuje, i kada je snaga bliska nuli (generator je u praznom hodu), generatorski prekidač odvaja generator od mreže. Time se izbegava pobeg agregata, i smanjuje porast pritiska u cevovodu, što bi se imalo pri isključenju prekidača bez njegovog prethodnog rasterećenja. Agregat se ne može ponovo pokrenuti dokle god je neregularno stanje prisutno.

U slučaju da se neregularno stanje može otkloniti bez intervencije operatera, predviđen je mehanizam automatskog povratka agregata u eksploatacioni režim. Neregularna stanja koje nije moguće otkloniti bez potvrde / akcije operatera zahtevaju potvrdu (reset, kvitiranje zaštite).

#### 4.12. Električne zaštite (hitan stop agregata)

Pri neregularnim stanjima u električnom smislu (kvarovi, reagovanja zaštite), procesi mogu dovesti do havarija u postrojenju, i moraju se brzo otkloniti. Zaštite elemenata postrojenja (i ljudi) prve reaguju, električno odvajaju generator isključenjem prekidača, tako da agregat iz stanja plasiranja nominalne snage (pri punoj otvorenosti sprovodnog aparata, i punom protoku) prelazi u prazan hod. Zbog opasnosti od pobega, turbinski regulator po dobijanju signala o hitnom stopu zatvara sve elemente (sprovodno kolo), a radno kolo otvara, najvećom dozvoljenom brzinom.

#### 4.13. Združeno upravljanje

MHE Gradina je predviđena sa dva ista agregata. Pojedinačno upravljanje agregatima vrše nezavisne jedinice, prethodno opisane, dok se integracija ova dva sistema u združeno upravljanje vrši u glavnom (master) kontroleru elektrane.

Usvojena strategija združenog upravljanja agregatima je sa ciljem maksimalnog iskorišćenja raspoloživog dotoka vode. Prilikom eksploatacije elektrane, stanje vodostaja u reci, u zavisnosti od prilika (kiše, snega, godišnjeg doba) se menja. Iskoristivi dotok varira u toku godine, i konstantan rad sa nominalnim protokom nije uvek moguć.

Glavni cilj (normalan režim) združenog upravljanja je održanje nivoa vode u akumulaciji na fiksnom nivou. Nezavisan rad agregata jedan od drugog sa zadatkom održavanja nivoa sa sobom nosi poteškoće održavanja stabilnosti sistema, jer agregati utiču jedan na drugog kao poremećaji. Stoga, regulaciju nivoa vrši master kontroler. Izlaz regulatora nivoa predstavlja referentnu snagu  $P_{zdr}$  (snaga u slučaju približno konstantnog pada predstavlja sliku protoka kroz turbine), potrebnu za održanje nivoa. Potrebna snaga se raspoređuje između agregata u odgovarajućem odnosu koji obezbeđuje maksimalnu efikasnost proizvodnje. Takav način kontrole eliminiše potencijalne nestabilnosti pri nezavisnom radu oba agregata. U slučaju identičnih agregata, snage se dele prema sledećem zakonu:

$$P_1 = P_{zdr} \text{ i } P_2 = 0, \text{ ili } P_1 = 0 \text{ i } P_2 = P_{zdr}, \quad \text{ukoliko je } P_{ref} < P_{nom}$$
$$P_1 = P_2 = \frac{P_{zdr}}{2}, \text{ ukoliko je } P_{ref} > P_{nom}$$

#### 4.14. Sistem za nadzor i daljinsko upravljanje

Nadzor i upravljanje se u normalnom pogonu vrši daljinski, preko SCADA Sistema. SCADA sistem (**Supervisory Control And Data Acquisition**) se uspostavlja na industrijskom računaru unutar komandne sobe. Računar je uvezan u lokalnu komunikacijsku mrežu, i preko TCP/IP protokola sakuplja parametre od interesa za daljinski nadzor i upravljanje, i na adekvatan način ih vizuelno prikazuje.

Preko SCADA sistema je moguće izabrati radni režim združenog upravljanja ili nezavisnog upravljanja agregatima, i podesiti referentne vrednosti za takav rad (nivo i/ili snagu). Takođe, predviđeno je i upravljanje onom pomoćnom opremom elektrane (opisane u odeljku 2.3) čije upravljanje nije predviđeno automatskim delom algoritma daljinskog upravljanja.

SCADA na sebi treba da sadrži prikaz trenutnih merenja električnih parametara (struje, napona, snage, faktora snage), mehaničkih parametara (otvorenosti sprovodnog i radnog aparata), uslova za start, alarma, brzog stopa, hitnog stopa, uklopnog stanja opreme, kao i pregled merenih nivoa vode.

Osim prikaza trenutnih vrednosti i događaja, ovaj sistem arhivira podatke od interesa. To omogućava sagledavanje ponašanja elektrane u dužem vremenskom periodu, i dobijanje jasnije slike o stanju pogona. Merene vrednosti se čuvaju u obliku data blokova, i dostupni su za prikaz u različitim vremenskim intervalima. Osim merenih vrednosti, i događaji od interesa se arhiviraju u data blok istorije događaja koja čuva podatak o vremenu nastanka, trajanju i sažetom opisu događaja.

Odgovorni projektant:



Radomir Milekić, dipl.el.inž

br.lic 350 3419 03



## 4.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

**Ukupno strana: 11**

### **Sadržaj:**

4.6.1. IZBOR SNAGE GENERATORA .....	1
4.6.2. TEHNIČKI KRITERIJUMI ZA PRIKLJUČENJE MHE NA DISTRIBUTIVNU MREŽU.....	1
4.6.2.1. Kriterijum minimalne snage kratkog spoja mreže .....	2
4.6.3. PRORAČUN STRUJE KRATKOG SPOJA U MHE .....	2
4.6.3.1. Kratki spoj na priključcima energetskog transformatora 0,69kV: .....	4
4.6.4. ZAGREVANJE KABLA U NORMALNOM POGONU.....	4
4.6.5. ZAGREVANJE KABLA U 3P KRATKOM SPOJU .....	5
4.6.6. PROVERA PADA NAPONA .....	5
4.6.7. PRORAČUN SNAGE TRANSFORMATORA SOPSTVENE POTROŠNJE.....	6
4.6.8. PRORAČUN UZEMLJIVAČA OBJEKTA.....	7
4.6.9. PRORAČUN GROMOBRANSKE ZAŠTITE.....	9
4.6.10. PREGLED RAZLIKE TROŠKOVA RAZMATRANIH VARIJANTI .....	10
4.6.11. PREDMER I PREDRAČUN OPREME I RADOVA (Po predloženoj varijanti) .....	11



#### 4.6.1. IZBOR SNAGE GENERATORA

Podaci o turbini su uzeti iz mašinskog dela projekta. U pitanju je vertikalna turbina tipa Kaplan, u oznaci T, sa dvostrukim načinom regulisanja (sprovodni aparat i radno kolo turbine), nominalna snaga turbine iznosi:

$$P_t = 1130 \text{ kW}$$

Na osnovu podataka o turbinama izabrano je da turbina pogoni sinhroni generator, čiji su parametri:

- Tip generatora ..... trofazni, sinhroni, vertikalni,
- Nominalna snaga (Izlazna)(S/P)..... 1250kVA / 1125 kW
- Faktor snage ..... 0.90
- Nominalni stepen korisnosti,  $\eta_g$  ..... 94,0 %
- Nominalni napon generatora,  $U_n$  ..... 690 V
- Nominalna brzina obrtanja ..... 500 min<sup>-1</sup>

Zaključak je da generator G zadovoljava kriterijum iskorišćenja maksimalne turbinske snage, turbine T, pri nominalnom faktoru snage od 0.9, pošto je

$$P_{ng} > \eta_g \cdot P_t$$

$$1125 \text{ kW} > 1130 \text{ kW} \cdot 0,94 = 1062,2 \text{ kW}$$

**Na osnovu prethodnog izraza može se zaključiti da je gore navedeni uslov ispunjen.**

**Zaključak važi za oba agregata.**

#### 4.6.2. TEHNIČKI KRITERIJUMI ZA PRIKLJUČENJE MHE NA DISTRIBUTIVNU MREŽU

Na mrežu ODS-a mogu se priključiti samo male elektrane koje:

- a. Ispunjavaju tehničke uslove koji su utvrđeni preporukama ED (TP 16),
- b. Su opremljene zaštitnim i drugim uredjajima koji štite generatore i ostalu opremu koja se nalazi u MHE od oštećenja i havarija zbog kvarova u mreži ED,
- c. Ispunjavaju uslove date u odobrenju za priključenje.

Da bi se ostvarilo priključenje MHE na distributivnu mrežu, kao i njen bezbedan paralelan rad sa mrežom, bez štetnog delovanja na istu, MHE mora zadovoljiti sledeća 4 kriterijuma:

1. Kriterijum najveće dozvoljene snage MHE;
2. Kriterijum flikera;
3. Kriterijum dozvoljenih struja viših harmonika;
4. Kriterijum povećanja snage kratkog spoja.

Kriterijum flikera i kriterijum dozvoljenih struja viših harmonika u ovom slučaju nisu razmatrani jer oni prvenstveno imaju značaj kod solarnih i vetroelektrana.

Kriterijum najveće dozvoljene snage i kriterijum povećanja snage kratkog spoja 35 kV mreže na koju se priključuje objekat MHE proističu iz uslova za projektovanje i priključenje.

Na ovom nivou se proračunava minimalna vrednost snage kratkog spoja mreže potrebne za priključenje MHE.

#### 4.6.2.1. Kriterijum minimalne snage kratkog spoja mreže

ME zadovoljava kriterijum najveće dozvoljene snage ako je ispunjen sledeći uslov:

$$S_{ngm} = \frac{2}{100} \cdot \frac{S_{ks}}{k} \leq \frac{S_{ks}}{50 \cdot k}$$

Gde je:

$S_{ngm}$  – najveća vrednost jedinične snage generatora, odnosno ukupna snaga više generatora ako se oni istovremeno priključuju na mrežu, [MVA];

$S_{ks}$  – stvarna vrednost trofaznog kratkog spoja na mestu priključenja, [MVA];

$k = I_p/I_n$  - koeficijent odredjen količnikom maksimalne polazne struje i naznačene struje generatora. Ovaj koeficijent može imati sledeće vrednosti:

- $k = 1$  za sinhronne generatore i invertore;
- $k = 2$  za asinhronne generatore;
- $k = 2$  za slučaj kada je nepoznata maksimalna polazna struja generatora.

Ukupna snaga generatora MHE "Studenica S-4 Gradina" je:

$$S_{ngm} = 2 \cdot S_{gn} = 2 \cdot 1250 \text{ kVA} = 2,5 \text{ MVA}$$

Stoga, minimalna snaga trofaznog kratkog spoja na mestu priključenja je:

$$S_{ks}^{min} = S_{ngm} \cdot 50 \cdot k = 2,5 \cdot 50 \cdot 1$$

$$S_{ks}^{min} = 125 \text{ MVA}$$

$$I_{ks}^{min} = 2,1 \text{ kA}$$

#### 4.6.3. PRORAČUN STRUJE KRATKOG SPOJA U MHE

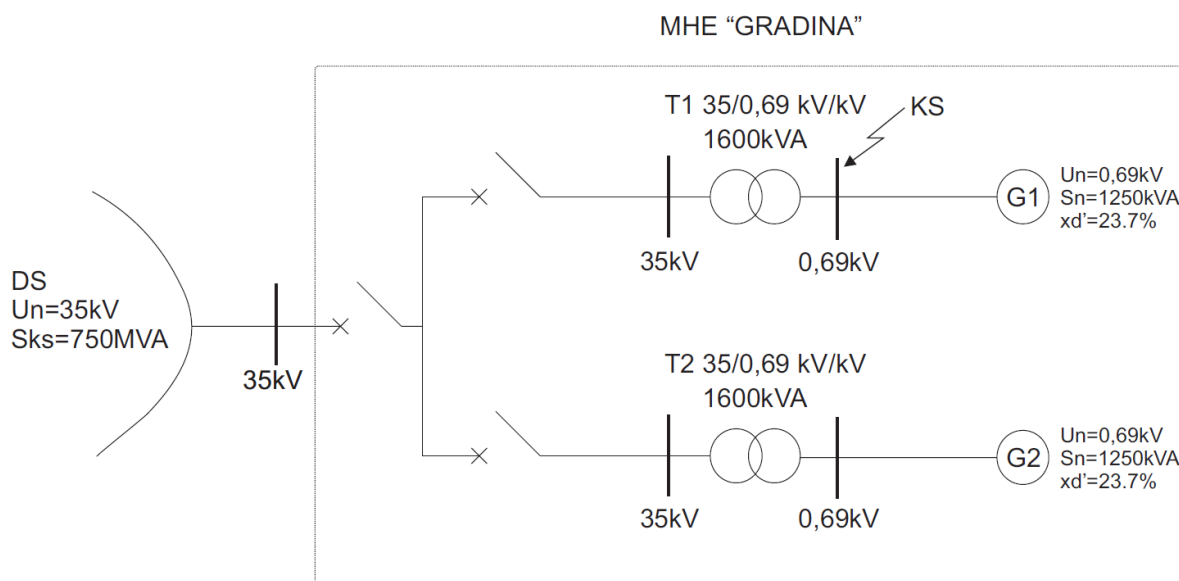
MHE će biti povezana sa 35kV elektrodistributivnom mrežom u razvodnom postrojenju objektamesta priključenja (OMP). Postrojenje OMP je predmet posebne projektne dokumentacije, izrađuje se po dobijanju uslova za projektovanje i priključenje izdatih od strane ODS-EPS. U ovom projektu se oprema dimenzioniše prema tipiziranoj maksimalnoj dozvoljenoj trofaznoj simetričnoj struji (snazi) kratkih spojeva i zemljospoja, prema tehničkoj preporuci TP12a:

mreža 35 kV: 12 kA (**750 MVA**)

Prekidačka oprema u 35 kV RP je dimenzionisana na vrednost 20 kA čime se obezbeđuje bezbedno odvajanje MHE "Studenica S-4 Gradina" od mreže.

Omhesnovne karakteristike ovog dela mreže potrebne za proračun struja kratkog spoja date su na slici 1. Mesto kvara koje je od značaja za razmatranje u ovom projektu je na 0,69 kV priključcima

transformatora, čime se dobija vrednost struje značajna za zagrevanje generatorskog kabela pri kratkom spoju.



Slika 1- Blok šema povezivanja MHE na DEES.

- Snaga kratkog spoja u tranzijentnom režimu u 35 kV mreži iznosi:

$$S_{k,10} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_k = 750 \text{ MVA}$$

- Tranzijentna reaktansa mreže na naponu 0,69 kV iznosi:

$$X'_m = \frac{1,1 \cdot U^2}{S'_k} \cdot \frac{1}{m^2} = \frac{1,1 \cdot 35^2}{750} \cdot \left(\frac{0,69}{35}\right)^2 \approx 0,7 \text{ m}\Omega$$

- Impedansa transformatora 35/0,69 kV/kV se određuje na sledeći način:

$$Z_T = \frac{u_k}{100} \cdot \frac{U^2}{S_n} = \frac{6}{100} \cdot \frac{0,69^2}{1,6} \approx 17,85 \text{ m}\Omega$$

- Aktivni i reaktivni otpor kabela od transformatora do priključne kutije generatora:

Zbog kratke udaljenosti ove vrednosti se zanemaruju.

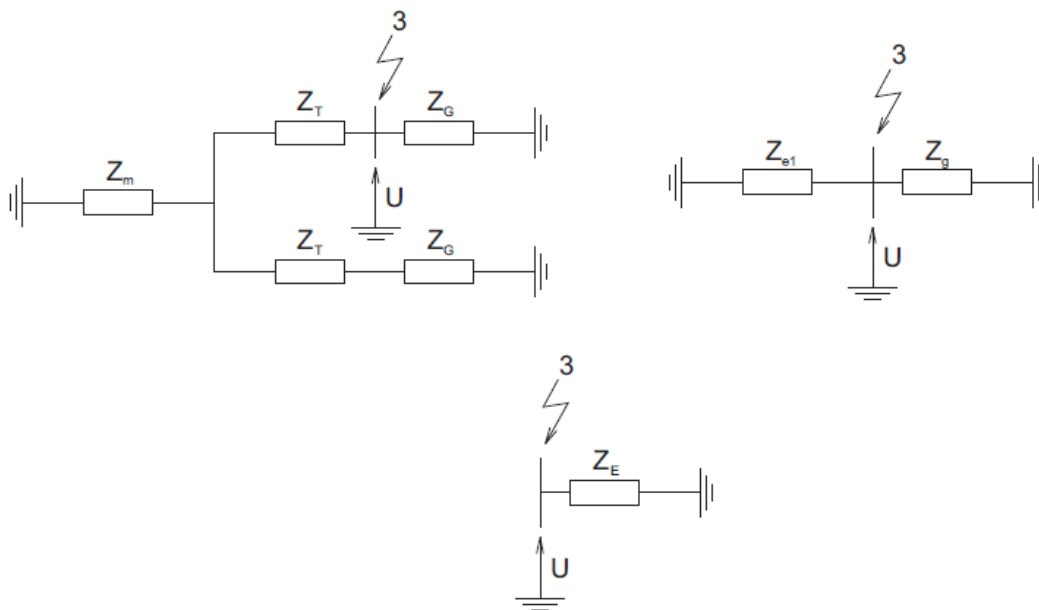
- Tranzijentna reaktansa generatora na 0,69 kV naponskom nivou:

$$X'_G = \frac{X'_d}{100} \cdot \frac{U^2}{S_n} = \frac{23,7}{100} \cdot \frac{0,69^2}{1,25}$$

$$X'_G \approx 90,2 \text{ m}\Omega$$

## 4.6.3.1. Kratki spoj na priključcima energetskog transformatora 0,69kV:

Zamenska šema za ovaj slučaj je data na slici 2:



Slika 2 - Zamenska šema za kratak spoj na sabirnicama transformatora T1

$$Z_{e1} = Z_m || (Z_t + Z_g) + Z_t$$

$$Z_{e1} = 0,7 || (17,85 + 90,2) + 17,85$$

$$Z_{e1} = 18,54 \text{ m}\Omega$$

$$Z_e = Z_{e1} || Z_g = 15,38 \text{ m}\Omega$$

Ukupna struja kratkog spoja na 0,69 kV nivou utranzijentnom periodu je:

$$I'_k = \frac{1,1U_n}{Z_e} = \frac{1,1 \cdot 0,69}{\sqrt{3} \cdot 0,01538} = 28,5 \text{ kA}$$

Struja kratkog spoja na 35 kV nivou u tranzijentnom periodu je:

$$I_k^{35kV} = I'_k \cdot \frac{35}{0,69} = 0,562 \text{ kA}$$

Zaključak je da će mikroprocesorsko zaštitno rele će reagovati trenutno i isključiti struju kvara.

## 4.6.4. ZAGREVANJE KABLA U NORMALNOM POGONU

Opterećenje kabla za vezu između generatora i blok transformatora je određeno na osnovu nazivne snage generatora:

$$I_b = \frac{S_n(\text{kVA})}{\sqrt{3} \cdot U_n(\text{kV})} = \frac{1250 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 0,69 \text{ kV}} = 1045,92 \text{ A}$$

Izabranom kablu FG7R 1 x 240 mm<sup>2</sup> za polaganje u kablovske regale, postavljenu ventilacionom betonskom kanalu, odgovara tablična vrednost 630 A. Trajno dozvoljena struja za 3 kabla po fazi iznosi 3 x 630 A = 1890 A.

