

4 - PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Investitor: EMS AD
Beograd, Ul. Kneza Miloša br.11

Objekat: TS 220/110/10,5 kV Beograd 3 (KP 183 i 184/1,
KO Resnik, opština Rakovica)

Vrsta tehničke dokumentacije: IDP – Idejni projekat

Naziv i oznaka dela projekta: 4 - Projekat elektroenergetskih instalacija

Za građenje/izvođenje radova: Rekonstrukcija TS 220/110/10,5 kV Beograd 3
Ugradnja naponskih transformatora snage za
rezervno napajanje sopstvene potrošnje

Pečat i potpis:

Projektant:



ELEKTROISTOK PROJEKTNI BIRO D.O.O.
Beograd, Ul. Rovinjska 14
Direktor: Zoran Čokaš, dipl.ekonomista *pc*

Zoran Čokaš

Pečat i potpis:

Odgovorni projektant:



Sonja Stokić, dipl.inž.el.
broj licence 351 A449 04

Sonja Stokić

Broj projekta:

IDP 2883

Mesto i datum:

Beograd, 21.06.2019. god.

SADRŽAJ SVEZAKA PROJEKTA

Rekonstrukcija TS 220/110/10,5 kV Beograd 3

Ugradnja naponskih transformatora snage za rezervno napajanje sopstvene potrošnje

0	Glavna sveska IDP	IDP 2883
2	Projekat konstrukcije	IDP 2883
4	Projekat elektroenergetskih instalacija	IDP 2883
	Elaborat zaštite od požara	IDP 2883

4- PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

SADRŽAJ SVESKE

1. NASLOVNA STRANA

2. SADRŽAJ

- 2.1. Sadržaj svezaka projekta
- 2.2. Sadržaj sveske

3. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA

4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA

5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

- 5.1. Projektni zadatak sa priložima
- 5.2. Spisak stručnih lica
- 5.3. Izjava o izvršenoj unutrašnjoj kontroli
- 5.4. Tehnički opis

6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

- 6.1. Proračuni
- 6.2. Predmer i predračun

7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

- 7.1. Jednopolna šema TS – postojeće stanje.....IDP2883-4-1
- 7.2. Jednopolna šema TS – posle ugradnje NTSIDP2883-4-2
- 7.3. Dispozicija TS – postojeće stanjeIDP2883-4-3
- 7.4. Dispozicija TS – posle ugradnje NTSIDP2883-4-4
- 7.5. Presek i osnova trafo polja T1, 110kV=E03.....IDP2883-4-5
- 7.6. Blok šema napajanja sopstvene potrošnjeIDP2883-4-6
- 7.7. Blok šema zaštite i upravljanja trafo polja T1, 110kV=E03IDP2883-4-7

REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA

Na osnovu člana 128. Zakona o planiranju i izgradnji ("Službeni glasnik RS", br. 72/09, 81/09 - ispravka, 64/10 - odluka US, 24/11 i 121/12, 42/13 - odluka US, 50/13 - odluka US, 98/13 - odluka US, 132/14, 145/14, 83/18) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i način vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata ("Službeni glasnik RS", br. 72/2018) kao:

ODGOVORNI PROJEKTANT

za izradu projekta elektroenergetskih instalacija koji je deo Idejnog projekta za Rekonstrukciju TS 220/110/10,5 kV Beograd 3 - Ugradnja naponskih transformatora snage za rezervno napajanje sopstvene potrošnje (KP 183 i 184/1, KO Resnik, opština Rakovica) određuje se:

Sonja Stokić, dipl.inž.el.
broj licence 351 A449 04

Projektant:

ELEKTROISTOK PROJEKTNI BIRO D.O.O.
Beograd, Ul.Rovinjska 14

Odgovorno lice / zastupnik:

Zoran Čokaš, dipl.ekonomista *pu*

Pečat:

Potpis:



Zoran Čokaš

Broj tehničke dokumentacije:

IDP 2883

Broj rešenja:

102

Mesto i datum:

Beograd, 01.02.2019. god.

IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Odgovorni projektant projekta elektroenergetskih instalacija koji je deo Idejnog projekta Rekonstrukcija TS 220/110/10,5 kV Beograd 3 - Ugradnja naponskih transformatora snage za rezervno napajanje sopstvene potrošnje (KP 183 i 184/1, KO Resnik, opština Rakovica)

Sonja Stokić, dipl.inž.el.

IZJAVLJUJEM

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 (IDP):
Broj licence:

Sonja Stokić, dipl.inž.el.
351 A449 04

Pečat:

Potpis:



Broj tehničke dokumentacije:

IDP 2883

Mesto i datum:

Beograd, 02.2019. god.

5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

5.1. Projektni zadatak sa priložima

05-04-2019

PROJEKTI ZADATAK

za rekonstrukciju TS Beograd 3 - ugradnju naponskih transformatora snage
za rezervno napajanje sopstvene potrošnje u TS 220/110/10,5 kV Beograd 3.

1. OPŠTI PODACI

- | | |
|----------------------------------|---|
| 1.1. Investicioni objekat | TS 220/110 kV Beograd 3 |
| 1.2. Investitor | EMS AD Beograd |
| 1.3. Naziv investicije | Ugradnja naponskih transformatora snage |
| 1.4. Broj etapa gradnje | Jedna |
| 1.5. Planirani početak gradnje | 2019.god. |
| 1.6. Planiranje puštanje u pogon | 2019.god. |

2. OSNOVNI TEHNIČKI PODACI ZA UGRADNJU

2.1. TRANSFORMACIJA 220/110 kV

Snaga transformacije 1x150 MVA+ 1x250 MVA ostaje ista

2.2. POSTROJENJE 220 kV

Tip postrojenja : spoljašnje

Sabirnice: dva sistema sabirnica GS 1 i GS2

2.3. POSTROJENJE 110 kV

Tip postrojenja : spoljašnje

Sabirnice: dva sistema glavnih sabirnica GS 1 + GS2

Naponski transformatori velike snage se ugrađuju u tri faze u polju E03- trafo polju transformatora T1

TEHNIČKI PODACI O ELEMENTIMA TRANSFORMATORSKE STANICE

3.1. POSTROJENJE 220 kV

Zadržati svu postojeću visokonaponsku opremu u postrojenju 220 kV.