Stvarna trajno dozvoljena struja iznosi:

$$I_Z = I_T \cdot k_\theta \cdot k_\lambda \cdot k_p$$

Gde su:

$I_T$  – trajno dozvoljena struja kabla – dva jednožilna kabla postavljenih u kablovski kanal ( $I_T = 3 \times 630 = 1890$  A – podatak proizvođača)

$k_\theta$  – korekcionni faktor za temperaturu (za 40°C  $k_\theta = 0,91$ )

$k_\lambda$  – korekcionni faktor za termičku otpornost tla ( $k_\lambda = 1$ )

$k_p$  – korekcionni faktor za grupno položena strujna kola (za jedan sloj na perforiranoj polici od 9 provodnika  $k_p = 0,7$ )

$$I_{Z1} = I_T \cdot k_\theta \cdot k_\lambda \cdot k_p = 1890 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 0,7 = 1204 \text{ A}$$

**Kako je  $I_{Z1} > I_b$  kabl je pravilno dimezionisan.**

#### 4.6.5. ZAGREVANJE KABLA U 3P KRATKOM SPOJU

Kriterijum zagrevanja od struje kratkog spoja:

Odnos između jačine struje kratkog spoja kroz kabl  $I_k$  i vremena njenog trajanja  $t$  dat je relacijom:

$$\sqrt{t} = k \cdot \frac{S}{I_k}$$

gde je:

-S presek kabla (mm<sup>2</sup>)

- koeficijent koji zavisi od izolacionog materijala i za umreženi polietilen iznosi 143, a za PVC 115

Minimalni presek kabla generatora G1 koji izdržava jednosekundnu struju kratkog spoja je:

$$S_{min} = \frac{I_k \cdot \sqrt{t}}{k} = \frac{28,5 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{1}}{143} = 199,3 \text{ mm}^2 < 3 \times 240 \text{ mm}^2$$

**Izabrani kabl za napajanje generatora zadovoljava i kriterijum zagrevanja od struje kratkog spoja.**

#### 4.6.6. PROVERA PADA NAPONA

Provera pada napona na kablovima za napajanje generatora izvršena je prema sledećem obrascu:

$$\Delta u_1 \% = \Delta u_2 \% = \Delta u \%$$

$$\Delta u \% = \frac{P \cdot L \cdot \rho}{U_n^2 \cdot A} \cdot 10^5 (\%) = \frac{1125 \cdot 10 \cdot 0,01793}{690^2 \cdot 3 \cdot 240} \cdot 10^5 = 0,058 \%$$

Gde su:

$\Delta u$ -procentualni pad napona (%)

$P$ -opterećenje kola (kW)

$L$ -dužina kola (m)

$U_n$ -linijski napon instalacije (V)

$A$ -presek provodnika ( $\text{mm}^2$ )

$\rho$ -specifična otpornost provodnika ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ ). Za bakarne provodnike je:

$\rho = 0,01793\Omega\text{mm}^2/\text{m}$

**Padovi napona su u granicama dozvoljenih vrednosti.**

#### 4.6.7. PRORAČUN SNAGE TRANSFORMATORA SOPSTVENE POTROŠNJE

R.B.	Naziv ormara ili potrošača	Napon	Aktivna inst. snaga	Koef. jednovr.	Aktivna jedn. el. snaga	Koeficijent iskorištenja	Faktor snage	Aktivna jedn. el. snaga	Prividnaj edn. el. snaga
		<b>U</b>	<b>P<sub>i</sub></b>	<b>k<sub>j</sub></b>	<b>P<sub>j</sub></b>	<b>h</b>	<b>cos<math>\phi</math></b>	<b>P<sub>jel</sub></b>	<b>S<sub>jel</sub></b>
		(kV)	(kW)	-	(kW)	-	-	(kW)	(kVA)
1	HPU1	0,4	8	0,5	4	0,85	0,7	4,7	<b>6,72</b>
2	HPU2	0,4	8	0,5	4	0,85	0,7	4,7	<b>6,72</b>
3	Podstanica KO-T	0,4	5,5	0,3	1,65	0,8	0,7	2,1	<b>2,94</b>
4	Tabl.zatv. temeljnog ispusta	0,4	2	1	2	0,9	0,8	2,22	<b>2,78</b>
5	Ventilacija mašinske sale	0,4	1,5	1	1,5	0,95	0,8	1,58	<b>2</b>
6	Kaloriferi	0,4	12	1	12	1	1	12	<b>12</b>
7	Osvetljenje mašinske sale	0,4	1	1	1	1	1	1	<b>1</b>
8	Osvetljenje brane	0,4	2	1	2	1	1	2	<b>2</b>
9	Tabl.zatv. usisnog kanala	0,4	4	0,5	2	0,9	0,8	2,22	<b>2,78</b>
10	Ormar optočnog tunela	0,4	1	0,5	0,5	0,9	0,8	0,56	<b>0,7</b>
11	RO-ISP	0,4	3	1	3	0,95	0,8	3,15	<b>4</b>
12	Opšta potrošnja	0,4	5	1	5	/	0,8	5	<b>6,25</b>
<b><math>\Sigma P_i</math> (kW)</b>			<b>42</b>	<b><math>\Sigma S_{jm}</math> (kVA)</b>					<b>49,89</b>

Bira se suvi transformator prividne snage 100 kVA.

#### 4.6.8. PRORAČUN UZEMLJIVAČA OBJEKTA

Uzemljenje objekta MHE je predviđeno i kao radno i zaštitno (združeno) uzemljenje objekta i opreme. Na njega se povezuje i gromobran, tako da uzemljivač predstavlja zajednički uzemljivač za sve vrste uzemljenja.

Kriterijum za izradu uzemljivačkog sistema je tehnička preporuka TP7 EPS Distribucije Srbije za elektroenergetska postrojenja 35 kV, i član 6. Pravilnika o tehničkim normativima za zaštitu objekata od atmosferskog pražnjenja“ Sl. glasnik broj 11/96 kojim se predviđa prvi nivo zaštite.

Sistem uzemljenja TS zadovoljava uslove bezbednosti od napona dodira ako vrednost ukupne otpornosti (impedanse) uzemljenja iznosi (prema članu 2.8 TP7):

$$Z_u \leq \frac{k_d \cdot U_{doz}}{r \cdot I_k}$$

gde su:

$Z_u$  – ukupna otpornost (impedansa) sistema uzemljenja TS u omima ( $\Omega$ )

$k_d$  – sačinilac koji određuje odnos napona uzemljenja TS i napona na mestu dodira,

$U_{doz}$  – dozvoljeni napon dodira koji iznosi 75 V za 1 sekundu trajanja zemljospoja,

$r$  – redukcioni faktor sredjenaponskog voda koji napaja TS,

$I_k$  – ukupna struja zemljospoja sredjenaponske mreže u amperima (A).

Za sistem združenog uzemljenja u MHE "Studenica S-4 Gradina " usvajamo najstrožije uslove zaštite koji su definisani članom 4.5 i 4.5.3 TP7, iz razloga što je za sada nepoznat kvalitet priključnog voda i uslovi u 35 kV mreži u tački u kojoj se priključujemo. U tom slučaju vrednost otpora uzemljenja treba da bude

$$Z_u \leq 0,5 \Omega$$

što predstavlja najoštrij kriterijum zaštitnog uzemljenja objekata naponskog nivoa 35 kV, pri parametrima:

$$k_d = 3 \text{ i } r = 0,4$$

Uzemljivač je predviđen kao temeljni, postavljanjem Fe/Zn 30x5 mm trake u armirano betonskom masivu objekta brane i mašinske zgrade. Postavljanje trake je predviđeno u grafičkoj dokumentaciji, crtež br. IDR.E.21.38-04.07.

U temeljima mašinske zgrade se postavljaju Fe/Zn trake u tri etaže, i to:

- na etaži 392,00 mreža 11m x (6+6+8+5) m,
- na etaži 388,50 mreža 11m x (10+10) m,
- na etaži 382,50 mreža 11m x 20 m.

U temelju brane je predviđeno postavljanje Fe/Zn trake isto u tri etaže, duž cele brane, sa vertikalnim izvodima za uzemljenje i izjednačenje potencijala na kruni brane.

- na etaži 392,00 mreža 100 m x 5 m,

- na etaži 388,50 mreža 100 m x 15 m,
- na etaži 382,50 mreža 100 m x 20 m.

U projektantskom smislu je opravdano predstaviti uzemljivač kao paralelnu vezu dva temeljna uzemljivača mašinske zgrade i brane.

Armiranobetonski masiv je ukopan i u dobrom kontaktu sa zemljištem sa velikom količinom armature, i posmatra se kao trodimenzionalna rešetka. Takođe, betonski masiv i zemlja su u svakom momentu u kontaktu sa vodom (koja smanjuje ekvivalentnu specifičnu otpornost).

Otpor temeljnog uzemljivača (koji se mogu svesti na trodimenzionalnu rešetku) se računa prema obrascu:

$$Z_u = \frac{0,32 \cdot \rho}{\sqrt{S}}$$

$Z_u$  – otpor rasprostiranja temeljnog uzemljivača

$\rho$  - Specifična električna otpornost tla 100Ωm

$S$  – površina temelja,  $a$  – dužina,  $b$  - širina

Vrednosti su:

$S_{mz}$  – površina temelja mašinske zgrade  $a = 11\text{m}$ ,  $b = 20\text{ m}$ ,

$S_b$  – površina temelja brane  $a = 100\text{ m}$ ,  $b = 25\text{ m}$ ,

$Z_{mz}$  – impedansa uzemljenja mašinske zgrade,

$Z_b$  – impedansa uzemljenja brane.

Stoga, vrednosti uzemljenja su:

$$Z_{mz} = \frac{0,32 \cdot \rho}{\sqrt{S_{mz}}} = \frac{0,32 \cdot 100}{\sqrt{11 \cdot 20}} = 2,15 \Omega$$

$$Z_b = \frac{0,32 \cdot \rho}{\sqrt{S_b}} = \frac{0,32 \cdot 100}{\sqrt{100 \cdot 25}} = 0,64 \Omega$$

Ekvivalentna impedansa uzemljenja je stoga

$$Z_u = \frac{Z_{mz} \cdot Z_b}{Z_{mz} + Z_b} = \frac{2,15 \cdot 0,64}{2,15 + 0,64} = 0,493 \Omega < 0,5 \Omega$$

**Prema proračunu se može zaključiti da su gore navedeni uslovi ispunjeni.**

*Izjednačenje potencijala* - Izvršice se uzemljenje svih provodnih delova opreme koji u normalnom radu nisu pod naponom, ali mogu doći u slučaju kvara – metalno kućište generatora, sprovodno kolo



turbine, kućište hidrauličnog agregata, metalno kućište ormara generatora i ormara opšte potrošnje, metalnih vrata, stepenica, metalnih rešetaka, poklopaca, šahti itd.

Takođe u prostoriji trafo boxa izvešće se po obimu prostorije prsten za izjednačenje potencijala na visini 40cm od poda, na koga se prikjučuju svi metalni delovi koji u normalnom radu nisu pod naponom (konzole, šine i kućište transformatora, metalni poklopci i okviri vrata), kao i zvezdište transformatora.

#### **4.6.9. PRORAČUN GROMOBRANSKE ZAŠTITE**

Na osnovu Pravilnika o tehničkim normativima za zaštitu objekata od atmosferskog pražnjenja za elektroenergetska postrojenja usvaja se klasa nivoa zaštite I bez proračuna.

Klasa nivo zaštite I podrazumeva srednje rastojanje između spusnih provodnika od 10m i širinu okaca mreže od 5m.

Na osnovu navedenog, planirano je postavljanje spusnih provodnika, na fasadu u blizini uglova objekta MHE, prema priloženim crtežima iz grafičke dokumentacije. Za izradu spusnih provodnika do mernih mesta, je planirana pocinkovana traka Fe/Zn 20x3mm (alternativno AL provodnik Fi 10 mm), koja se vezuje za temeljni uzemljivač objekta. Merni spoj planirati na visini 1.7m od tla, sa prigradenom mehaničkom zaštitom po potrebi.

4.6.10. Pregled razlike troškova za razmatrane varijante			
Parametar	Količina	Varijanta 1	Varijanta 2
Trofazni, horizontalni, sinhroni, generator agregata, S=1250VA, $\cos\varphi=0,9$ U = 690 V, n=500min <sup>-1</sup> sa bezkontaktnom pobudom, regulatorom napona, zamajcem i hidrauličkom kočnicom.	2 kom	110,000.00 €	/
Trofazni, horizontalni, sinhroni, generator agregata, S=1250VA, $\cos\varphi=0,9$ U = 400 V, n=500min <sup>-1</sup> sa bezkontaktnom pobudom, regulatorom napona, zamajcem i hidrauličkom kočnicom.	2 kom	/	104,000.00 €
NN Postrojenje generatorskog napona, sa mogućnošću napajanja sopstvene potrošnje		/	70,000.00 €
Trofazni suvi transformator 35+-2x2,5% / 0,69 kV, S = 1600 kVA za un. montažu, hlađenje AN	2 kom	56,000.00 €	/
Trofazni suvi transformator 35+-2x2,5% / 0,4 kV, S = 1600 kVA za un. montažu, hlađenje AN	2 kom	/	60,000.00 €
Trofazni suvi transformator 35+-2x2,5% / 0,4 kV, S = 100 kVA za un. montažu, hlađenje AN	1 kom	7,000.00 €	/
Razvodno postrojenje elektrane 35 kV u konfiguraciji: +H01 - ćelija blok transformatora 1 (DM1-A) +H02 - ćelija blok transformatora 2 (DM1-A) +H03 - ćelija sopstvene potrošnje (QM) +H04 - dovodno-odvodna ćelija (DM1-A)		90,000.00 €	/
Razvodno postrojenje elektrane 35 kV u konfiguraciji: +H01 - ćelija blok transformatora 1 (DM1-A) +H02 - ćelija blok transformatora 2 (DM1-A) +H03 - dovodno-odvodna ćelija (DM1-A)		/	75,000.00 €
		263,000.00 €	309,000.00 €

Napomena:

U tabeli su prikazani samo delovi opreme i postrojenja koji se razlikuju u predloženim varijantama. Ostala oprema za obe varijante je ista.

4.6.11. Predmer i predračun opreme i radova (po predloženoj varijanti)			
1	Glavna elektromašinska oprema MHE "Studenica S-4 Gradina"		
1.1	Generatori (dato u mašinskom delu projekta)	kom. 2	
1.2	Pobudni sistem generatora	kom. 2	
1.3	Blok transformator	kom. 2	
1.4	Razvodno postrojenje 35 kV	kom. 1	
1.5	Električne zaštite	kom. 2	
1	Ukupno glavna elektromašinska oprema	kompl. 1	205,000.00 €
2	Sopstvena potrošnja MHE "Gradina"		
2.1	Energija za sopstvenu potrošnju (kućni trafo)	kom. 1	
2.2	Oprema automatike i upravljanja agregata	kom. 1	
2.3	Pomoćna oprema u elektrani	kom. 1	
2.4	Pomoćna oprema na brani	kom. 1	
2.5	Opšta potrošnja objekta mašinske zgrade	kom. 1	
2.6	Signalne, TK instalacije i instalacije dojave požara	kom. 1	
2.7	Razvod energetskih, signalnih i upravljačkih instalacija MHE	kom. 1	
2	Ukupno sopstvena potrošnja	kompl. 1	200,000.00 €
3	Oprema za upravljanje i nadzor nad elektranom (lokalno/daljinski)		75,000.00 €
4	Instalacije uzemljenja, izjednačenja potencijala i gromobranske zaštite		15,000.00 €
5	Oprema objekta mesta priključenja (OMP) i priključni vod (Predmet posebnog projekta) - procenjeno		360,000.00 €
UKUPNO ELEKTRO OPREMA ELEKTRANE			495,000.00 €

Napomena:

Cene su date zbirno, po pozicijama, u evrima.

Procenjena vrednost opreme OMP-a i priključnog voda nisu u zbiru, ovo je predmet posebnog projekta i građevinske dozvole.