2.2. POSTROJENJE 110 kV

Zadržati svu postojeću visokonaponsku opremu u postrojenju 110kV. Ugraditi naponske transformatore snage za potrebe napajanja naizmenične opšte sopstvene potrošnje, 3x400/230.V 50Hz. Naponski transformatori snage se ugrađuju u tri faze u polju E03- trafo polju transformatora T1 uz dodatak jednog rastavljača 110kV za vidno razdvajanje.

3.2.1 NAPONSKI TRANSFORMATOR SNAGE

Naponski transformator snage je induktivan, prenosnog odnosa $115/\sqrt{3}:0,4/\sqrt{3}$; $0,1/\sqrt{3}$ kV/kV snage 100kVA, odnosno ukupne snage 300 kVA za sva tri transformatora.

3.3 POSTROJENJE SOPSTVENE POTROŠNJE 3x400/230 V, 50Hz

Predvideti priključenje naponskih transformatora snage na postojeći opšti razvod sopstvene potrošnje 3x400/230 V 50Hz, preko odgovarajućeg prekidača 0,4 kV u jednu od ćelija opšteg razvoda sopstvene potrošnje i odgovarajućeg prekidača 0,4kV u RONT-u. Oba prekidača treba da sadrže odgovarajuće module zaštite i merenja. Obezbediti da sabirnice opšte potrošnje 3x400/230.V 50Hz, se ni u jednom trenutku ne mogu napajati paralelno sa kućnih transformatora i sa naponskih transformatora snage.

3.4. KABLOVI

Svi novi merni, komandni i signalni kablovi u spoljašnjem postrojenju treba da su sa strujno opteretivom zaštitnom oblogom, koja se uzemljuje na oba kraja kabla. Za povezivanje naponskih transformatora snage i sabirnica opšte potrošnje predvideti odgovarajući energetski kabl tipa PP41. Kablovi se najvećim delom postavljaju u kablovski kanal kroz postrojenje 110 kV. Kablovi se u Komandnoj zgradi povezuju u opštem razvodu 3x400/230.V 50Hz.

3.5. KOORDINACIJA IZOLACIJE

Predvideti koordinaciju izolacije u postrojenju prema važećim SRPS standardima, tehničkim preporukama. Pri izboru rešenja uvažiti eksploataciona iskustva u ovoj TS.

3.6. ELEKTRIČNA ZAŠTITA

Zadržava se postojeći sistem zaštite na 220kV i 110kV strani. Eventualne dorade i izmene vršiti ako je neophodno. Zaštita u novougrađenim prekidačima je potrebno da bude selektivna sa zaštitnim automatima u GRO sopstvene potrošnje 0,4kv.

3.7. UPRAVLJANJE, NADZOR I SIGNALIZACIJA

Upravljanje i signalizaciju realizovati u skladu sa postojećim stanjem. Predvideti prikaz uklopnog stanja na SCADA novih prekidača 0,4 kV u RONT-u i u jednoj od ćelija glavnog razvoda opšte potrošnje, kao i merenje sekundarnih struja i napona naponskih transformatora snage.

Predvideti mogućnost komandovanja prekidačima sa GRO SP 0,4kV (tasterima dvoručno) kao i ručno sa samih prekidača.

3.8. BLOKADE

Blokadne funkcije uklopiti u postojeći sistem blokada. Predvideti blokadne uslove u razvodu sopstvene potrošnje 3x400/230, 50Hz, između prekidača 0,4 kV naponskih transformatora snage i svih ostalih prekidača u razvodu sopstvene potrošnje 3x400/230, 50Hz.

4. MERENJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Predvideti merenje električne energije za naponskih transformatora snage koja se koristi za sopstvenu potrošnju TS. Merenje predvideti na 0,4 kV strani. Strujne transformatore na 0,4 kV strani klase 0,2 izabrati prema snazi naponskog transformatora snage. Smeštaj brojila električne energije predvideti u ormanu merenja.

5. UZEMLJENJE

Uzemljenje naponskih transformatora povezati na postojeći uzemljivač postrojenja.

6. PODACI ZA GRADEVINSKI DEO PROJEKTA

- Za projekat koristiti raspoložive podatke iz projekta transformatorske stanice.
- Zbog montiranja poprečnih veza prema sabirnicama 110 kV ugraditi novi portal na mestu ugradnje naponskog transformatora snage i predvideti temelje za dodatni rastavljač 110kV i temelje za NT velike snage.

7. OSTALI PODACI I ZAHTEVI

Pri izradi tehničke dokumentacije projektant treba da se pridržava :

- usvojenih tipskih rešenja u projektovanju ,
- tehničkih uputstava AD "Elektromreža Srbije", Internih Standarda EPS-a i EMS-a, Pravila o radu prenosne mreže i ostalih važećih IEC/SRPS standarda,
- podataka o opremi dobijenih od Investitora.

8. PRILOZI

- 8.1. Jednopolna šema TS Beograd 3 - postojeće stanje
- 8.2. Jednopolna šema TS Beograd 3 - buduće stanje
- 8.3. Jednopolna šema glavnog razvoda sopstvene potrošnje 3x400/230,V 50Hz TS Beograd 3

Usvajanjem ovog projektnog zadatka stavlja se van snage predhodno usvojeni projektni zadatak usvojen na sednici stručnog panela za PTD održanoj 23.11.2016.godine.

Projektni zadatak je usvojen na prvoj sednici Stručnog panela za PTD Tehničkog saveta AD EMS dana 06.03.2019.godine.

Predlagači projektnog zadatka

Marko Marković: dipl.el.inž.

Slavko Bošković: dipl.el.inž.

Predsedavajući Stručnog panela za projektno
tehničku dokumentaciju EMS AD

Slavica Rebrić: dipl.el. inž.