Radomir Milekić, dipl.el.inž  
br.lic 350 3419 03

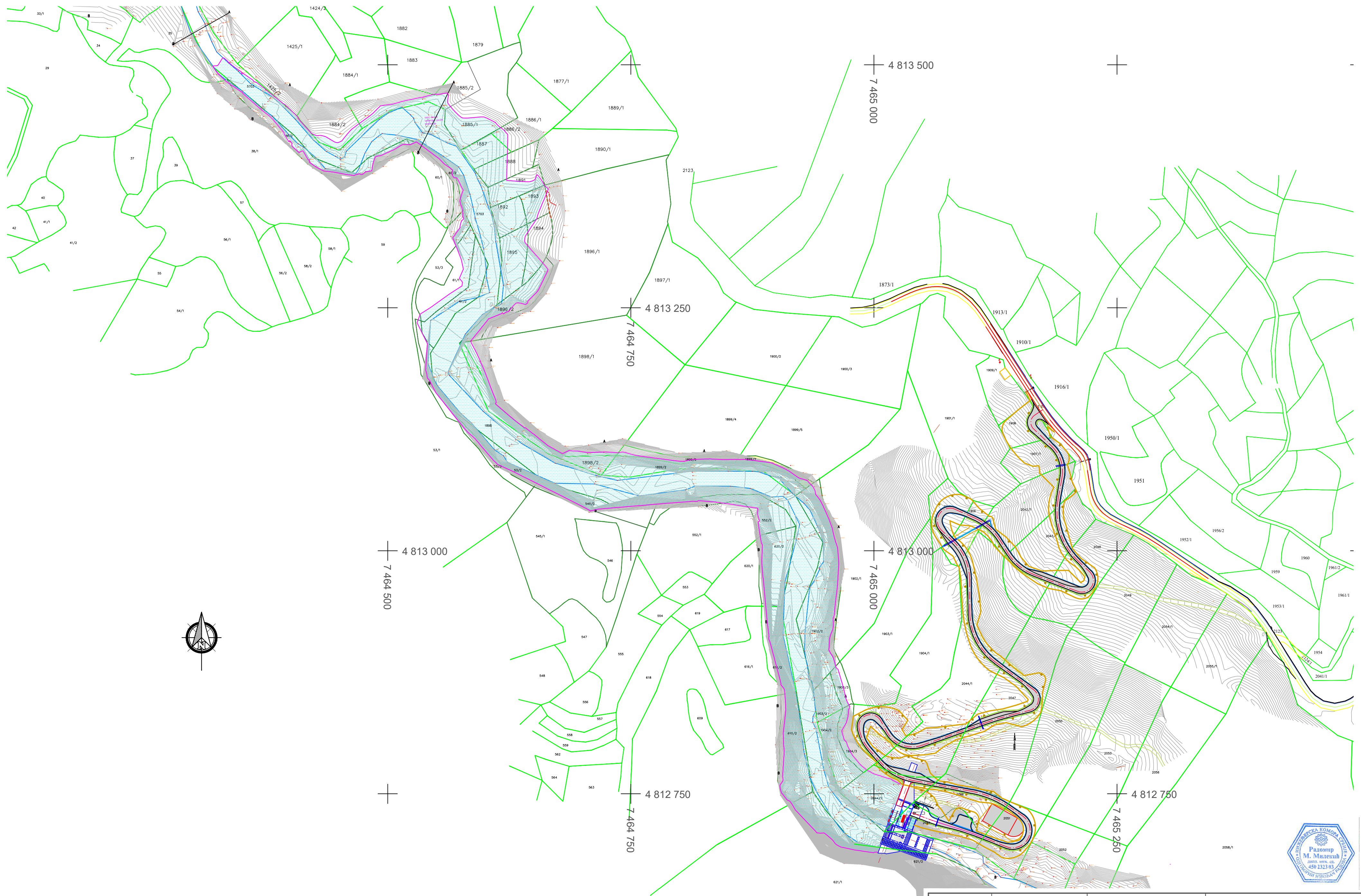


## 4.7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

### Sadržaj:

4.8.1	<i>Situacioni plan MHE "Studenica S-4 Gradina"</i> .....	IDR.E.21.38-04.01
4.8.2	<i>Jednopolna šema</i> .....	IDR.E.21.38-04.02
4.8.3	<i>Dispozicija opreme</i> .....	IDR.E.21.38-04.03
4.8.4	<i>Blok dijagram napajanja</i> .....	IDR.E.21.38-04.04
4.8.5	<i>Blok šema upravljanja</i> .....	IDR.E.21.38-04.05
4.8.6	<i>Blok šema komunikacije</i> .....	IDR.E.21.38-04.06
4.8.7	<i>Dispozicija opreme opšte potrošnje</i> .....	IDR.E.21.38-04.07
4.8.8	<i>Uzemljivač i izjednačenje potencijala</i> .....	IDR.E.21.38-04.08
4.8.9	<i>Jednopolna šema OMP</i> .....	IDR.E.21.38-04.09
4.8.10	<i>Šema obračunskog merenja</i> .....	IDR.E.21.38-04.10





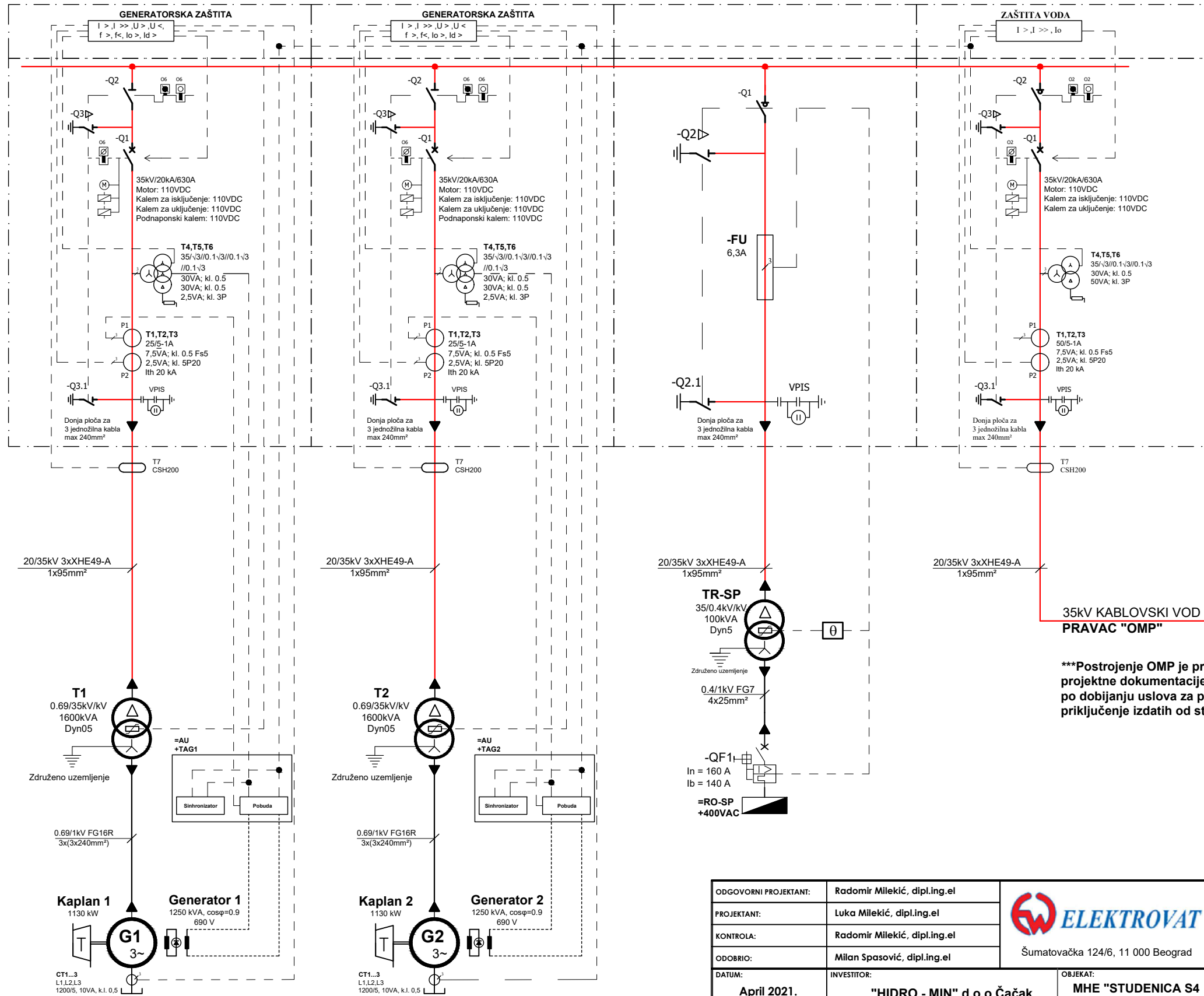
ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.Ing.el	 Šumalovačka 124/6, 11 000 Beograd	 ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР Зелени булевар 35, 19210 Бор, Србија				
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.Ing.el						
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.Ing.el						
ODOBRIO:	Milan Spasović, dipl.Ing.el						
DATUM:	April 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak	OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"	VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	(IDR) IDEJNO REŠENJE
RAZMERA:	1:2500	NAZIV CRTEŽA:	SITUACIONI PLAN "STUDENICA S4 - GRADINA"	ZA GRADNJE / IZVOĐENJE RADOVA:	NOVA GRADNJA	BROJ CRTEŽA:	01
				BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR.E.21.038	BROJ LISTOVA:	01/01





## 35kV RAZVODNO POSTROJENJE MHE "Gradina" (INVESTITOR)

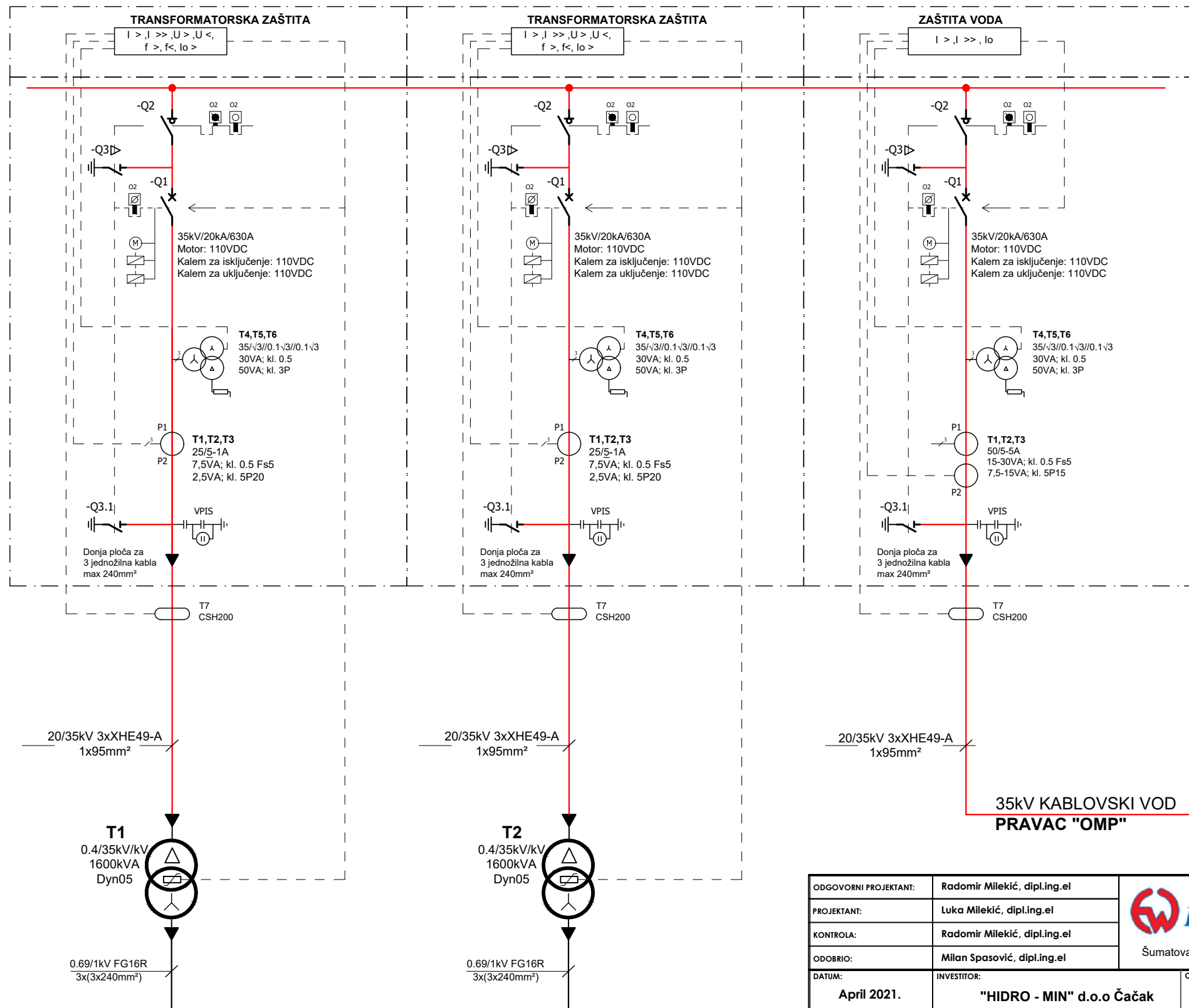
Oznaka ćelije:	<b>+H01</b>	<b>+H02</b>	<b>+H03</b>
Naziv ćelije:	<b>BLOK TRAF0 1 (GENERATOR 1)</b>	<b>BLOK TRAF0 2 (GENERATOR 2)</b>	<b>SOPSTVENA POTROŠNJA</b>
Tip ćelije:	DM1-A	DM1-A	QM
Širina (mm):	1000mm	1000mm	1000mm



ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el	 Šumatovačka 124/6, 11 000 Beograd	ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР Зелени булевар 35, 19210 Бор, Србија
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el		NOVA GRADNJA BROJ CRTEŽA: <b>03</b>
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el		ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA: NOVA GRADNJA BROJ CRTEŽA: <b>03</b>
ODOBRIO:	Milan Spasović, dipl.ing.el	BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE: IDR.E.21.038 BROJ LISTOVA: <b>01/03</b>	(IDR) IDEJNO REŠENJE
DATUM:	April 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak
RAZMERA:		OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"
JEDNOPOLNA ŠEMA - VARIJANTA 1			

# 35kV RAZVODNO POSTROJENJE MHE "Gradina" (INVESTITOR)

Oznaka ćelije:	<b>+H01</b>	<b>+H02</b>	<b>+H03</b>
Naziv ćelije:	<b>TRAFO 1</b>	<b>TRAFO 2</b>	<b>DOVODNO-ODVODNA PRAVAC OMP</b>
Tip ćelije:	DM1-A	DM1-A	DM1-A
Širina (mm):	1000mm	1000mm	1000mm

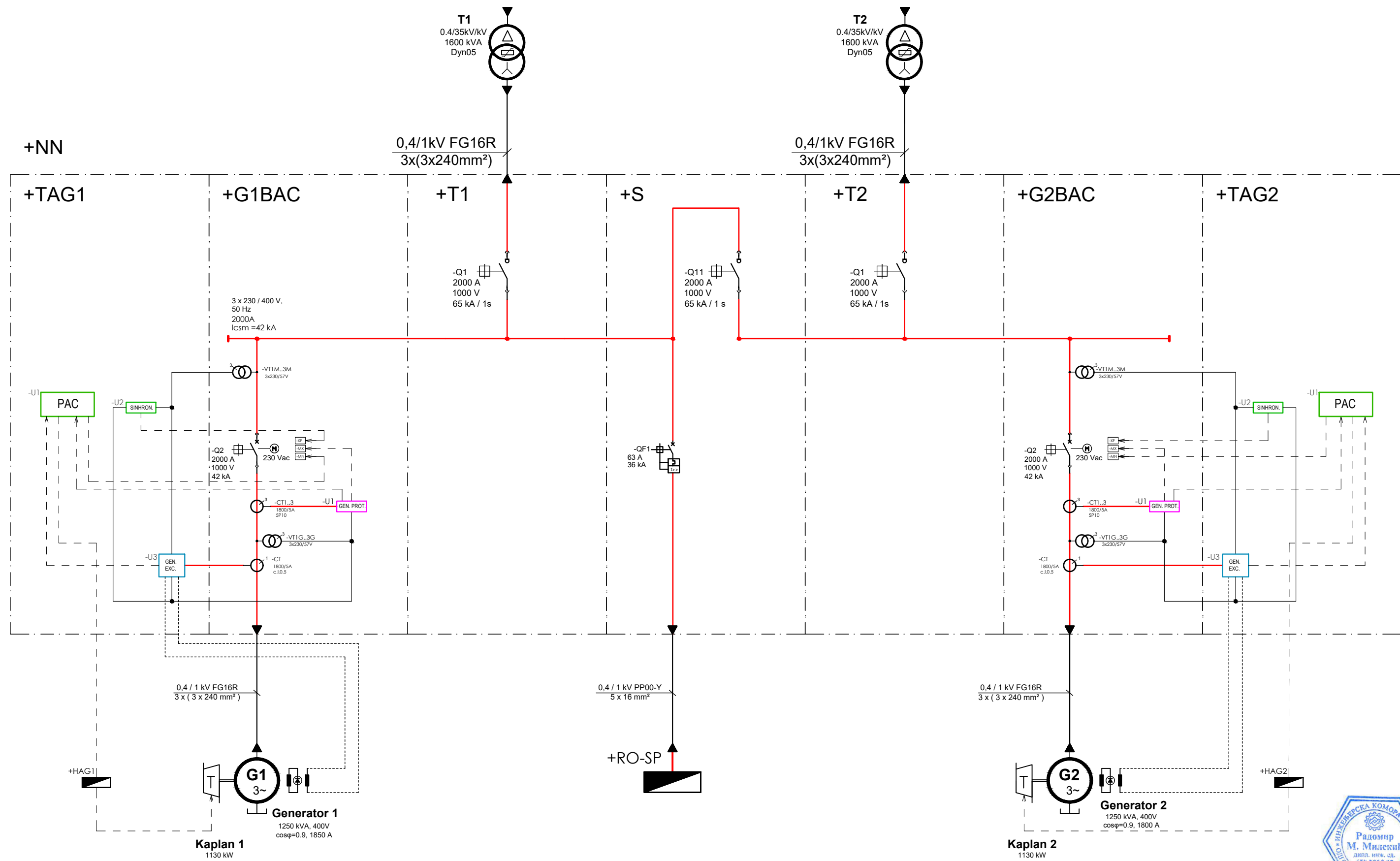


\*\*\*Postrojenje OMP je predmet posebne projektne dokumentacije, koja se izrađuje po dobijanju uslova za projektovanje i priključenje izdatih od strane ODS-EPS



ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el	 Šumatovačka 124/6, 11 000 Beograd	ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОП Зелени булевар 35, 19210 Бор, Србија
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el		
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el		
ODOBRIO:	Milan Spasović, dipl.ing.el		
DATUM:	APRIL 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak
		OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"
RAZMERA:		NAZIV CRTEŽA:	JEDNOPOLNA ŠEMA - VARIJANTA 2 - 35 kV POSTROJENJE
		VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	(IDR) IDEJNO REŠENJE
		OZNAKA I NAZIV DELA PROJEKTA:	SVESKA 4 - Elektro oprema elektrane
		ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA:	NOVA GRAĐNJA
		BROJ CRTEŽA:	03
		BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR.E.21.038
		BROJ LISTOVA:	02/03





ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el	 Šumatovačka 124/6, 11 000 Beograd	 ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР Зелени булевар 35, 19210 Бор, Србија						
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el								
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el								
ODOBRILO:	Milan Spasović, dipl.ing.el								
DATUM:	April 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak	OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"	VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	(IDR) IDEJNO REŠENJE		
RAZMERA:		NAZIV CRTEŽA:	JEDNOPOLNA ŠEMA - VARIJANTA 2 - 0,4 kV POSTROJENJE	ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA:	NOVA GRADNJA	BROJ CRTEŽA:	03		
						BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR.E.21.038	BROJ LISTOVA:	03/03

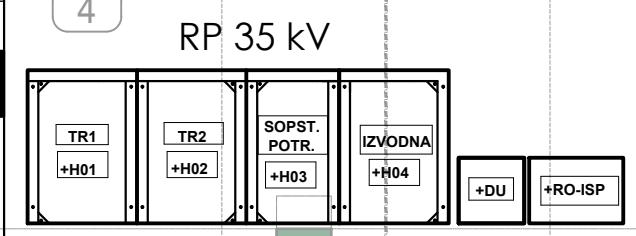
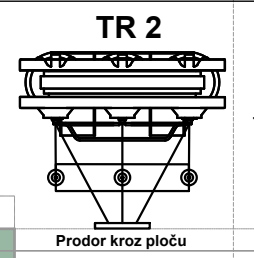
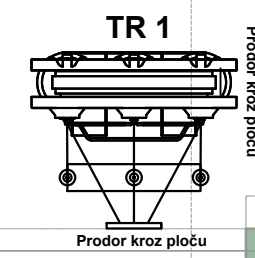
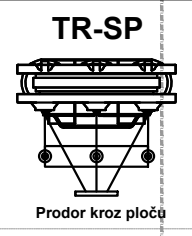
OSNOVA MAŠINSKE ZGRADE NA KOTI 392,00mm 406,00

20x17,5/28

Kablovski kanal  
0,5 x 0,5 m

- Oznake:**  
 =G1 - Generator 1  
 =G2 - Generator 2  
 =TR1 - Blok transformator 1  
 =TR2 - Blok transformator 2  
 =TR-SP - Transformator sopstvene potrošnje  
 +H01 - Transformatorska ćelija agregata 1  
 +H02 - Transformatorska ćelija agregata 2  
 +H03 - Transformatorska ćelija sopstv. potrošnje  
 +H04 - Dovodno / odvodna ćelija  
 +DU - Ormar daljinskog upravljanja  
 +RO-ISP - Ormar ispravljača 110 VDC  
 +TAG1 - Ormar upravljanja agregatom 1  
 +TAG2 - Ormar upravljanja agregatom 2  
 +BLB - Ormar upravljanja elektranom  
 +RO-SP - Ormar sopstvene potrošnje  
 +REK - Ormar telekomunikacione opreme  
 +M<sub>r</sub>v - Motor rolo vrata

- Prostorije:**  
 1. Montažni prostor  
 2. Pomoćna prostorija  
 3. OMP / EPS  
 4. Postrojenje srednjeg napona 35 kV  
 5. Radna stanica  
 6. Manipulativni prostor operatera  
 7. Toalet



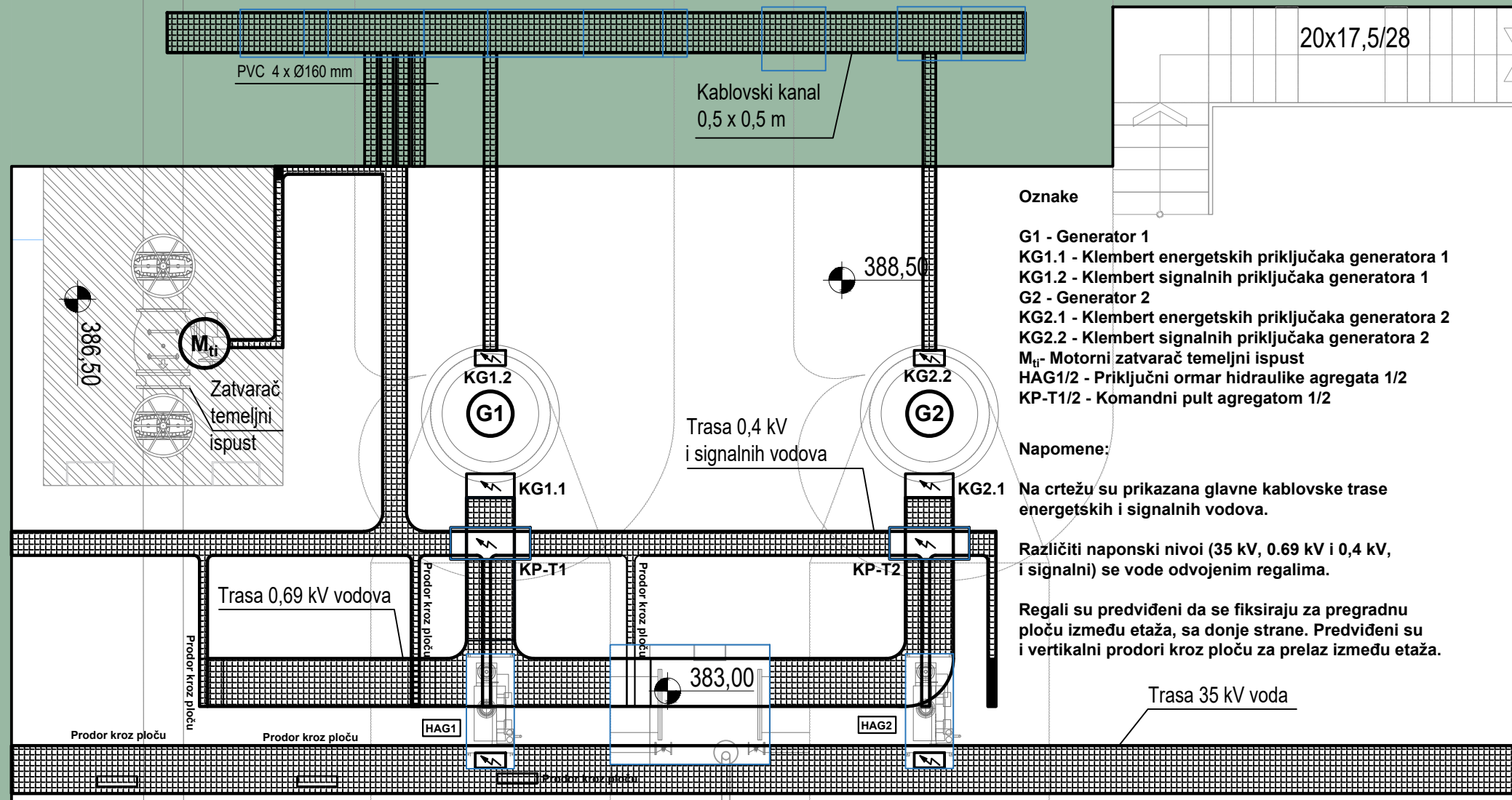
ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el
ODOBRILO:	Milan Spasović, dipl.ing.el



DATUM:	APRIL 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak	OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"
RAZMERA:		NAZIV CRTEŽA:	MAŠINSKA ZGRADA Dispozicija opreme na koti 392,00 - varijanta 1		

VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	(IDR) IDEJNO REŠENJE
OZNAKA I NAZIV DELA PROJEKTA:	SVESKA 4 - Elektro oprema elektrane
ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA:	NOVA GRADNJA
BROJ CRTEŽA:	04
BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR.E.21.038
BROJ LISTOVA:	01/06

# OSNOVA MAŠINSKE ZGRADE NA KOTI 388,50mm



### Oznake

- G1 - Generator 1
- KG1.1 - Klember energetskih priključaka generatora 1
- KG1.2 - Klember signalnih priključaka generatora 1
- G2 - Generator 2
- KG2.1 - Klember energetskih priključaka generatora 2
- KG2.2 - Klember signalnih priključaka generatora 2
- M<sub>ti</sub> - Motorni zatvarač temeljni ispus
- HAG1/2 - Priključni ormar hidraulike agregata 1/2
- KP-T1/2 - Komandni pult agregatom 1/2

### Napomene:

Na crtežu su prikazana glavne kablovske trase energetskih i signalnih vodova.

Različiti naponski nivoi (35 kV, 0.69 kV i 0,4 kV, i signalni) se vode odvojenim regalima.

Regali su predviđeni da se fiksiraju za pregradnu ploču između etaža, sa donje strane. Predviđeni su i vertikalni prodori kroz ploču za prelaz između etaža.

### Napomene:

Ka Objektu Mesta Priključenja (OMP) je predviđena trasa priključnog 35 kV voda koji povezuje postrojenja elektrane i OMP-a.

Kabl se vodi do kablovskog kanala ispod razvodnog postrojenja 35 kV.

Dimenzije kablovskog kanala su Š x D (0,8m x 1m)

Postrojenje OMP je predmet posebne projektne dokumentacije, izrađuje se po dobijanju uslova za projektovanje i priključenje izdatih od strane ODS-EPS

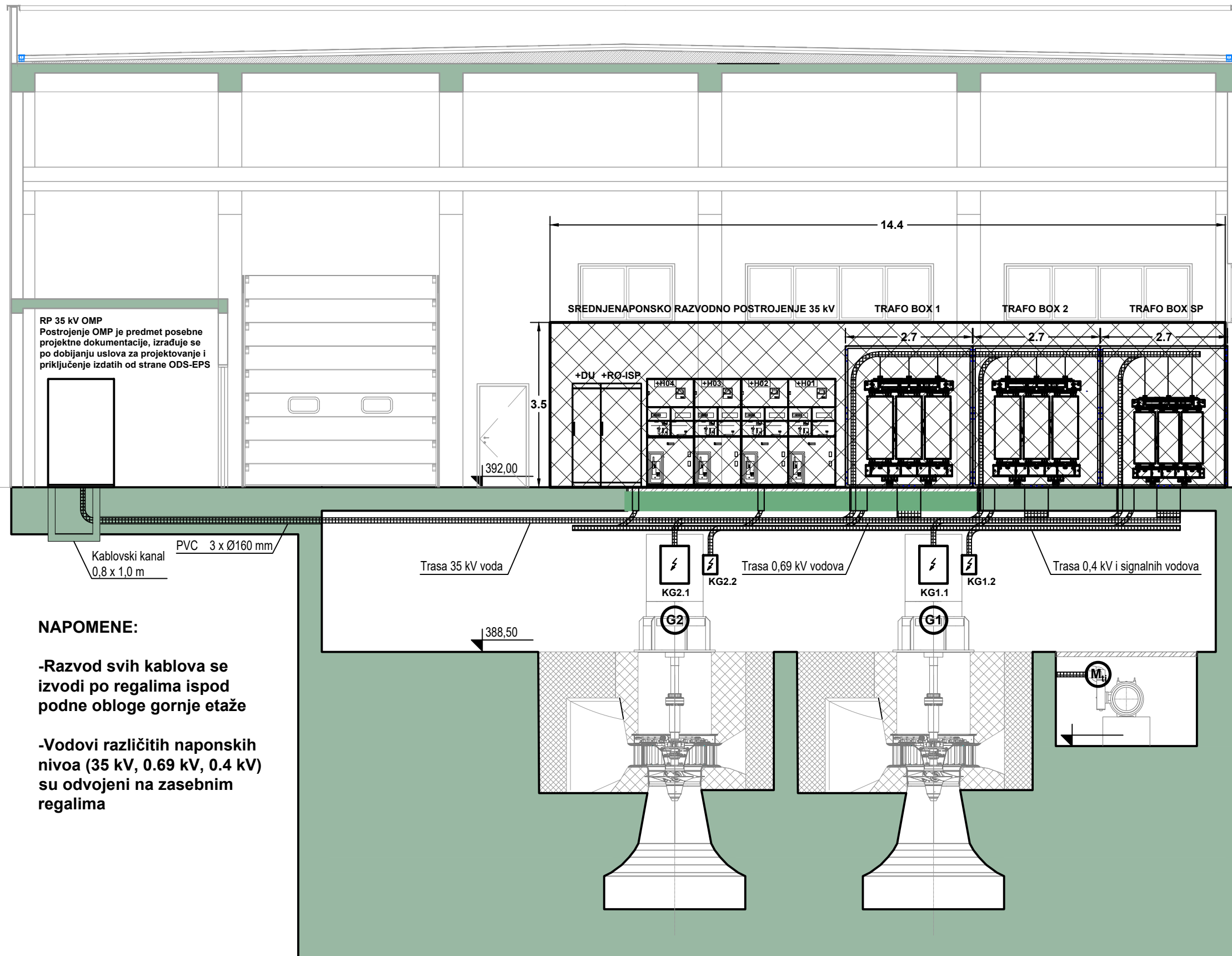


ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el
ODOBRILO:	Milan Spasović, dipl.ing.el



DATUM:	APRIL 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak	OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"	VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	(IDR) IDEJNO REŠENJE
RAZMERA:		NAZIV CRTEŽA:	MAŠINSKA ZGRADA Dispozicija opreme na koti 388,50 - varijanta 1	ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA:	NOVA GRADNJA	OZNAKA I NAZIV DELA PROJEKTA:	SVESKA 4 - Elektro oprema elektrane
				BROJ CRTEŽA:	04	BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR.E.21.038
						BROJ LISTOVA:	02/06

# PODUŽNI PRESEK MAŠINSKE ZGRADE A-A



## NAPOMENE:

-Razvod svih kablova se izvodi po regalima ispod podne obloge gornje etaže

-Vodovi različitih naponskih nivoa (35 kV, 0.69 kV, 0.4 kV) su odvojeni na zasebnim regalima



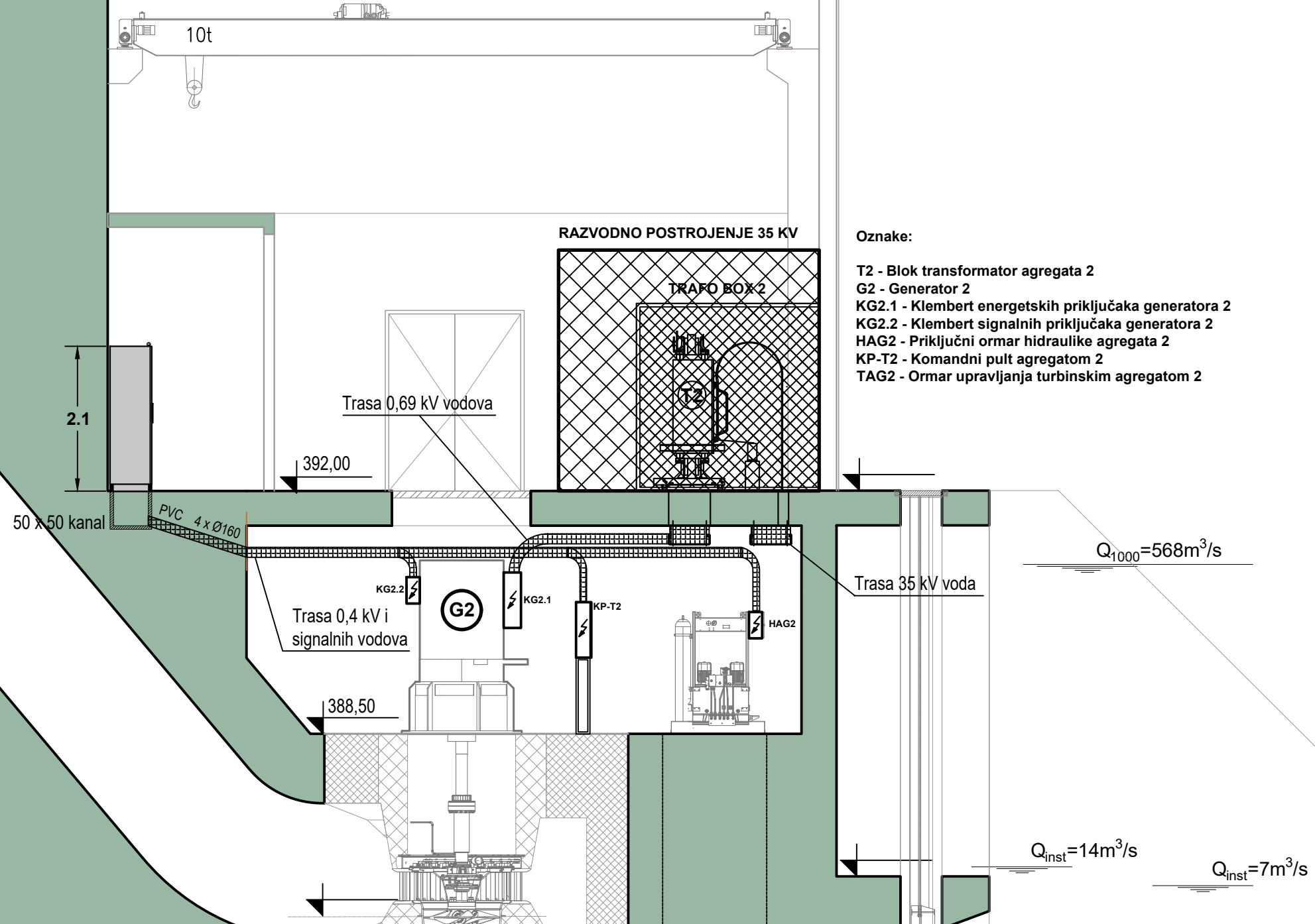
ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el
ODOBRIO:	Milan Spasović, dipl.ing.el



DATUM:	APRIL 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak	OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"	VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	(IDR) IDEJNO REŠENJE
RAZMERA:		NAZIV CRTEŽA:	MAŠINSKA ZGRADA Dispozicija opreme - podužni presek A-A - varijanta 1	ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA:	NOVA GRADNJA	OZNAKA I NAZIV DELA PROJEKTA:	SVESKA 4 - Elektro oprema elektrane
				BROJ CRTEŽA:	04	NOVA GRADNJA	
				BROJ LISTOVA:	03/06	IDR.E.21.038	



# POPREČNI PRESEK MAŠINSKE ZGRADE B-B



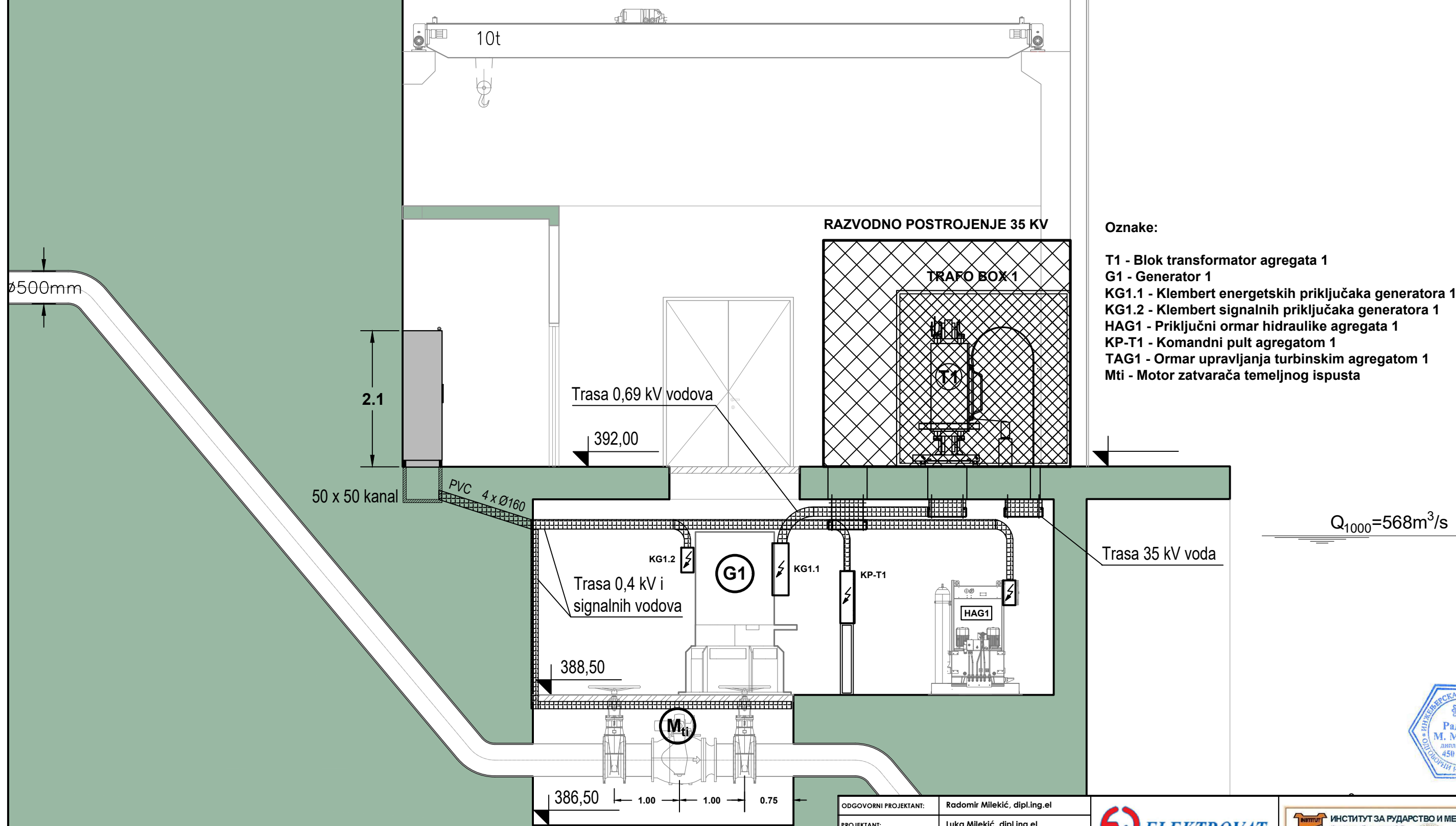
Oznake:

- T2 - Blok transformator agregata 2
- G2 - Generator 2
- KG2.1 - Klember energetskih priključaka generatora 2
- KG2.2 - Klember signalnih priključaka generatora 2
- HAG2 - Priključni ormar hidraulike agregata 2
- KP-T2 - Komandni pult agregatom 2
- TAG2 - Ormar upravljanja turbinskim agregatom 2



ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el	 Šumatovačka 124/6, 11 000 Beograd	 ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОП Зелени булевар 35, 19210 Бор, Србија	
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el		VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	(IDR) IDEJNO REŠENJE
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el		OZNAKA I NAZIV DELA PROJEKTA:	SVESKA 4 - Elektro oprema elektrane
ODOBRILO:	Milan Spasović, dipl.ing.el		ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA:	NOVA GRADNJA BROJ CRTEŽA: 04
DATUM:	April 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak	BROJ LISTOVA: 04/06
RAZMERA:		OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"	IDR.E.21.038
		NAZIV CRTEŽA:	MAŠINSKA ZGRADA Dispozicija opreme - presek B-B - varijanta 1	

# POPREČNI PRESEK MAŠINSKE ZGRADE C-C



Oznake:

- T1 - Blok transformator agregata 1
- G1 - Generator 1
- KG1.1 - Klember energetskih priključaka generatora 1
- KG1.2 - Klember signalnih priključaka generatora 1
- HAG1 - Priključni ormar hidraulike agregata 1
- KP-T1 - Komandni pult agregatom 1
- TAG1 - Ormar upravljanja turbinskim agregatom 1
- Mti - Motor zatvarača temeljnog ispusta

$$Q_{1000} = 568 \text{ m}^3/\text{s}$$

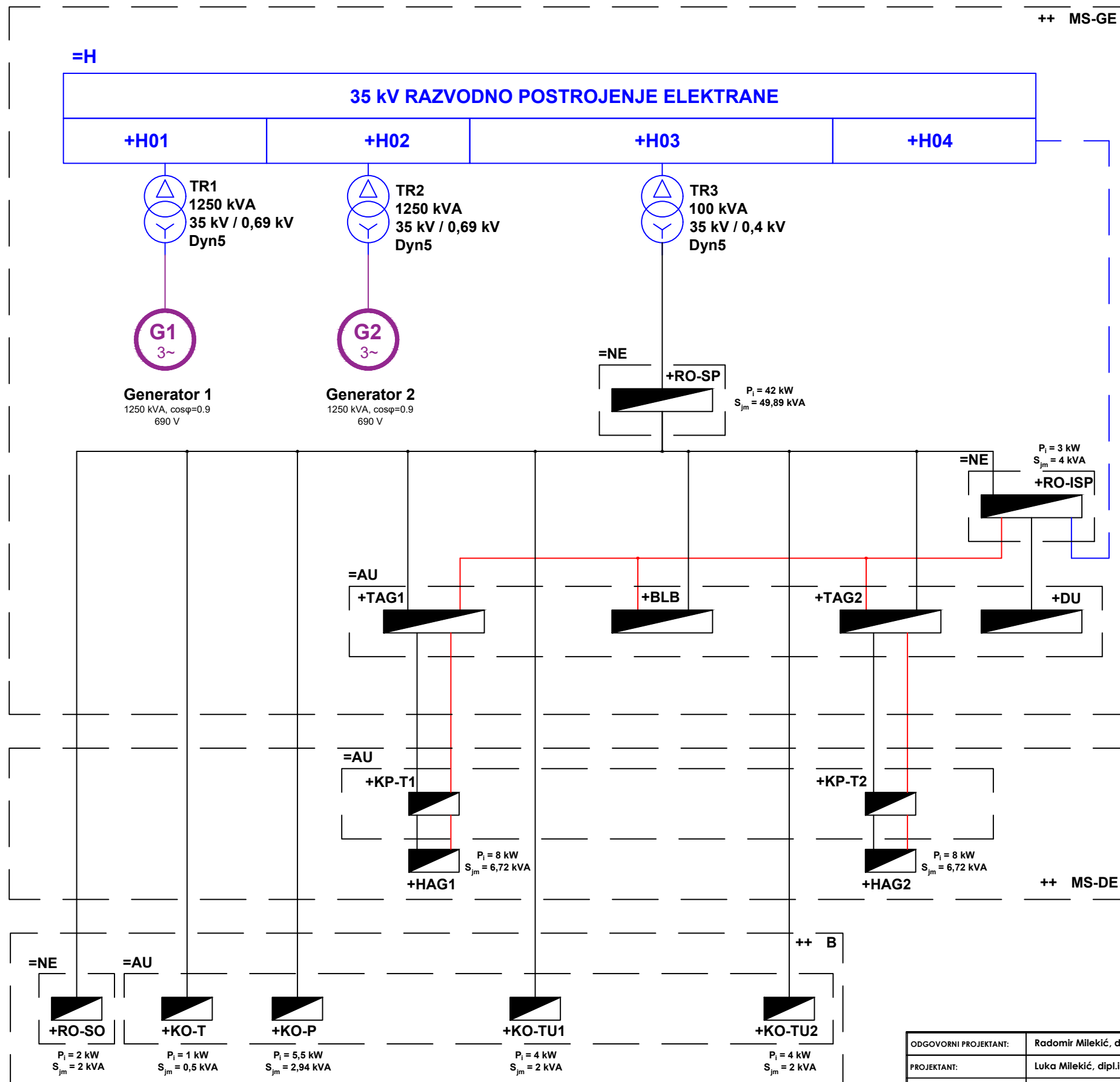


ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el
ODOBRIO:	Milan Spasović, dipl.ing.el



DATUM:	APRIL 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak	OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"	VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	(IDR) IDEJNO REŠENJE
RAZMERA:		NAZIV CRTEŽA:	MAŠINSKA ZGRADA Dispozicija opreme - presek C-C - varijanta 1			OZNAKA I NAZIV DELA PROJEKTA:	SVESKA 4 - Elektro oprema elektrane
						ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA:	NOVA GRADNJA BROJ CRTEŽA: 04
						BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR.E.21.038 BROJ LISTOVA: 05/06





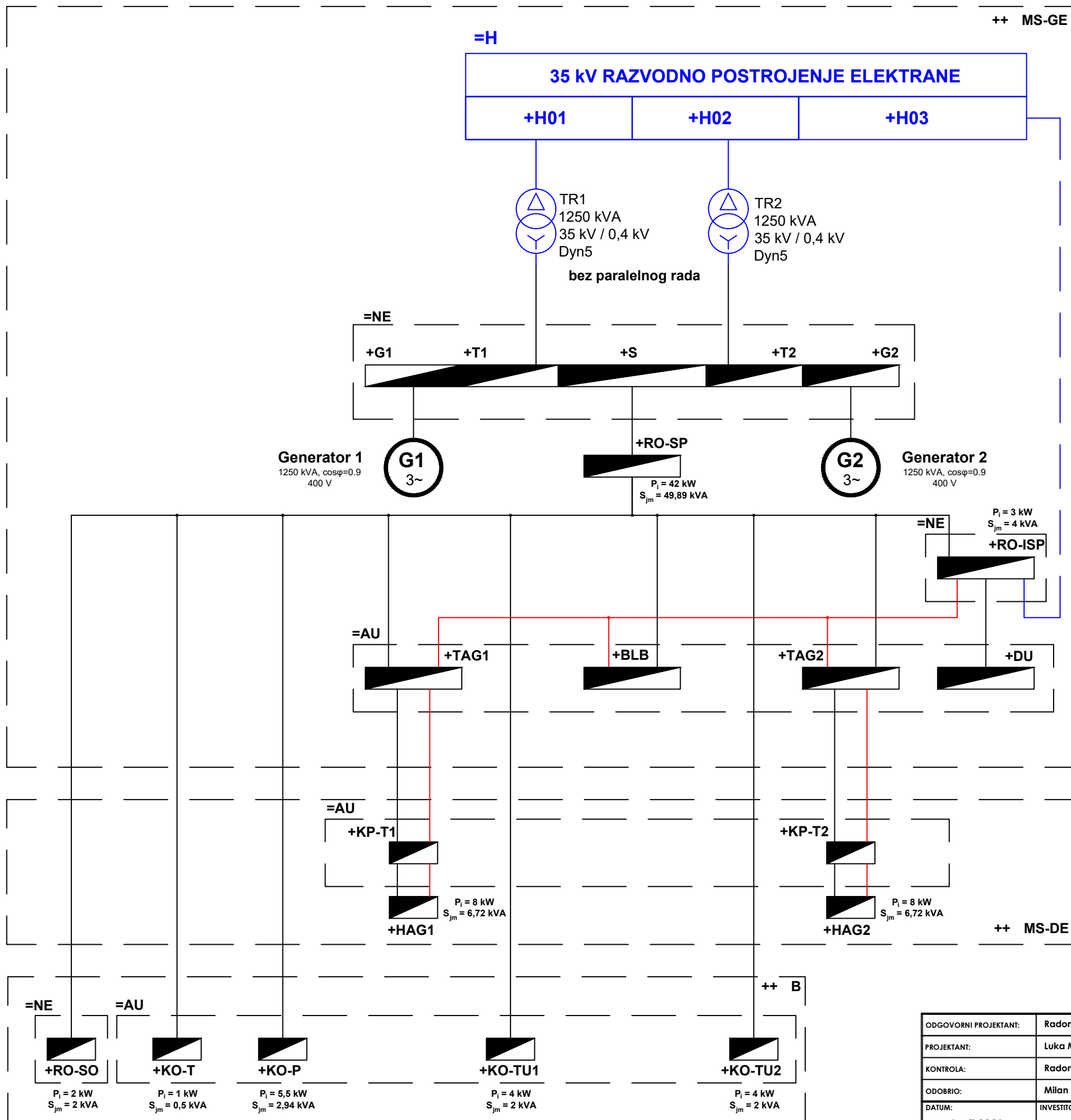
- 35 kV
- - 110 VDC
- 0,69 kV
- 0,4 kV
- 24 VDC

- = Funkcija**
- = H - Razvodno postrojenje 35 kV
- = NE - Niskonaponski razvod 0,4 kV
- = AU - Automatika
- ++ Lokacija**
- ++ MS-GE - Mašinska sala gornje etaže
- ++ MS-DE - Mašinska sala donje etaže
- ++ B - Brana
- + Razvodni / Komandni ormar**
- + RO-SP Razvodni ormar sopstvene potrošnje
- + RO-ISP Razvodni ormar ispravljača 230/110VDC i 110/24VDC
- + DU Ormar daljinskog upravljanja postrojenjem
- + TAG1 Ormar upravljanja turbinskim agregatom 1
- + TAG2 Ormar upravljanja turbinskim agregatom 2
- + BLB Ormar upravljanja elektranom
- + HAG Ormar upravljanja hidrauličkim agregatom
- + KP-T1 Komandni pult turbine 1
- + KP-T2 Komandni pult turbine 2
- + KO-TU1 Komandni ormar tablaste ustave 1
- + KO-TU2 Komandni ormar tablaste ustave 2
- + KO-P Komandni ormar podstanice za upravljanje zatvaračima preliva
- + KO-T Komandni ormar za upravljanje zatvaračem optočnog tunela
- + RO-SO Razvodni ormar spoljašnjeg osvetljenja i video nadzora



ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el	 Šumatovačka 124/6, 11 000 Beograd	 ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОП Зелени булевар 35, 19210 Бор, Србија
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el		
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el		
ODOBRIO:	Milan Spasović, dipl.ing.el		
DATUM:	April 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak
		OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"
RAZMERA:		NAZIV CRTEŽA:	BLOK DIJAGRAM NAPAJANJA - VARIJANTA 1
		VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	(IDR) IDEJNO REŠENJE
		OZNAKA I NAZIV DELA PROJEKTA:	SVESKA 4 - Elektro oprema elektrane
		ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA:	NOVA GRADNJA
		BROJ CRTEŽA:	05
		BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR.E.21.038
		BROJ LISTOVA:	01/02





- 35 kV
- 110 VDC
- 0,69 kV
- 0,4 kV
- 24 VDC

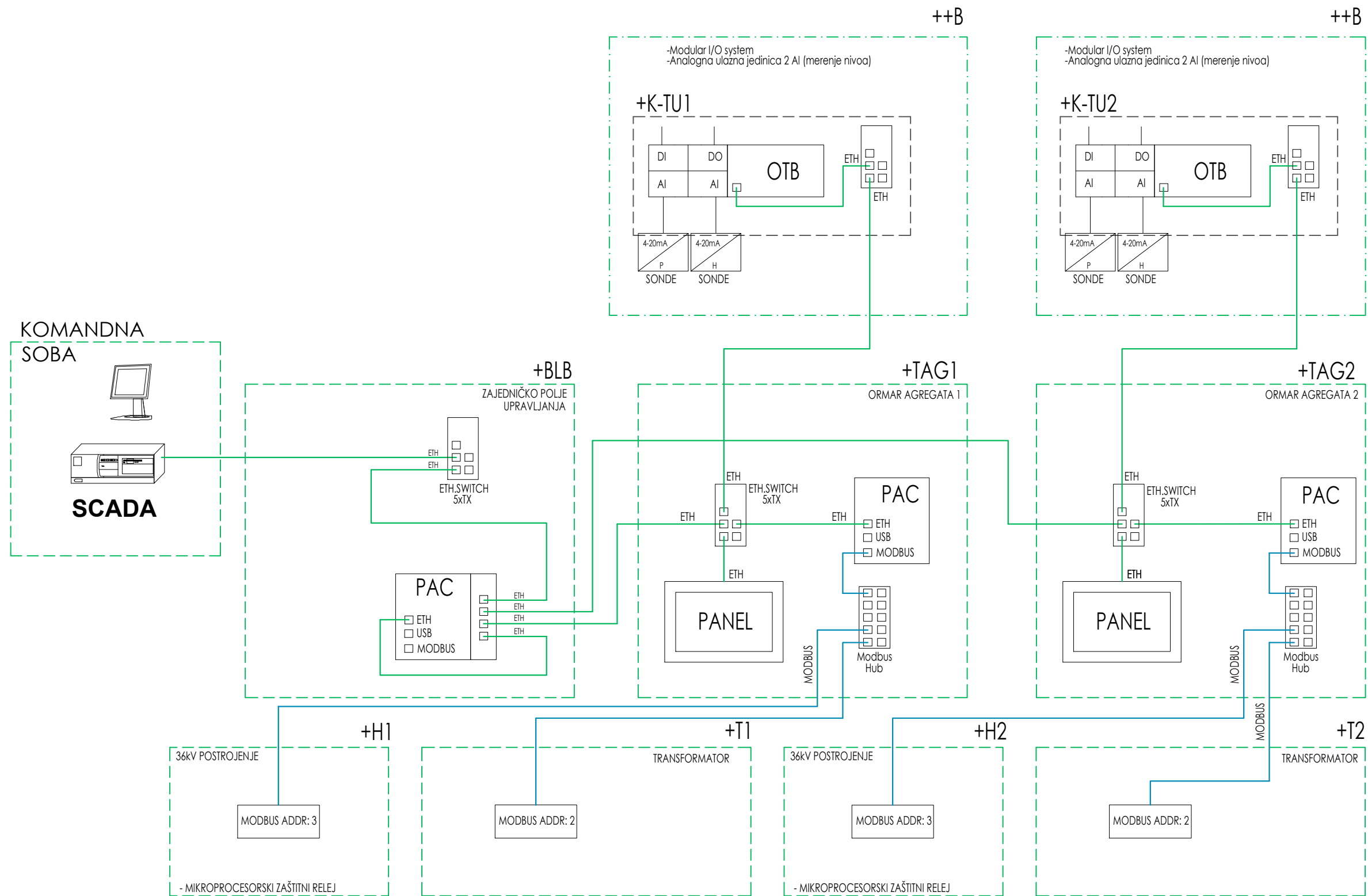
**= Funkcija**

- = H - Razvodno postrojenje 35 kV
- = NE - Niskonaponski razvod 0,4 kV
- = AU - Automatika
- ++ Lokacija**
- ++ MS-GE - Mašinska sala gornje etaže
- ++ MS-DE - Mašinska sala donje etaže
- ++ B - Brana
- + Razvodni / Komandni ormar**
- + RO-SP Razvodni ormar sopstvene potrošnje
- + RO-ISP Razvodni ormar ispravljača 230/110VDC i 110/24VDC
- + DU Ormar daljinskog upravljanja postrojenjem
- + TAG1 Ormar upravljanja turbinskim agregatom 1
- + TAG2 Ormar upravljanja turbinskim agregatom 2
- + BLB Ormar upravljanja elektranom
- + HAG Ormar upravljanja hidrauličkim agregatom
- + KP-T1 Komandni pult turbine 1
- + KP-T2 Komandni pult turbine 2
- + KO-TU1 Komandni ormar tablaste ustave 1
- + KO-TU2 Komandni ormar tablaste ustave 2
- + KO-P Komandni ormar podstanice za upravljanje zatvaračima preliva
- + KO-T Komandni ormar za upravljanje zatvaračem optičnog tunela
- + RO-SO Razvodni ormar spoljašnjeg osvetljenja i video nadzora