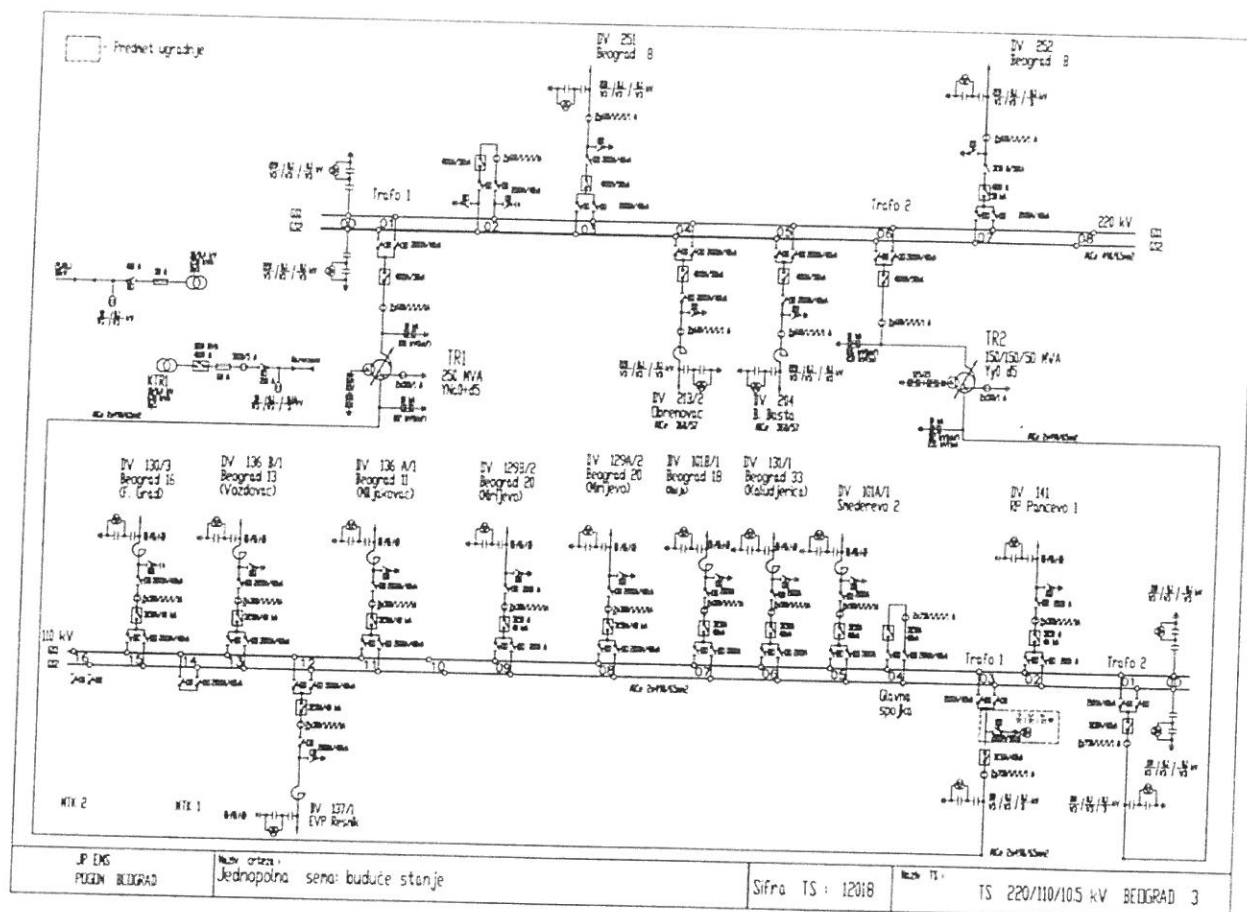
This technical drawing illustrates the hull plan of a ship, showing the layout of the hull structure, including the keel, gun turrets, and various deck components. The drawing is labeled with various dimensions and structural details.

The drawing is divided into several sections, with labels indicating the location of various components:

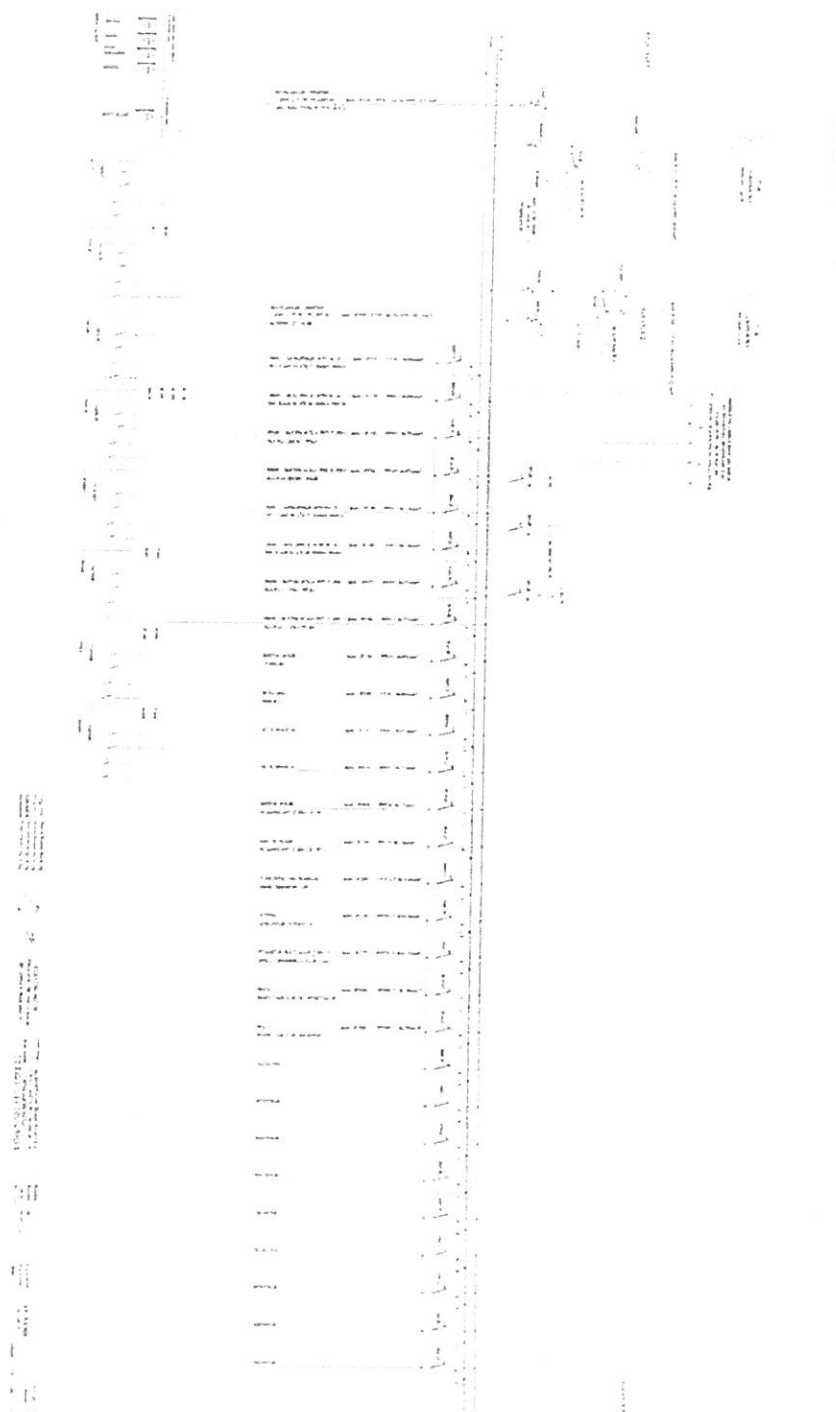
- Gun Turrets:** Labeled with "GUN TURRET" and "GUN TURRET" in various positions.
- Deck Components:** Labeled with "DECK" and "DECK" in various positions.
- Structural Details:** Labeled with "STRUCTURAL" and "STRUCTURAL" in various positions.
- Dimensions:** Various dimensions are provided, such as "100' 0\" and "100' 0\".

The drawing is a detailed technical drawing, showing the layout of the hull structure, including the keel, gun turrets, and various deck components. The drawing is labeled with various dimensions and structural details.

Jednopolna šema TS Beograd 3 - buduće stanje



Jednopolna šema glavnog razvoda sopstvene potrošnje 3x400/230V 50Hz FS Beograd 3



5.2. Spisak stručnih lica

Spisak stručnih lica koja su učestvovala na izradi projekta elektroenergetskih instalacija koji je deo Idejnog projekta za Rekonstrukciju TS 220/110/10,5 kV Beograd 3 - Ugradnja naponskih transformatora snage za rezervno napajanje sopstvene potrošnje (KP 183 i 184/1, KO Resnik, opština Rakovica), broj projekta IDP 2883.

Odgovorni projektant:



Sonja Stokić, dipl.inž.el.
licenca br. 351 A449 04

Unutrašnja kontrola:

Dragan Nikolić, dipl. el. inž.
licenca br. 351 K551 11

5.3. IZJAVA O IZVRŠENOJ UNUTRAŠNJOJ KONTROLI

Elektroistok – Projektni biro d.o.o. podnosi izveštaj o izvršenoj unutrašnjoj kontroli tehničke dokumentacije za projekat elektroenergetskih instalacija koji je deo Idejnog projekta za rekonstrukciju TS 220/110kV Beograd 3 - Ugradnja naponskih transformatora snage za rezervno napajanje sopstvene potrošnje (KP 183 i 184/1, KO Resnik, opština Rakovica), broj projekta IDP IDP 2883.

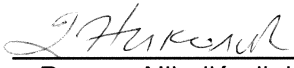
Kontrolom navedene tehničke dokumentacije, koja je izvršena u skladu sa organizacijom unutrašnje kontrole kvaliteta zaključeno je sledeće:

1. Tehnička dokumentacija je izrađena saglasno sa Projektnim zadatkom Investitora.
2. Tehnička dokumentacija je izrađena u skladu sa zakonskim odredbama, tehničkim standardima i tehničkim normativima čija je primena obavezna za ovu vrstu tehničke dokumentacije.
3. Unutrašnja kontrola po obimu i kvalitetu prihvata predmetnu tehničku dokumentaciju.

ZAKLJUČAK: Ova tehnička dokumentacija ispunjava uslove propisane Zakonom o planiranju i izgradnji.



Unutrašnja kontrola


Dragan Nikolić, dipl. el. inž.
licenca br. 351 K551 11

5.4. Tehnički opis

5.4.1. Uvod

Postojeća transformatorska stanica (TS) 220/110/10,5 kV Beograd 3 se nalazi južno od gradskog jezgra u naselju Resnik pored kružnog puta oko Beograda. Od raskrsnice sa autoputem Beograd – Niš u Bujanj potoku nalazi se na udaljenosti od oko 6,5 km. Ograđeni kompleks transformatorske stanice obuhvata površinu od oko 9ha, a radovi se odvijaju na katastarskim parcelama br.: KP 183 i 184/1, KO Resnik, opština Rakovica.

Predmet ovog projekta je ugradnja naponskih transformatora snage za rezervno napajanje sopstvene potrošnje 3x400/230V, 50 Hz u TS 220/110/10,5 kV Beograd 3.

5.4.2. Opis postojećeg stanja

U kompleksu trafostanice, platoi na kojima se nalaze postrojenja 220kV i 110kV i plato na kome se nalaze transformatori zauzimaju oko 3,2 ha, a ostali deo kompleksa zauzimaju magacini opreme u zgradi i na otvorenom prostoru, montažni toranj, komandno-pogonska zgrada, portirnica i zeleni pojas oko trafostanice.