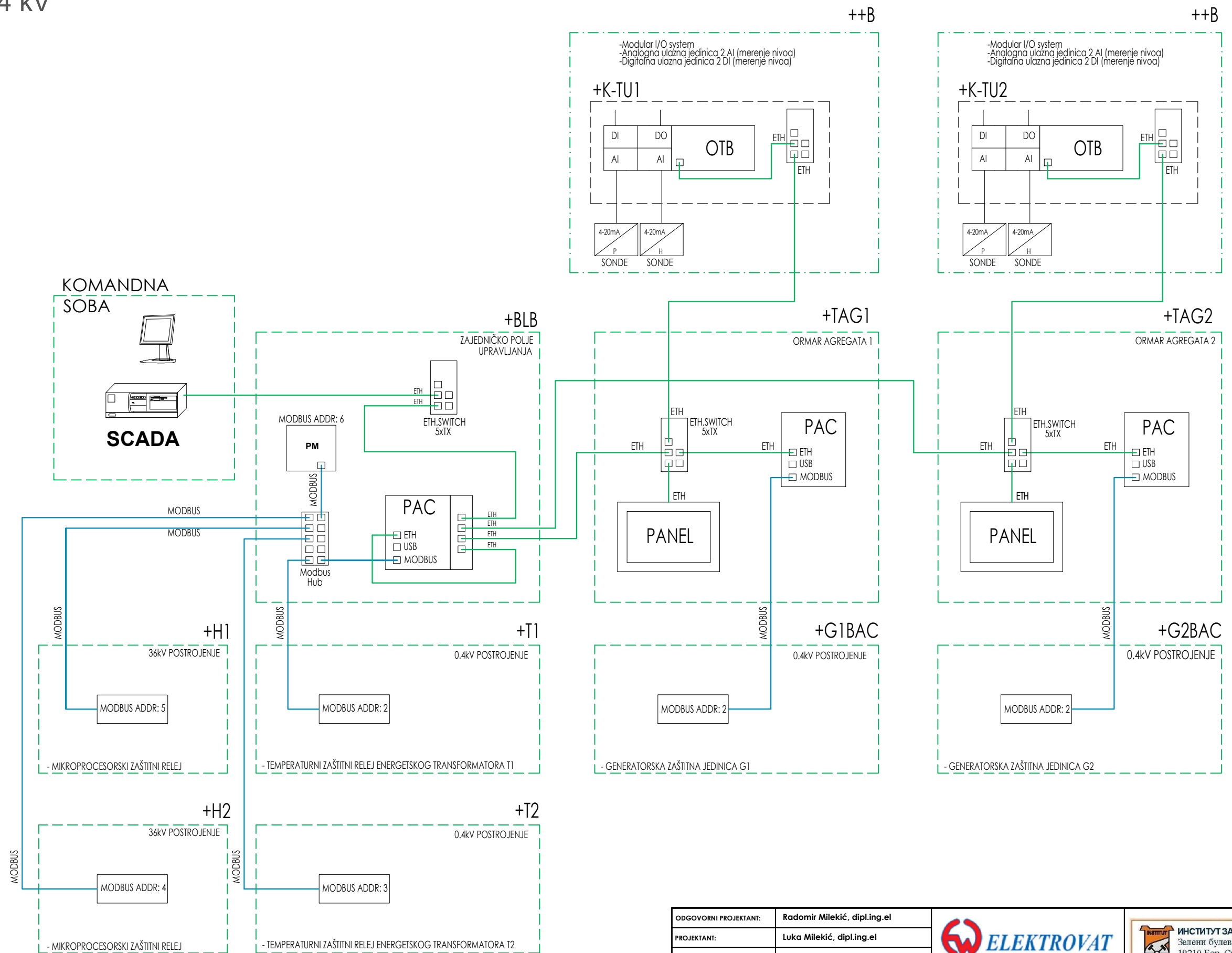
ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el	 Šumatovačka 124/6, 11 000 Beograd	 ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР Зелени булевар 35, 19210 Бор, Србија				
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el						
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el						
ODOBRILO:	Milan Spasović, dipl.ing.el						
DATUM:	April 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak	OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"	VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	(IDR) IDEJNO REŠENJE
RAZMERA:		NAZIV CRTEŽA:	BLOK DIJAGRAM NAPAJANJA - VARIJANTA 2	ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA:	NOVA GRADNJA	OZNAKA I NAZIV DELA PROJEKTA:	SVESKA 4 - Elektro oprema elektrane
				BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR.E.21.038	BROJ CRTEŽA:	05
						BROJ LISTOVA:	02/02

# Blok šema komunikacije na mašinskoj zgradi MHE "Gradina"



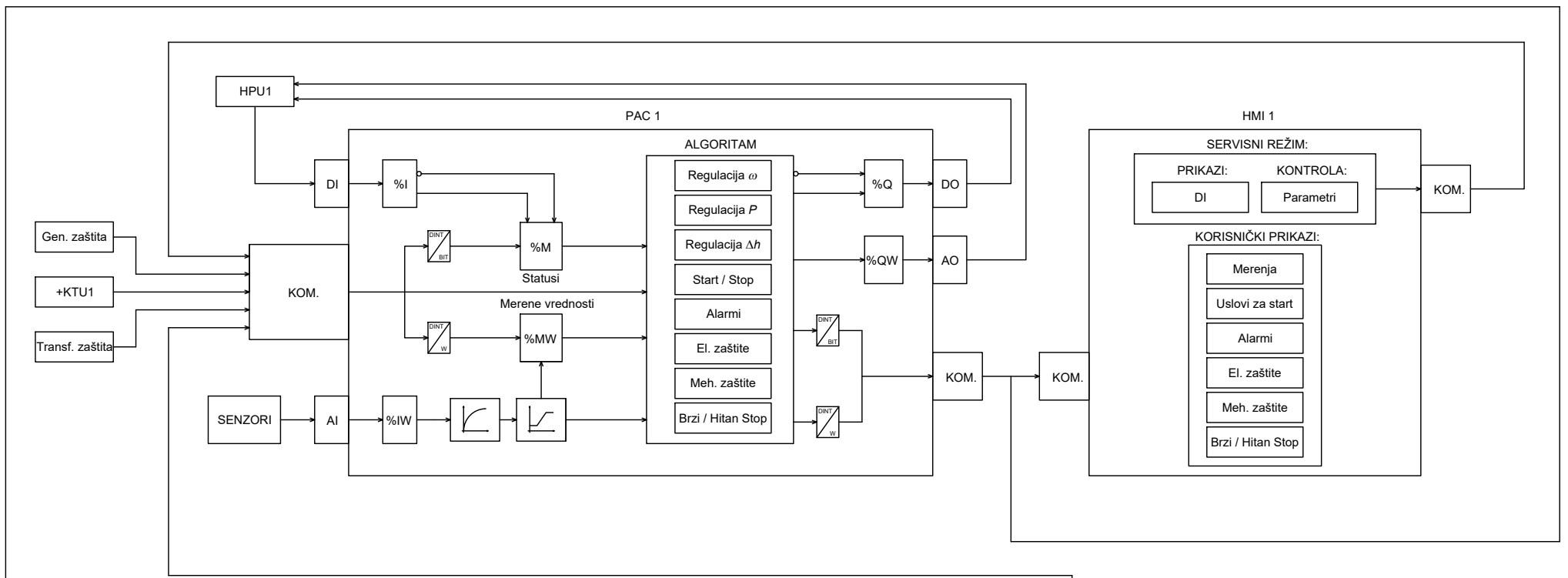
ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el	 Šumatovačka 124/6, 11 000 Beograd	ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР Зелени булевар 35, 19210 Бор, Србија						
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el								
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el								
ODOBRIO:	Milan Spasović, dipl.ing.el								
DATUM:	April 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak	OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"	VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	(IDR) IDEJNO REŠENJE		
RAZMERA:		NAZIV CRTEŽA:	BLOK ŠEMA KOMUNIKACIJE - VARIJANTA 1	ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA:	NOVA GRADNJA	OZNAKA I NAZIV DELA PROJEKTA:	SVESKA 4 - Elektro oprema elektrane		
						BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR.E.21.038	BROJ CRTEŽA:	06
								BROJ LISTOVA:	01/02

# Blok šema komunikacije na mašinskoj zgradi MHE "Studenica S-4" konceptcija 0,4 kV

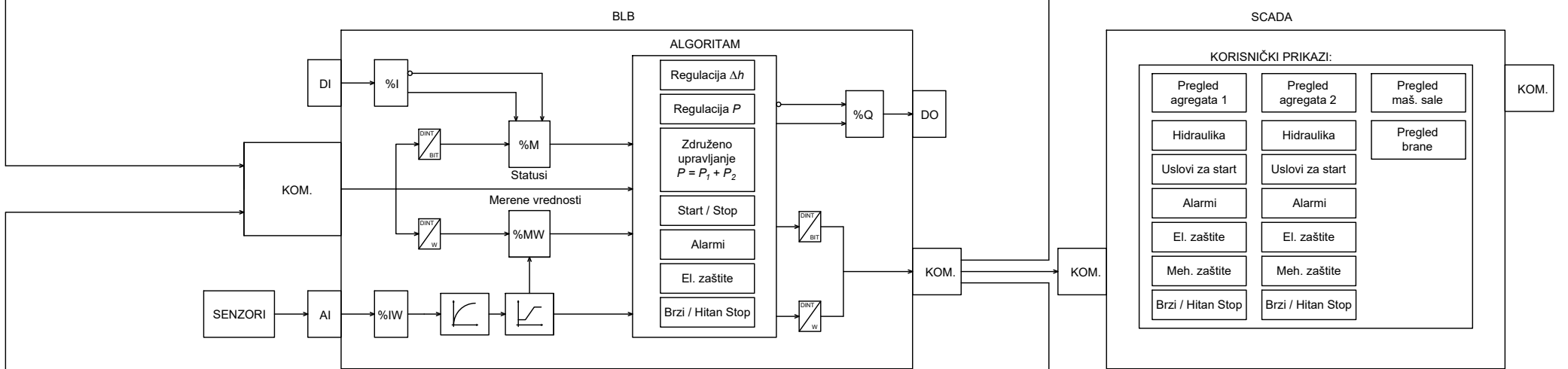


ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el	 Šumatovačka 124/6, 11 000 Beograd	 ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР Зелени булевар 35, 19210 Бор, Србија				
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el						
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el						
ODOBRILO:	Milan Spasović, dipl.ing.el						
DATUM:	April 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak	OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"	VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	(IDR) IDEJNO REŠENJE
RAZMERA:		NAZIV CRTEŽA:	BLOK DIJAGRAM NAPAJANJA - VARIJANTA 2	ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA:	NOVA GRADNJA	OZNAKA I NAZIV DELA PROJEKTA:	SVESKA 4 - Elektro oprema elektrane
				BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR.E.21.038	BROJ CRTEŽA:	06
						BROJ LISTOVA:	02/02

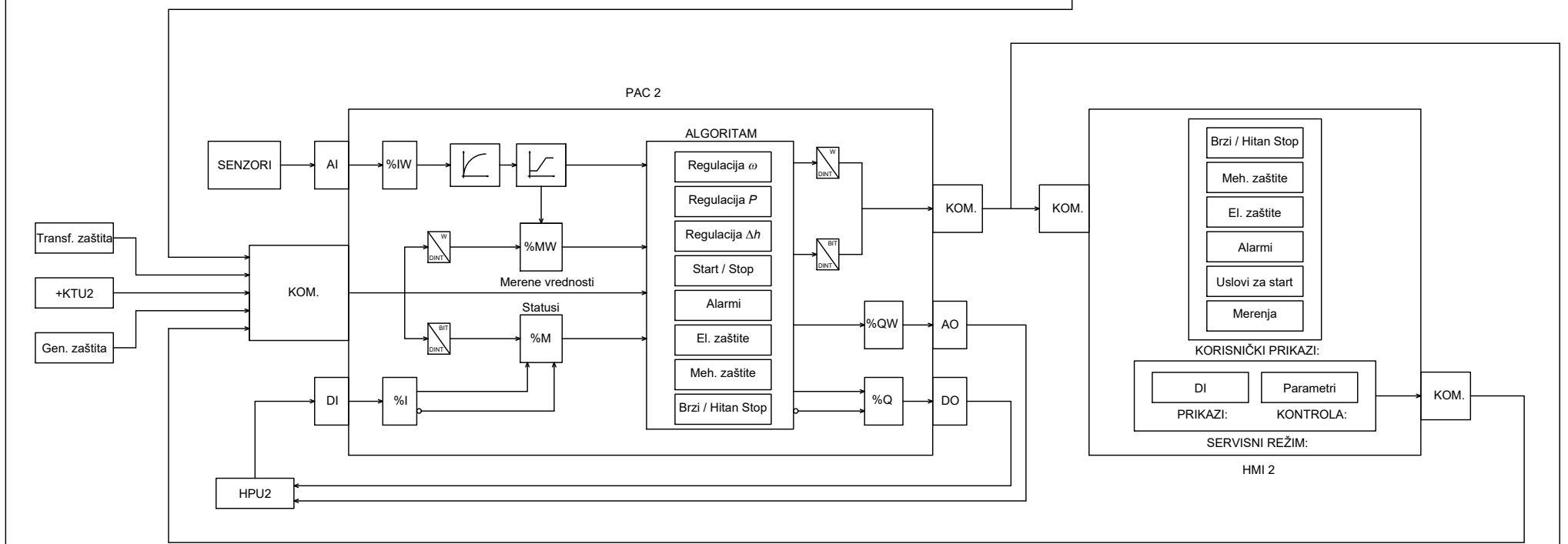
AGREGAT 1



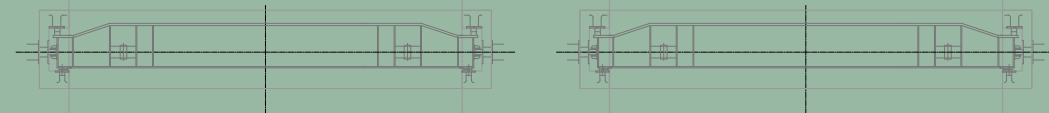
BLB



AGREGAT 2



ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el	 Šumatovačka 124/6, 11 000 Beograd	 ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР Зелени булевар 35, 19210 Бор, Србија	(IDR) IDEJNO REŠENJE	
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el				
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el				
ODOBRILO:	Milan Spasović, dipl.ing.el				
DATUM:	April 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak	OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"
RAZMERA:		NAZIV CRTEŽA:	BLOK ŠEMA UPRAVLJANJA		
VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:			(IDR) IDEJNO REŠENJE		
OZNAKA I NAZIV DELA PROJEKTA:			SVESKA 4 - Elektro oprema elektrane		
ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA:			NOVA GRADNJA	BROJ CRTEŽA:	07
BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:			IDR.E.21.038	BROJ LISTOVA:	01/01



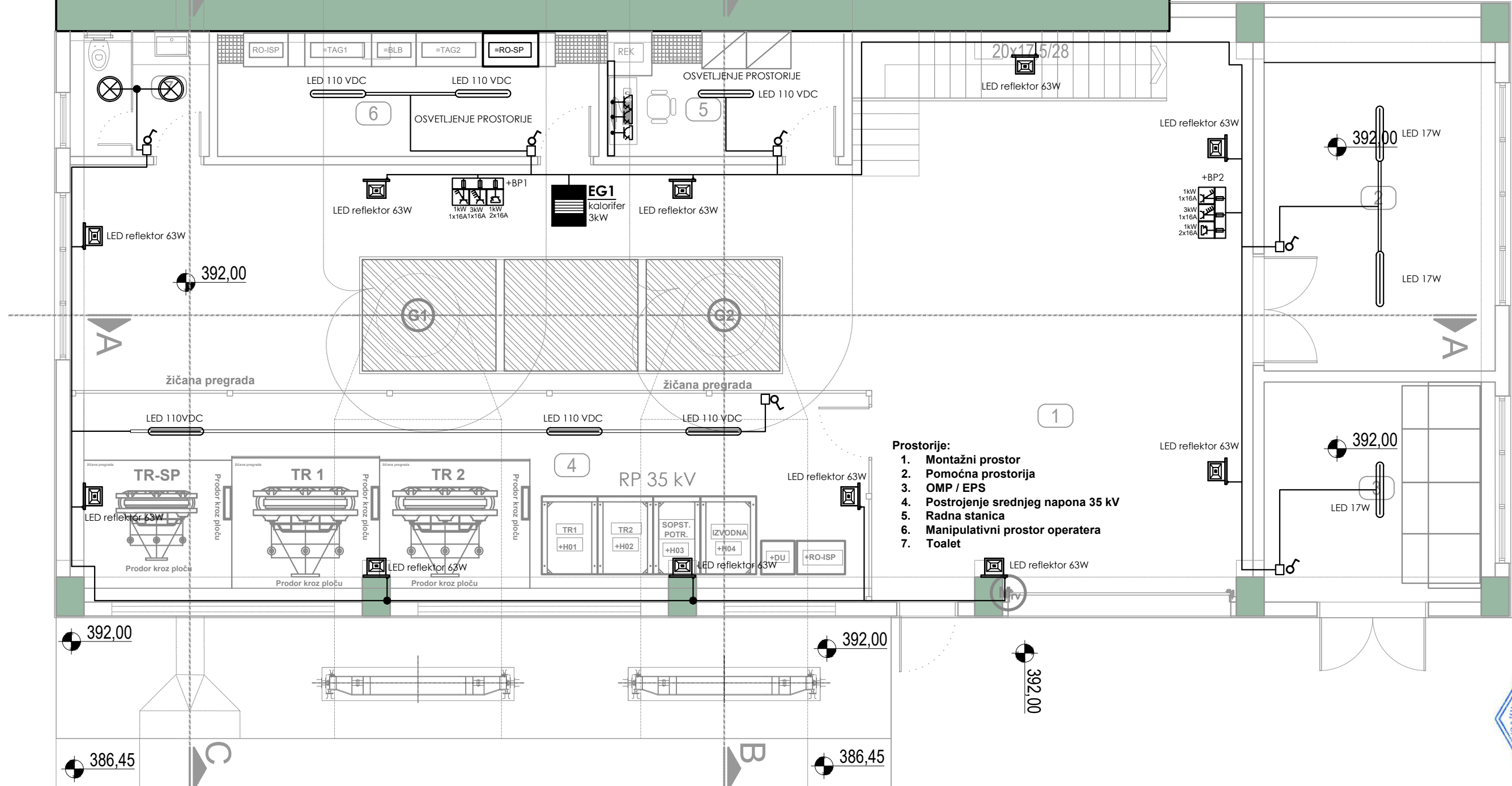
OSNOVA MAŠINSKE ZGRADE NA KOTI 392,00mm

406,00

Legenda električnih instalacija:

- Parapetni razvod
- Baterija serijskih priključnica
- Jednopolna OG sklopka
- LED reflektor
- LED svetiljka (230 ili 110 VDC)

- Oznake:
- =G1 - Generator 1
  - =G2 - Generator 2
  - =TR1 - Blok transformator 1
  - =TR2 - Blok transformator 2
  - =TR-SP - Transformator sopstvene potrošnje
  - +H01 - Transformatorska ćelija agregata 1
  - +H02 - Transformatorska ćelija agregata 2
  - +H03 - Transformatorska ćelija sopstv. potrošnje
  - +H04 - Dovodno / odvodna ćelija
  - +DU - Ormar daljinskog upravljanja
  - +RO-ISP - Ormar ispravljača 110 VDC
  - +TAG1 - Ormar upravljanja agregatom 1
  - +TAG2 - Ormar upravljanja agregatom 2
  - +BLB - Ormar upravljanja elektranom
  - +RO-SP - Ormar sopstvene potrošnje
  - +REK - Ormar telekomunikacione opreme
  - +M<sub>rv</sub> - Motor rolo vrata



- Prostorije:
1. Montažni prostor
  2. Pomoćna prostorija
  3. OMP / EPS
  4. Postrojenje srednjeg napona 35 kV
  5. Radna stanica
  6. Manipulativni prostor operatera
  7. Toalet



ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el	<p>Šumatovačka 124/6, 11 000 Beograd</p>	<p>ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОП Зелени булевар 35, 19210 Бор, Србија</p>
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el		
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el		
ODOBRILO:	Milan Spasović, dipl.ing.el		
DATUM:	April 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak
		OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"
RAZMERA:		NAZIV CRTEŽA:	MAŠINSKA ZGRADA Dispozicija opšte potrošnje na koti 392,00
		VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	(IDR) IDEJNO REŠENJE
		OZNAKA I NAZIV DELA PROJEKTA:	SVESKA 4 - Elektro oprema elektrane
		ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA:	NOVA GRADNJA
		BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR.E.21.038
		BROJ CRTEŽA:	08
		BROJ LISTOVA:	01/02



# OSNOVA MAŠINSKE ZGRADE NA KOTI 388,50mm

## Oznake

- G1 - Generator 1
- KG1.1 - Klember energetskih priključaka generatora 1
- KG1.2 - Klember signalnih priključaka generatora 1
- G2 - Generator 2
- KG2.1 - Klember energetskih priključaka generatora 2
- KG2.2 - Klember signalnih priključaka generatora 2
- M<sub>11</sub> - Motorni zatvarač temeljni ispušt
- HAG1/2 - Priključni ormar hidraulike agregata 1/2
- KP-T1/2 - Komandni pult agregatom 1/2

## Legenda električnih instalacija:

- Parapetni razvod
- Baterija serijskih priključnica
- Jednopolna OG sklopka
- LED reflektor
- LED svetiljka

## Napomene:

Ka Objektu Mesta Priključenja (OMP) je predviđena trasa priključnog 35 kV voda koji povezuje postrojenja elektrane i OMP-a.