Postrojenje 220 kV

Postojeće postrojenje 220 kV je sa dva glavna sistema sabirnica. Sabirnice i veze u spojnim i trafo poljima su izvedene provodnikom Cu 560 mm² po fazi. Sve ostale veze u postrojenju izvedene su provodnikom Cu 300 mm² po fazi, a na vodovima sa Al/Če 490/65 mm² (polja D03 i D07) i Al/Če 360/57 mm² (polja D04 i D05). Osni razmak između faza iznosi 4 m na poprečnim vezama, a 4,4 m u sabirnicama. Širina polja i portala je 16 m. Osnovno rastojanje sistema glavnih sabirnica iznosi 16,8 m. Visina vešanja sabirnica iznosi 9,75 m, a visina poprečne veze iznad sabirnica iznosi 16 m koliko su i visine rigli portala za nošenje ovih veza.

Postojeće postrojenje 220 kV ima 8 polja i to:

polje D01	–	trafo polje za T01, 220/110 kV, 250MVA
polje D02	–	spojno polje
polje D03	–	dalekovodno polje za TS Beograd 8, DV 251
polje D04	–	dalekovodno polje za TS Obrenovac A, DV 213/2
polje D05	–	dalekovodno polje za TS B. Bašta, DV 204
polje D06	–	trafo polje za T02, 220/110 kV, 150 MVA
polje D07	–	dalekovodno polje za TS Beograd 8, DV 252
polje D08	–	rezervno polje

Oba sistema glavnih sabirnica su sa jednostrukim zateznim izolatorskim lancima i AlČe užetom 490/65 mm². Poprečne veze u svim poljima su sa JZ izolatorskim lancima i AlČe užetom 490/65 mm².

Osim toga u oba sistema glavnih sabirnica međufazni razmak je 4 m, a rastojanje između dva sistema sabirnica je 9,6 m.

Sabirnički rastavljači u GS1 u DV poljima br. 3 i 7 (pravac Beograd 8), postavljeni su drugačije nego u ostalim poljima, jer je to bilo uslovljeno raspoloživim prostorom za smeštaj ostale opreme.

Izlazni rastavljači kao i naponski transformatori u DV poljima br. 4 i 5 (Obrenovac A, odnosno B. Bašta), postavljeni su na donjem platou pored postojećih izlaznih portala, jer je to bilo uslovljeno nedostatkom prostora na gornjem platou za smeštaj istih.

Postrojenje 110 kV

U postrojenju 110 kV imamo dva glavna sistema sabirnica, sa dva Al/Če užeta 490/65 mm² u snopu po fazi. Poprečne veze i veze u trafo poljima i spojnom polju izvedene su dvostrukim užetom 2xAl/Če 490/65 mm², a u dalekovodnim poljima jednostrukim Al/Če užetom 240/40 mm².

Oсни razmak između faza u postrojenju 110 kV i u sabirnicama iznosi 2 m, a između sistema 10 m. Širina polja i portala iznosi 9 m. Polja se formiraju u zavisnosti od raspleta sa obe strane sabirnica. Ispod sabirnica su sabirnički rastavljači, a sa suprotne strane u odnosu na pristupnu stazu, nalaze se prekidač, strujni i naponski transformatori, izlazni rastavljač ispod izlaznog portala i ukoliko postoji VF kondenzator i VF prigušnica. Visina sabirničkih portala je 7 m. Visina poprečne veze (srednjeg i izlaznog portala) je 10 m.

U spojnom polju 110 kV su ugrađena tri strujna transformatora radi zaštite sabirnica 110 kV.

U postrojenju 110 kV su izgrađene četiri relejne kućice.

Energetski transformatori

Postojeći transformatori, su:

T1 – 220 ± 12x1,25%/115/10,5 kV, YNa0(d5), 250/250/60 MVA, tip 2AZR 250000-245/A, proizvođač "Siemens-Koncar" i

T2 – 220 ± 12x1,25%/115/10,5 kV, YNa0(d5), 150/150/50 MVA, tip TP-8606-150, proizvođač "Minel".

Transformatori su postavljeni naspram svojih 220 kV polja, između postrojenja 220kV i glavnog pristupnog puta koji je širine 5 m. Smeštaj svakog transformatora omogućava njegovo uklanjanje i prevoz vučnim vozom bez prekida pogona druge transformatorske jedinice.

Sa primarne, sekundarne i tercijerne strane što bliže transformatorima T1 i T2 postavljeni su odvodnici prenapona.

Temelji sa kadama za obe transformatorske jedinice i sistem za skupljanje razlivenog ulja i uljna jama postoje. Dimenzije kada su 6 x 11 m.

U zvezdištu autotransformatora T1 ugrađen je strujni transformator 2x500/1A, 24kV, a u zvezdištu autotransformatora T2 ugrađen je strujni transformator 300/1A, 24kV.

Sopstvena potrošnja

Sopstvena potrošnja TS 220/110/10,5 kV Beograd 3 u postojećoj komandno pogonskoj zgradi u krugu trafostanice je sastavljena od sledećih delova:

- Razvodno postrojenje 10kV,
- Transformacija 10/0.4kV,
- Razvod opšte potrošnje 0.4kV, 50Hz, sa pripadajućim podrazvodima,

- Razvod nužne potrošnje 0.4kV, 50Hz, za potrebe trafostanice, i dizel agregat sa pripadajućim podrazvodima,
- Invertori i razvod invertorskog napona za potrebe trafostanice,
- Ispravljači i akumulatorske baterije za potrebe trafostanice sa jednosmernim razvodom 48VDC i 220VDC i sa pripadajućim podrazvodima.

Kućni trafoi su postavljeni pored komandno pogonske zgrade na otvorenom, nedaleko od zida prostorije u kojoj je smeštena sopstvena potrošnja.

Sopstvena potrošnja TS 220/110/10,5 kV Beograd 3 napaja se sa jednog distributivnog voda 10 kV.

Postrojenje 10kV se sastoji od šest ćelija i to:

- K1 – dovod sa distributivnog voda
- K2 – priključak kućnog transformatora 10/0.4kV, 630kVA, T03
- K3 – spojna ćelija
- K4 – dodatak spojke
- K5 – priključak kućnog transformatora 10/0.4kV, 630kVA, T04
- K6 – dovod sa tercijera transformatora T01

Postrojenje 10kV je metalom oklopljeno (metal clad), izolovano vazduhom i izrađeno je kao slobodnostojeće u jednom redu sa jednim sistemom sabirnica, kablovskim izvodima i sa klapnama za nadpritisak.