Kabl se vodi do kablovskog kanala ispod razvodnog postrojenja 35 kV.

Dimenzije kablovskog kanala su Š x D (0,8m x 1m)

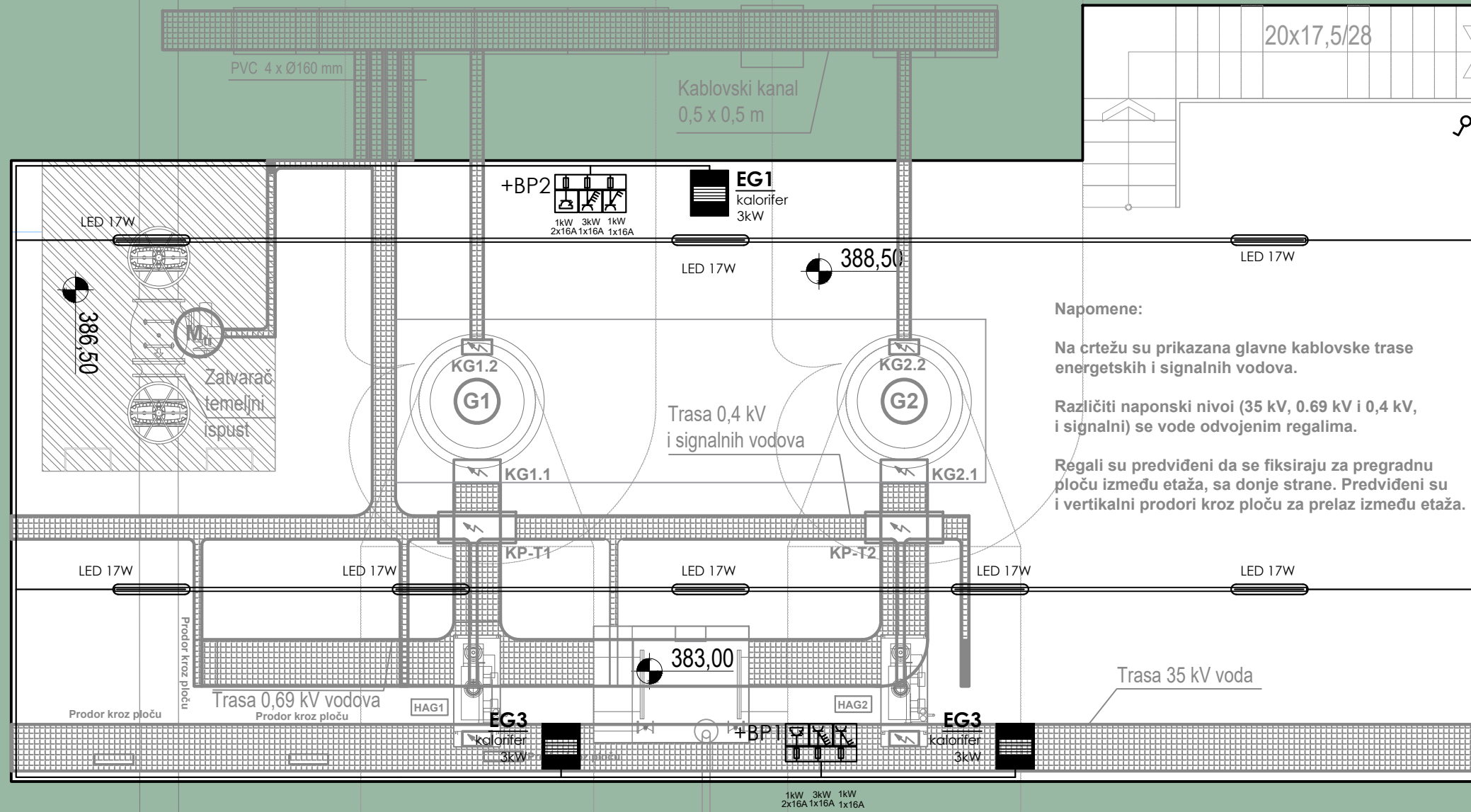
Postrojenje OMP je predmet posebne projektne dokumentacije, izrađuje se po dobijanju uslova za projektovanje i priključenje izdatih od strane ODS-EPS

## Napomene:

Na crtežu su prikazana glavne kablovske trase energetskih i signalnih vodova.

Različiti naponski nivoi (35 kV, 0,69 kV i 0,4 kV, i signalni) se vode odvojenim regalima.

Regali su predviđeni da se fiksiraju za pregradnu ploču između etaža, sa donje strane. Predviđeni su i vertikalni prodori kroz ploču za prelaz između etaža.



ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el
ODOBRILO:	Milan Spasović, dipl.ing.el



DATUM:	APRIL 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak	OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"	VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	(IDR) IDEJNO REŠENJE
RAZMERA:		NAZIV CRTEŽA:	MAŠINSKA ZGRADA Dispozicija opšte potrošnje na koti 388,50	ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA:	NOVA GRAĐNJA	OZNAKA I NAZIV DELA PROJEKTA:	SVESKA 4 - Elektro oprema elektrane
				BROJ CRTEŽA:	08	BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR.E.21.038
						BROJ LISTOVA:	02/02

OSNOVA MAŠINSKE ZGRADE NA KOTI 392,00mm

406,00

20x17,5/28

Kabloski kanal  
0,5 x 0,5 m

392,00

392,00

392,00

392,00

392,00

392,00

392,00

386,45

386,45

- Traka Fe/Zn 30 x 5 mm u temelju objekta
- Sabirni vod izveden trakom Fe/Zn 25 x 4 mm po zidu na distancerima unutar mašinske hale i duž kablovskih kanala.
- Ukrsni komad Fe/Zn za spoj traka - traka
- Prespoj za uzemljenje pojedinih metalnih delova opreme i konstrukcije (traka Fe/Zn 20 x 3 mm ili P/F min 6 mm<sup>2</sup>)
- Prespoj između etažnih delova uzemljivača  
Strelica dole - levo --- ka etaži ispod  
Strelica gore - desno --- ka etaži iznad

Oznake:

- =G1 - Generator 1
- =G2 - Generator 2
- =TR1 - Blok transformator 1
- =TR2 - Blok transformator 2
- =TR-SP - Transformator sopstvene potrošnje
- +H01 - Transformatorska ćelija agregata 1
- +H02 - Transformatorska ćelija agregata 2
- +H03 - Transformatorska ćelija sopstv. potrošnje
- +H04 - Dovodno / odvodna ćelija
- +DU - Ormar daljinskog upravljanja
- +RO-ISP - Ormar ispravljača 110 VDC
- +TAG1 - Ormar upravljanja agregatom 1
- +TAG2 - Ormar upravljanja agregatom 2
- +BLB - Ormar upravljanja elektranom
- +RO-SP - Ormar sopstvene potrošnje
- +REK - Ormar telekomunikacione opreme

Prostorije:

1. Montažni prostor
2. Pomoćna prostorija
3. OMP / EPS
4. Postrojenje srednjeg napona 35 kV
5. Radna stanica
6. Manipulativni prostor operatera
7. Toalet



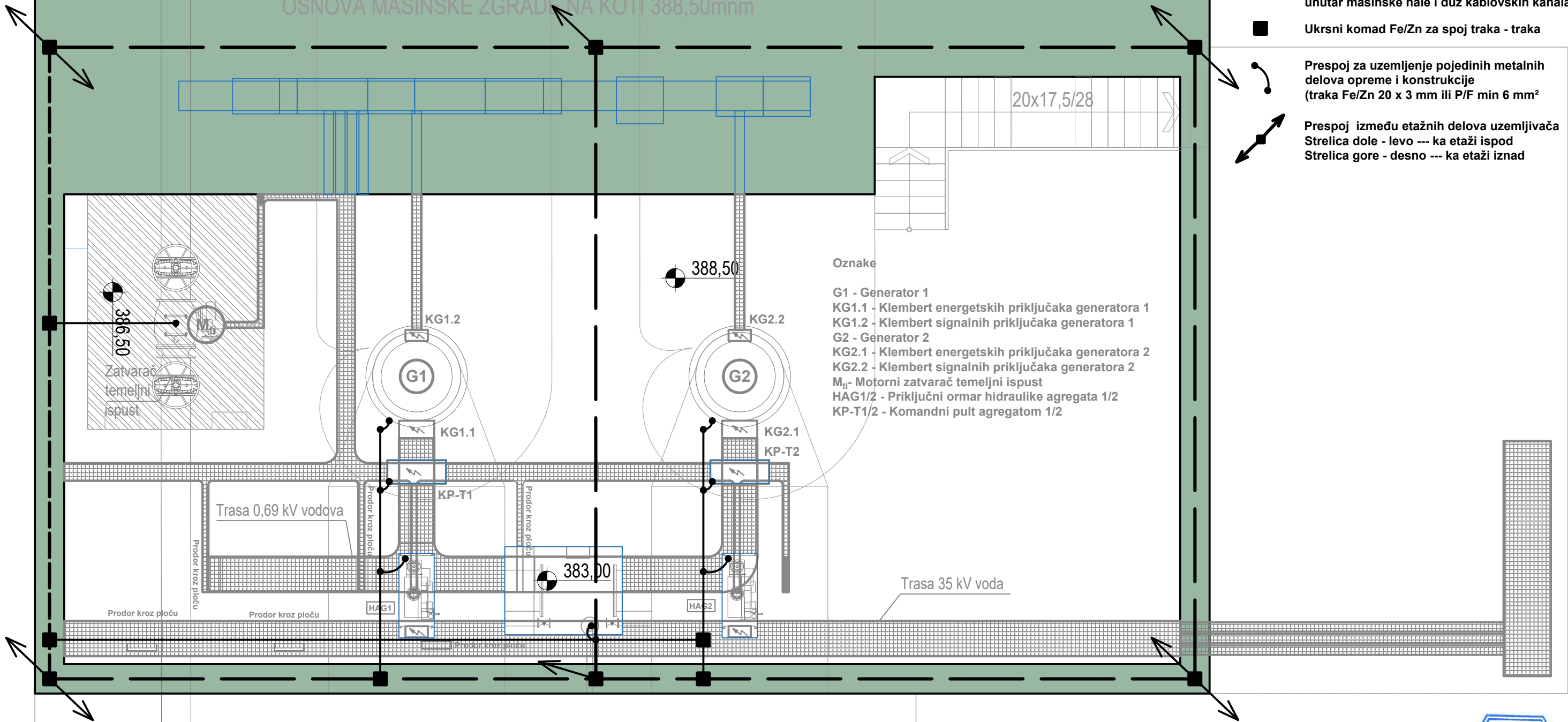
ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el
ODOBRIO:	Milan Spasović, dipl.ing.el



DATUM:	APRIL 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak	OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"	VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	(IDR) IDEJNO REŠENJE
RAZMERA:		NAZIV CRTEŽA:	MAŠINSKA ZGRADA Uzemljivač i izjednačenje potencijala na koti 392,00	ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA:	NOVA GRADNJA	OZNAKA I NAZIV DELA PROJEKTA:	SVESKA 4 - Elektro oprema elektrane
				BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR.E.21.038	BROJ CRTEŽA:	09
						BROJ LISTOVA:	01/05

OSNOVA MAŠINSKE ZGRADE NA KOTI 388,50mm

- Traka Fe/Zn 30 x 5 mm u temelju objekta
- Sabirni vod izveden trakom Fe/Zn 25 x 4 mm po zidu na distancerima unutar mašinske hale i duž kablovskih kanala.
- Ukrsni komad Fe/Zn za spoj traka - traka
- Prespoj za uzemljenje pojedinih metalnih delova opreme i konstrukcije (traka Fe/Zn 20 x 3 mm ili P/F min 6 mm<sup>2</sup>)
- ↔ Prespoj između etažnih delova uzemljiča  
 Strelica dole - levo --- ka etaži ispod  
 Strelica gore - desno --- ka etaži iznad



Oznake

- G1 - Generator 1
- KG1.1 - Klember energetskih priključaka generatora 1
- KG1.2 - Klember signalnih priključaka generatora 1
- G2 - Generator 2
- KG2.1 - Klember energetskih priključaka generatora 2
- KG2.2 - Klember signalnih priključaka generatora 2
- M<sub>1</sub> - Motorni zatvarač temeljni ispus
- HAG1/2 - Priključni ormar hidraulike agregata 1/2
- KP-T1/2 - Komandni pult agregatom 1/2



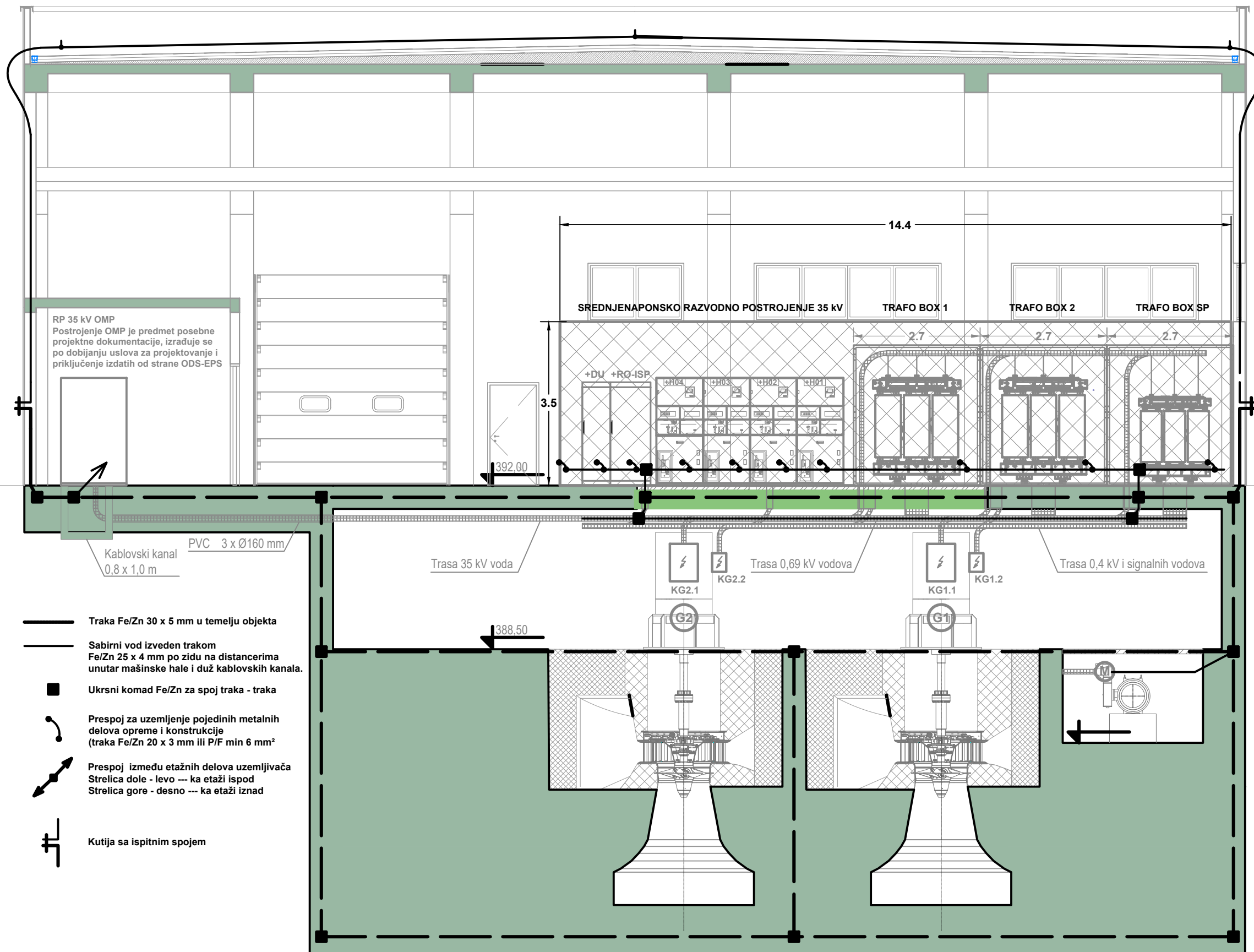
ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el
ODOBRIO:	Milan Spasović, dipl.ing.el



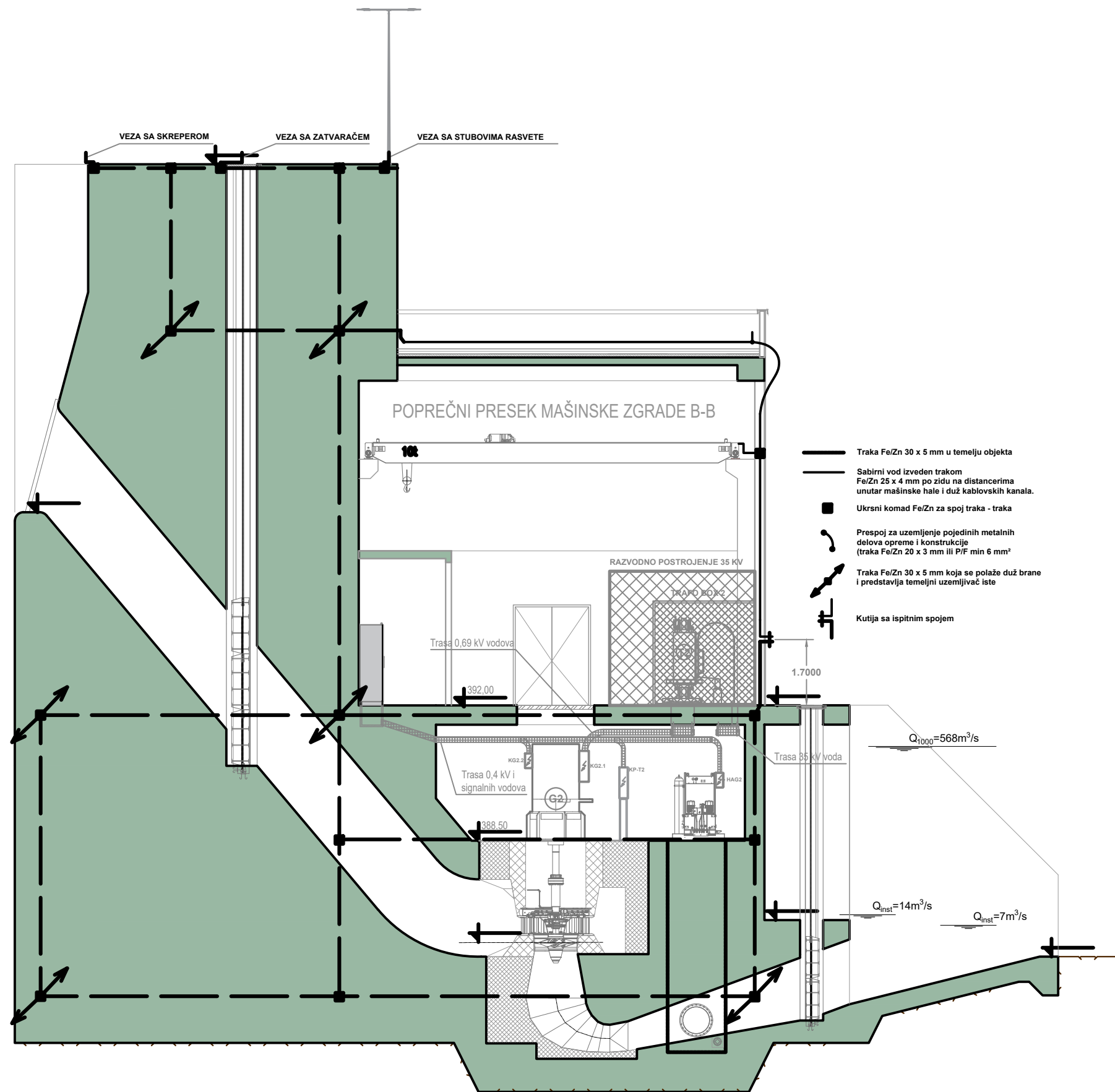
DATUM:	APRIL 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak	OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"	VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	(IDR) IDEJNO REŠENJE
RAZMERA:		NAZIV CRTEŽA:	MAŠINSKA ZGRADA Uzemljič i izjednačenje potencijala na koti 388,50	ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA:	NOVA GRADNJA	OZNAKA I NAZIV DELA PROJEKTA:	SVESKA 4 - Elektro oprema elektrane
				BROJ CRTEŽA:	09	BROJ LISTOVA:	02/05