Transformaciju 10/0.4kV čine dva trafoa snage po 630kVA proizvodnje ABS Minel - Trafo koji su jedan drugom 100% rezerva .

Glavni razvod sopstvene potrošnje 0,4 kV; 50Hz smešten je u komandno-pogonskoj zgradi. Naime, nični razvodi opšte i nužne potrošnje smešteni su u prostoriji Sopstvena potrošnja - naizmenični razvod.

Ormani podrazvoda 0,4 kV; 50 Hz su smešteni na zidu u relejnim kućicama koje se nalaze u postrojenju 220kV i 110kV. Napajanje podrazvoda sopstvene potrošnje u relejnim kućicama se vrši sa ormana glavnog razvoda sopstvene potrošnje koji su smešteni u komandnoj zgradi i to za svako postrojenje nezavisno i za svaki deo (opšta i nužna potrošnja) posebnim kablovima (dva kabla za opštu potrošnju i dva za nužnu potrošnju). U normalnim uslovima se nužna potrošnja napaja sa razvoda opšte potrošnje, a u slučaju nestanka mrežnog napona, automatika razdvaja razvode opšte i nužne potrošnje, startuje dizel agregat i on preuzima (sa prekidom) napajanje nužne potrošnje. Petljasta konfiguracija omogućava napajanje jednog broja podrazvoda u relejnim kućicama sa jednog izvoda, dok se ostali podrazvodi u okviru jednog postrojenja napajaju sa drugog izvoda. U slučaju kvara na bilo kom kablovskom napajanje podrazvoda moguće je prekonfigurisati napajanje tako da se obezbedi dalje napajanje (princip n-1).

Dizel agregat snage 182kW/200kVA, se koristi kao izvor nužnog napajanja naizmeničnom strujom napona 3x230/400 V; 50 Hz potrošača trafostanice. Dizel agregat smešten je u kontejneru predviđenom za spoljašnju montažu.

Glavni razvod 220VDC sopstvene potrošnje TS smešten je u jednoj prostoriji Sopstvena potrošnja – jednosmerni razvod.

Za komandu, signalizaciju i napajanje zaštitnih uređaja u trafostanici koristi se jednosmerni napon 220VDC.

Postrojenje jednosmernog napona 220V je sa dve nezavisne stacionarne akumulatorske baterije i dva nezavisna automatski regulisana ispravljača modularne izvedbe.

Automatski regulisani ispravljači-punjači za akumulatorske baterije napona 220 V rade u paralelnom pogonu sa pripadajućom baterijom i to u pufer pogonu tako da akumulatorska baterija napaja prijemnike samo pri vršnim opterećenjima.

Akumulatorske baterije koje se koriste kao izvor napajanja jednosmernom strujom potrošača TS na naponu 220 VDC su olovne sa tečnim elektrolitom. Olovne akumulatorske baterije su smeštene u zasebnu prostoriju koja zadovoljava propise o smeštaju ovakvih baterija.

Za potrebe napajanja potrošača 48VDC u TS koristi se postojeća zatvorena želatinska stacionarna olovna baterija kapaciteta 110Ah sa 24 ćelije i postojeći modularni ispravljač 5x12VDC.

Na TS 220/110/10,5 kV Beograd 3 je ugrađen jedan monofazni restriktivni digitalni modularni inverter, priključen na obe baterije. Inverter ima 2 (n+1) modula.

Kablovi za sopstvenu potrošnju se, u spoljašnjem postrojenju od komandno-pogonske zgrade do relejnih kućica kao i između njih, polažu u kablovske kanale.

Sistem upravljanja, zaštite i merenja

U TS 220/110/10,5 kV Beograd 3 ugrađen je numerički integrisani sistem upravljanja, zaštite i merenja.

Sistem upravljanja i zaštite se sastoji od opreme na nivou transformatorske stanice, opreme na nivou polja i komunikacijske infrastrukture koja povezuje dva nivoa. Sistem ima zadatak da prihvati informacije iz postrojenja (komande, signale i merenja), da ih obradi i prosledi.

Informacije se prihvataju pomoću distribuiranih uređaja koji su po pravilu ugrađeni u ormanima upravljanja i zaštite smeštenim u relejnim kućicama.

U TS Beograd 3 postoje tri nivoa upravljanja:

- lokalno u ormanima upravljanja u relejnim kućicama sa jedinica polja 6MD66 i sa rezervne - lokalne upravljačke table (RUP)
- daljinsko upravljanje sa stanične SCADA SICAM PAS CC instalisanog na dva operatorska mesta
- daljinsko upravljanje iz DC EMS-a i MRC Beograd posredstvom protokola IEC60870-5-101 i stanične centralne jedinice SICAM PAS.

Ugrađen je stanični računar (centralna upravljačka jedinica) u komandnoj zgrade za obavljanje funkcije staničnog upravljanja koja ima komunikaciju sa upravljačkim jedinicama u polju (ormani upravljanja smešteni u relejnim kućicama) kao i sa udaljenim centrima upravljanja (RDC i NDC EMS). Savremeni mikroprocesorski uređaji za zaštitu su ugrađeni u ormane za zaštitu u relejnim kućicama.

Obračunsko merenje sopstvene potrošnje u TS 220/110/10,5 kV Beograd 3 se vrši u 10kV dovodnoj ćeliji iz Elektrodistribucije Beograd. Kontrolno merenje električne energije se vrši na 110kV strani energetske transformatora.

Uzemljenje postrojenja

Sva pogonska, zaštitna i gromobranska uzemljenja i stubovi spoljnog osvetljenja povezani su na zajednički horizontalni mrežasti uzemljivač. Materijal za izvođenje uzemljenja postrojenja je bakarno uže 120 mm², položeno u zemlju na dubini 0,8 m. Priključci uzemljivača na konstrukciju se ostvaruju omčasto po principu ulaz-izlaz. Uzemljivač je tako formiran što je napravljen jedan prsten oko celog postrojenja a unutar prstena je formirana mreža tako što se najkraćim putem povezuju svi metalni delovi koji normalno ne pripadaju strujnom kolu, a mogu doći pod napon.

5.4.3. Opis radova po ovom projektu

Prema IS-EMS 133:2014, TS Beograd 3 spada u objekte I kategorije prema prioritetima napajanja.

Objekti I kategorije obavezno poseduju tri izvora napajanja opreme sopstvenih potreba i to:

- osnovno napajanje,
- rezervno napajanje i
- sigurnosno napajanje.

Potrebno je da osnovno i rezervno napajanje u osnovi polaze iz dva različita distributivna objekta ili sa dva različita sistema sabirnica koja napajaju posebni transformatori u istom objektu.

Na bazi tehničkih i ekonomskih analiza lokalnih uslova napajanja, u izuzetnim slučajevima dozvoljeno je napajanje opreme sopstvenih potreba korišćenjem alternativnih pristupa.

Sopstvena potrošnja TS 220/110/10,5 kV Beograd 3 napaja se sa jednog distributivnog voda 10 kV.

Kako se ne može obezbediti drugi rezervni distributivni vod 10 kV, predviđena je ugradnja naponskih transformatora snage za rezervno napajanje sopstvene potrošnje 3x400/230V, 50Hz u TS 220/110/10,5 kV Beograd 3.

Idejni projekat za ugradnju naponskog transformatora snage je urađen na bazi:

- usvojenog idejnog rešenja
- usvojenog projektnog zadatka,
- zapisnika sa sastanka na objektu,
- podloga o opremi dobijenih od Investitora i isporučiooca opreme,
- kao i usaglašenih potreba i zahteva Investitora.

Prema usvojenom projektnom zadatku predviđeno mesto za ugradnju naponskih transformatora snage u postrojenju 110 kV je u sve tri faze, u polju E03- trafo polje transformatora T1. Predviđena je i ugradnja rastavljača 110 kV na primarnoj strani za vidno razdvajanje.

Nabavljena su tri induktivna naponska transformatora snage tip VPT 145, Končar, pojedinačne snage 100 kVA, prenosnog odnosa 115/√3/0,4/√3/0,1/√3 kV.

Isporučeni naponski transformatori snage su po gabaritima jako veliki. Visina naponskog transformatora je 4,36 m, a težina 2450 kg.

Predviđena je i ugradnja rastavljača 110 kV na primarnoj strani za vidljivo razdvajanje. Bez rastavljača za slučaj kvara NTS energetske autotransformator T01 ostaje neraspoloživ do intervencije ekipe i primarnog razvezivanja NTS.

5.4.3.1. Osnovni opis naponskih transformatora snage

U postojećim objektima EMS-a do sada nije bilo ugrađenih naponskih transformatora snage, dok se u svetu sve više koriste. Oni u sebi kombinuju visokonaponski induktivni naponski transformator na primaru i energetske transformator na sekundaru.

Primenjuju se

- za napajanje sopstvene potrošnje u elektroenergetskim objektima u kojima nije moguće obezbediti pozdano napajanje na niskom naponu 3x400/230V, 50 Hz ,
- za snabdevanje energijom potrošača tamo gde nema distributivne mreže ili je slaba, a na lokaciji postoje visokonaponski vodovi ,
- za snabdevanje energijom za vreme izgradnje trafostanica, vetroparkova i elektrana.

Predmet projekta je ugradnja tri monofazna naponska merna transformatora velike snage, tip VPT-145, proizvođač Končar.

Naponski transformatori velike snage su induktivnog tipa i koriste se za rezervno napajanje sopstvene potrošnje trafostanice. Naponski transformatori su proizvedeni u skladu sa standardom IEC 61869-3.

Jezgro

Jezgro naponskog transformatora je otvoreno, štapnog oblika i izrađeno od hladnovaljanog orijentisanog magnetnog lima (M140-35S).

Sekundarni namotaj

Sekundarni namotaj je smešten na stubu jezgra. Izrađen je od visokokvalitetne bakarne žice, toplotne klase F. Dimenzionisan je tako da izdrži dugotrajna i kratkotrajna termička i mehanička opterećenja.

Primarni namotaj

Primarni namotaj je smešten na izolacioni cilindar. Izrađen je od visokokvalitetne bakarne žice, toplotne klase F. Dimenzionisan je tako da izdrži dugotrajna i kratkotrajna termička i mehanička opterećenja.

Izolacija

Izolacija između primarnog namotaja i uzemljenih delova je izrađena od visokokvalitetnog izolacionog papira, kvaliteta P5318 prema DIN 6740, osušenog i impregnisanog transformatorskim uljem u visokom vakuumu. Kondenzatorsko delovanje električno provodnih obloga, raspoređenih u glavnoj izolaciji, povoljno utiče na raspodelu udarnih i naizmeničnih

napona u namotajima i izolaciji. Posledica toga je ujednačeno opterećenje izolacije što čini ove transformatore otpornim kako na udarne napone atmosferskog porekla tako i na optimalno opterećenje izolacije u normalnim pogonskim uslovima.

Izolatori

Izolatori su izrađeni od visokokvalitetnog porcelana, cilindričnog oblika i smeđe boje.

Kućište

Kućište (postolje) transformatora je zavarena konstrukcija od nerđajućeg čelika.

Priključci

Primarna veza je izrađena od aluminijuma i ravna u vertikalnom položaju. Sekundarni priključci se nalaze u glavnoj sekundarnoj priključnoj kutiji.

Ulje

Transformatori su punjeni visokokvalitetnim mineralnim uljem sa dodatkom inhibitora koji poboljšava otpornost ulja na starenje. Odstranjivanje gasova i dehidracija ulja se izvode pod visokim vakuumom (do sadržine vlage od 10 mikrograma po gramu), čime se postižu maksimalna dielektrična svojstva izolacije.