# PODUŽNI PRESEK MAŠINSKE ZGRADE A-A



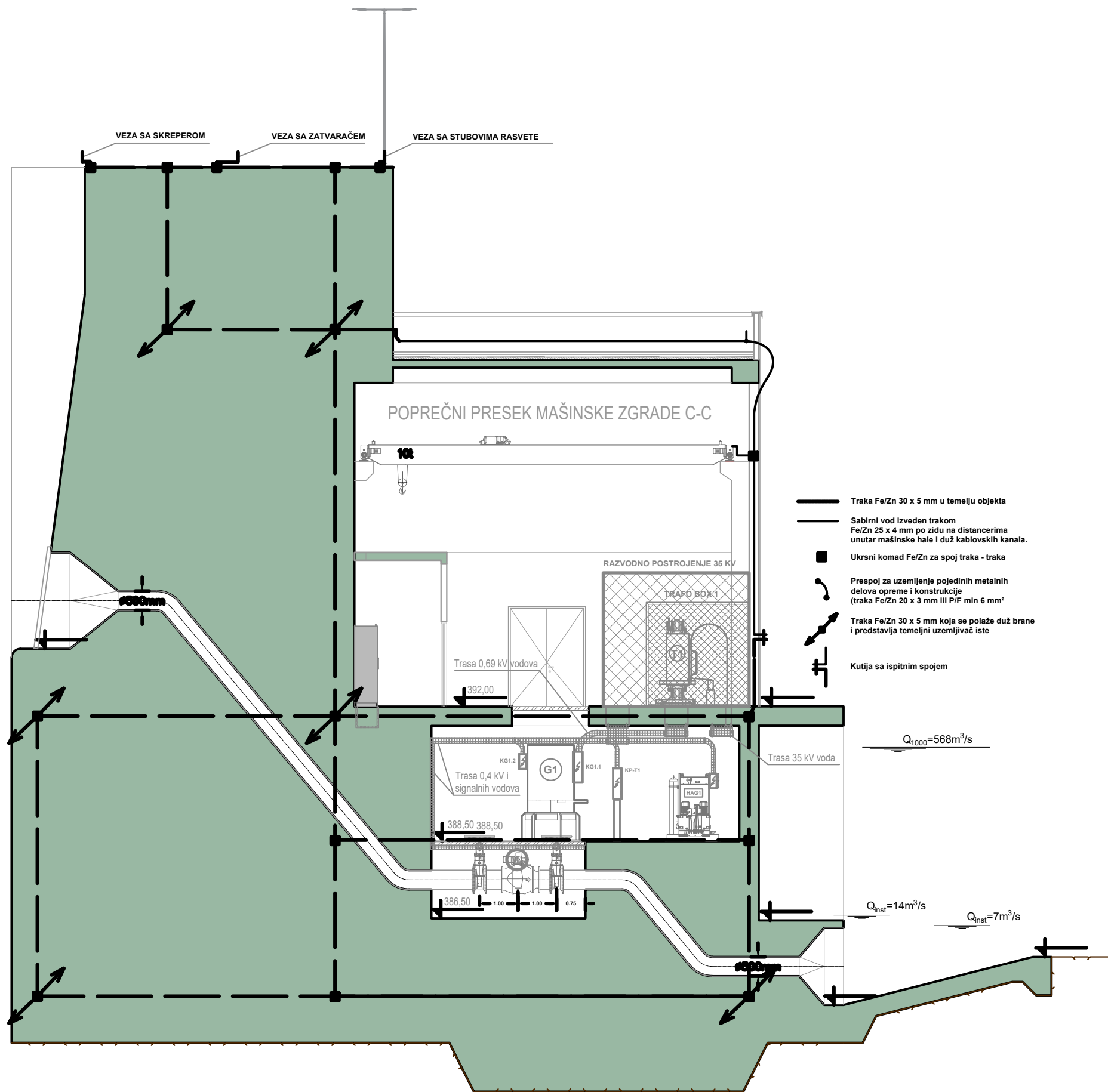
ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el	 Šumatovačka 124/6, 11 000 Beograd	 INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOP Зелени булевар 35, 19210 Бор, Србија	
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el		VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	(IDR) IDEJNO REŠENJE
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el		OZNAKA I NAZIV DELA PROJEKTA:	SVESKA 4 - Elektro oprema elektrane
ODOBRIO:	Milan Spasović, dipl.ing.el		ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA:	NOVA GRADNJA BROJ CRTEŽA: 09
DATUM:	April 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak	BROJ LISTOVA: 03/05
RAZMERA:		OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"	
		NAZIV CRTEŽA:	MAŠINSKA ZGRADA Uzemljivač i izjednačenje potencijala- podužni presek A-A	
			BR. TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR.E.21.038



- Traka Fe/Zn 30 x 5 mm u temelju objekta
- Sabirni vod izveden trakom Fe/Zn 25 x 4 mm po zidu na distancerima unutar mašinske hale i duž kablovskih kanala.
- Ukrsni komad Fe/Zn za spoj traka - traka
- Prespoj za uzemljenje pojedinih metalnih delova opreme i konstrukcije (traka Fe/Zn 20 x 3 mm ili P/F min 6 mm²)
- Traka Fe/Zn 30 x 5 mm koja se polaže duž brane i predstavlja temeljni uzemljivač iste
- Kutija sa ispitnim spojem



ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el	 Šumatovačka 124/6, 11 000 Beograd	 ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР Зелени булевар 35, 19210 Бор, Србија						
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el								
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el								
ODOBRIO:	Milan Spasović, dipl.ing.el								
DATUM:	April 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak	OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"	VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	(IDR) IDEJNO REŠENJE		
RAZMERA:		NAZIV CRTEŽA:	MAŠINSKA ZGRADA Uzemljivač i izjednačenje potencijala - presek B-B		ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA:	NOVA GRADNJA	BROJ CRTEŽA:	09	
						BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR.E.21.038	BROJ LISTOVA:	04/05



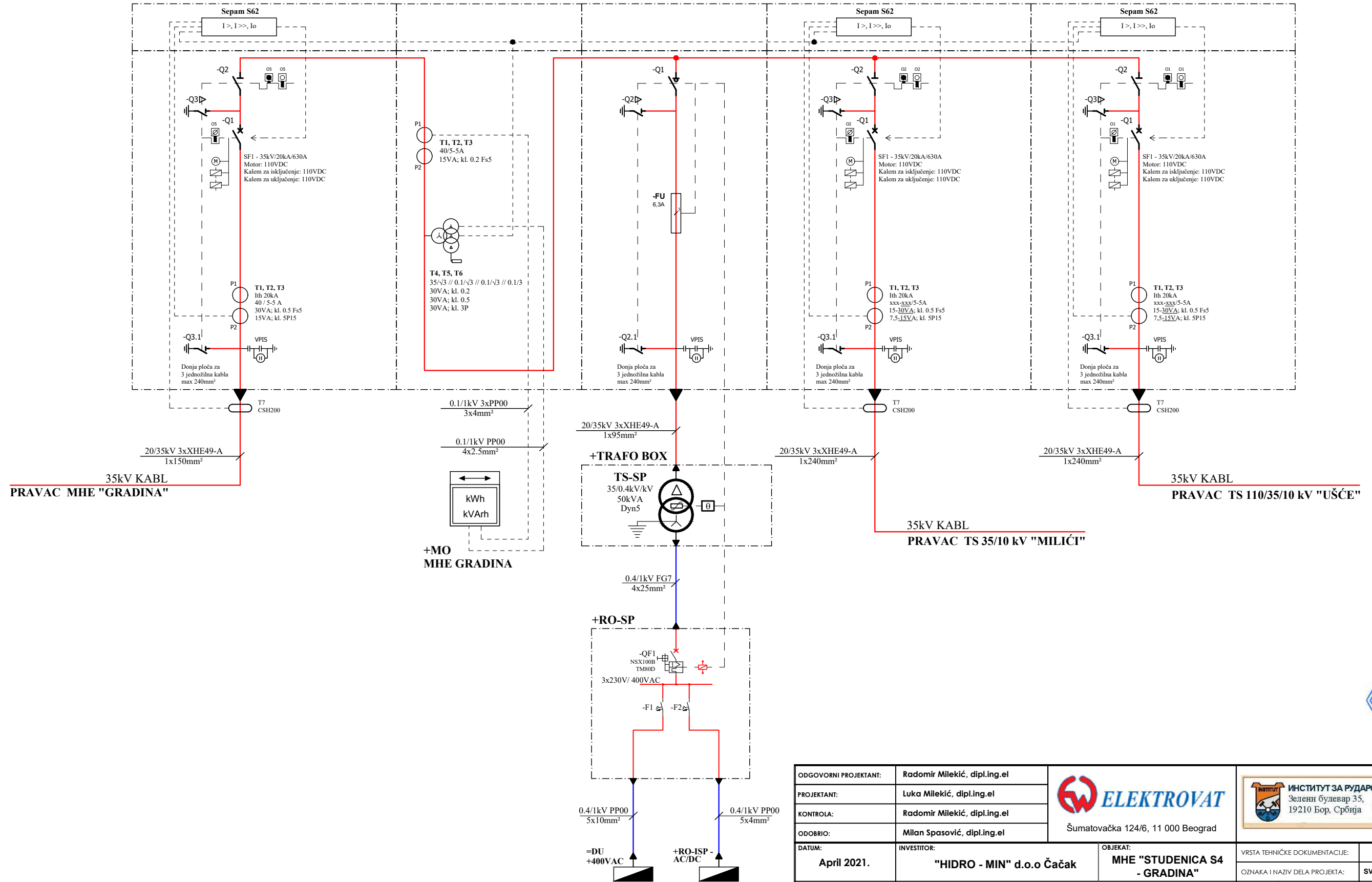
ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el
ODOBRIO:	Milan Spasović, dipl.ing.el



DATUM:	APRIL 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak	OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"	VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	(IDR) IDEJNO REŠENJE
RAZMERA:		NAZIV CRTEŽA:	MAŠINSKA ZGRADA Uzemljivač i izjednačenje potencijala - presek C-C			OZNAKA I NAZIV DELA PROJEKTA:	SVESKA 4 - Elektro oprema elektrane
						ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA:	NOVA GRADNJA BROJ CRTEŽA: 09
						BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR.E.21.038 BROJ LISTOVA: 05/05

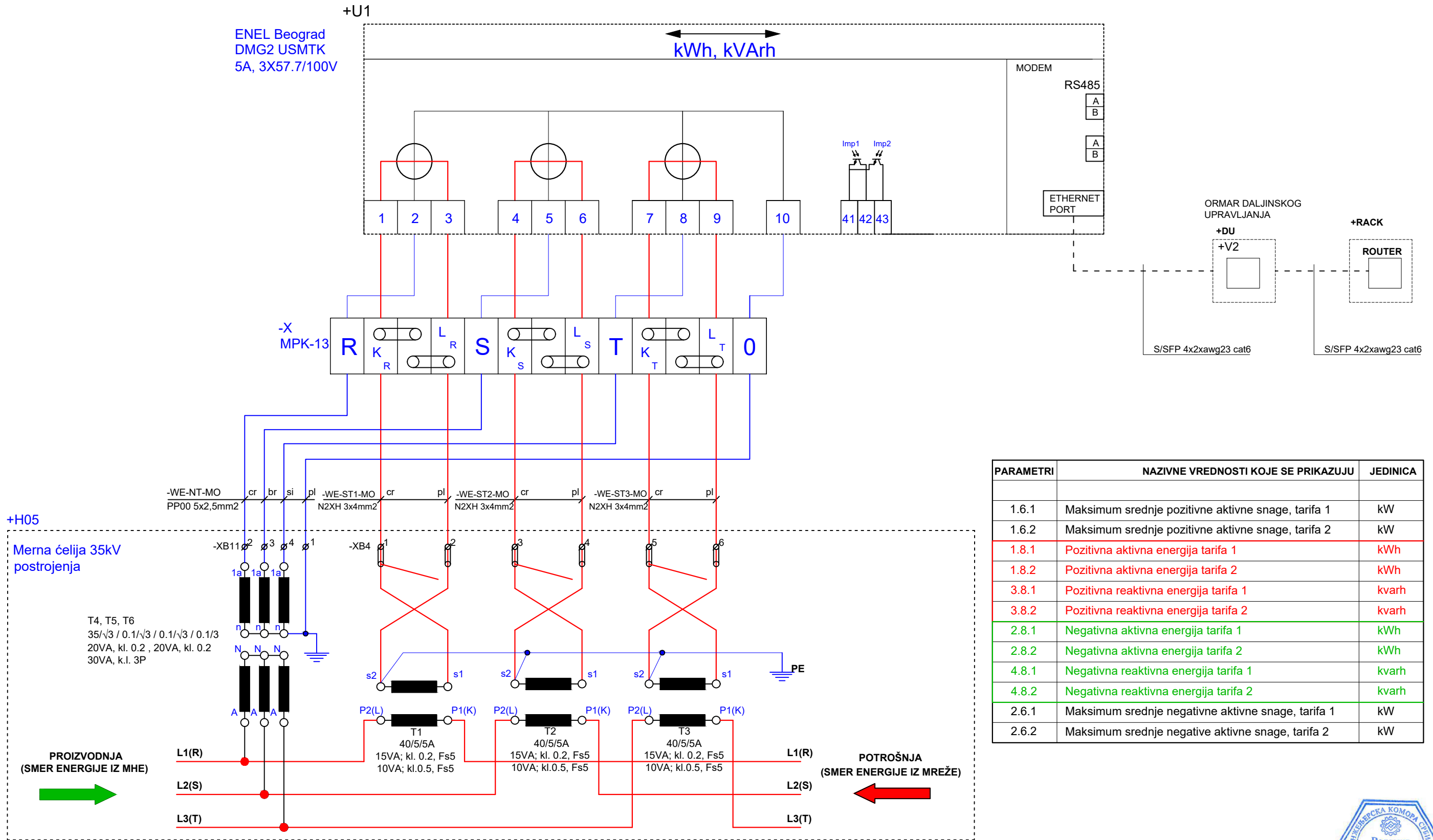
# OBJEKAT MESTA PRIKLJUČENJA (OMP) - RP 35kV -NADLEŽNOST ODS EPS DISTRIBUCIJA

+H05	+H04	+H03	+H02	+H01
DOVODNO - ODVODNA PRAVAC - MHE "GRADINA"	MERNA ČELIJA (OBRAČUNSKO MERENJE)	SOPSTVENA POTROŠNJA	DOVODNO - ODVODNA PRAVAC - TS 35/10 kV "MILIĆI"	DOVODNO - ODVODNA PRAVAC - TS 110/35/10 kV "UŠĆE"
DM1-A 1000mm	GBC-B 750mm	QM 750mm	DM1-A 1000mm	DM1-A 1000mm



ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el	 Šumatovačka 124/6, 11 000 Beograd	ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР Зелени булевар 35, 19210 Бор, Србија	
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el		 NOVA GRADNJA	SVESKA 4 - Elektro oprema elektrane
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el			
ODOBRILO:	Milan Spasović, dipl.ing.el	ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA: NOVA GRADNJA	BROJ CRTEŽA: 10	
DATUM:	April 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak	BROJ LISTOVA: 01/01
RAZMERA:		OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"	
		NAZIV CRTEŽA:	JEDNOPOLNA ŠEMA OMP	
			VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE: (IDR) IDEJNO REŠENJE	
			IDR.E.21.038	

# INDIREKTNA DVOSMERNNA MERNNA GRUPA MHE "GRADINA"



PARAMETRI	NAZIVNE VREDNOSTI KOJE SE PRIKAZUJU	JEDINICA
1.6.1	Maksimum srednje pozitivne aktivne snage, tarifa 1	kW
1.6.2	Maksimum srednje pozitivne aktivne snage, tarifa 2	kW
1.8.1	Pozitivna aktivna energija tarifa 1	kWh
1.8.2	Pozitivna aktivna energija tarifa 2	kWh
3.8.1	Pozitivna reaktivna energija tarifa 1	kvarh
3.8.2	Pozitivna reaktivna energija tarifa 2	kvarh
2.8.1	Negativna aktivna energija tarifa 1	kWh
2.8.2	Negativna aktivna energija tarifa 2	kWh
4.8.1	Negativna reaktivna energija tarifa 1	kvarh
4.8.2	Negativna reaktivna energija tarifa 2	kvarh
2.6.1	Maksimum srednje negativne aktivne snage, tarifa 1	kW
2.6.2	Maksimum srednje negativne aktivne snage, tarifa 2	kW



ODGOVORNI PROJEKTANT:	Radomir Milekić, dipl.ing.el	 Šumatovačka 124/6, 11 000 Beograd	 INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOP Зелени булевар 35, 19210 Бор, Србија				
PROJEKTANT:	Luka Milekić, dipl.ing.el						
KONTROLA:	Radomir Milekić, dipl.ing.el						
ODOBRILO:	Milan Spasović, dipl.ing.el						
DATUM:	April 2021.	INVESTITOR:	"HIDRO - MIN" d.o.o Čačak	OBJEKAT:	MHE "STUDENICA S4 - GRADINA"	VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	(IDR) IDEJNO REŠENJE
RAZMERA:		NAZIV CRTEŽA:	ŠEMA OBRAČUNSKOG MERENJA	ZA GRAĐENJE / IZVOĐENJE RADOVA:	NOVA GRAĐNJA	OZNAKA I NAZIV DELA PROJEKTA:	SVESKA 4 - Elektro oprema elektrane
						BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR.E.21.038
						BROJ LISTOVA:	01/01