Dilatacija

Transformator je hermetički zatvoren, bez mogućnosti kontakta ulja sa okolnim vazduhom. Visokokvalitetna metalna membrana izrađena od nerđajućeg čelika kompenzuje toplotnu dilataciju ulja. Obzirom da nema kontakta ulja sa okolinom maksimalno se zadržavaju izolaciona svojstva izolacije.

5.4.3.2. Tehničke karakteristike naponskih transformatora snage

Naponski induktivni merni transformator velike snage, tip VPT- 145, proizvodnje „Končar“, snage 100 kVA, Si 123, ima sledeće karakteristike:

- | | |
|---|---|
| - naznačeni napon | 123 kV |
| - odnos transformacije | $115/\sqrt{3} : 0,4/\sqrt{3} : 0,1/\sqrt{3}$ kV/ kV |
| - sa dva sekundarna namotaja | I 100 kVA,
II kl. 3P, 75 VA |
| - nazivni faktor napona Vf | 1,5/30s, |
| - podnosivi atmosferski udarni napon | 550 kV, |
| - podnosivi naizmenični napon
industrijske frekvence | 230 kV |
| - ukupna masa | 2450 kg |
| - temperaturni opseg | -25/+40°C |
| - visina | 4364±20 mm |

5.4.3.3. Ugradnja naponskih transformatora snage i rastavljača

Svi aparati koji se ugrađuju po ovom projektu, u razvodnom postrojenju 110kV su za spoljnu montažu. U RP 110kV ugrađuje se sledeća nova oprema:

- Naponski induktivni merni transformator velike snage, tip VPT- 145, proizvodnje „Končar“, snage 100 kVA, Si 123,
- Tropolni rastavljač, 123 kV, 2500A, 40 kA, sa motornim pogonom glavnih noževa;

Naponski transformator snage (NTS) kao i tropolni rastavljač se ugrađuju u polju E03- trafo polje transformatora T1.

Kako u ovom polju nema poprečnih veza na strani mesta ugradnje naponskog transformatora potrebno je ugraditi nov portal visine 10m i razvući poprečne veze od sabirnica 110 kV do portala.

Predviđena je ugradnja i rastavljača 110 kV na primarnoj strani za slučaj kvara na NTS. Bez rastavljača za slučaj kvara NTS energetski autotransformator T01 ostaje neraspoloživ do intervencije ekipe i primarnog razvezivanja NTS.

Veza naponskog transformatora snage na primarnoj strani 110 kV sa rastavljačem se ostvaruje užetom AlČe 240/40mm² i odgovarajućom vijčano-kompresionom spojnom opremom.

Svaki naponski transformator snage će se ugraditi na čeličnorešetkati nosač. Na nosaču naponskog transformatora u srednjoj fazi se ugrađuje razvodni orman .

Novo ugrađeni aparati (naponski transformatori kao i rastavljač) će se povezati na postojeći uzemljivač postrojenja bakarnim užetom 120 mm². Priključci uzemljivača na konstrukciju se ostvaruju omčasto po principu ulaz-izlaz.

Nova oprema u polju E03 nalazi se u zoni zaštite postojeće gromobranske zaštite u RP 110kV.

Povezivanje sekundarne priključne kutije svakog naponskog transformatora snage sa razvodnim ormanom je preko provodnika PP41 1x240 +120 mm².

Razvodni orman je za spoljnu montažu izradjen od aluminijuma sa donjom ivicom ormara na 1,0 m od kote terena. Konstrukcija ormara je takva da isključuje svaku mogućnost slučajnog dodira sa naponom. Prodiranje vlage i prašine ograničeno je klasom zaštite IP 54. Sa prednje strane ormara su dvokrilna vrata, radi posluživanja i kontrole niskonaponske opreme smeštene u ormaru. Svi ulazi kablova su sa donje strane i zaštićeni su sa uvodnicama.

Za zaštitu kablova od mehaničkih oštećenja predviđeno je postavljanje juvidur cevi od razvodnog ormara niz nosač i kroz temelj aparata.

U razvodnom ormaru se predviđa ugradnja niskonaponskog tropolnog kompaktnog prekidača, fiksne izvedbe, sa zaštitnom jedinicom opremljenom sa podesivim zaštitama od kratkog spoja i preopterećenja, naznačene struje 500 A. Prekidač treba da bude predviđen za rad na temperaturama od -20 °C do +50 °C. Razvodni orman se oprema još i jednom šuko priključnicom, svetiljkom, grejačem kao i ostalom opremom.

Veza razvodnog ormara naponskih transformatora snage sa ormanom glavnog razvoda opšte potrošnje u komandnoj zgradi izvešće se kablom PP41 2x(3x240 +120 mm²). Kabl će se

jednim delom (u polju) postaviti u zemlju, a dalje do komandno pogonske zgrade u postojećem kablovskom kanalu.

U postojećim ormanima glavnog razvoda opšte potrošnje nema mogućnosti za ugradnju novih prekidača i ostalih uređaja, pa će se za potrebe priključenja naponskog transformatora snage na postojeći glavni razvod opšte potrošnje 3x400/230 V, 50 Hz, ugraditi novi orman glavnog razvoda =NA+N0.

Orman je slobodnostojeći, naslonjen na postojeći orman =NA+N1, povezan na sabirnice opšte potrošnje tako da sa ostalim ormanima čini jednu vizuelnu celinu.

Orman se postavlja na kablovski kanal i pristupačan je sa prednje strane. Uvođenje kablova u orman je sa donje strane iz kablovskih kanala. Ventilacija ormara predviđena je sa zadnje strane pomoću rashladnih otvora (žaluzina) na vratima.

U orman se ugrađuje trolni niskonaponski izvlačivi prekidač 500V, 500A sa motornoopružnim pogonom. Napon za komandovanje i motore je 220/250V jss i opremljen je sledećim zaštitama –kratkospojnom, prekostrujnom i zemljospojnom.

Potrebno je obezbediti medjusobne blokade dovodnih prekidača glavnog razvoda opšte potrošnje tako da u svakom trenutku samo jedan dovodni prekidač napaja sabirnice razvoda opšte potrošnje.

U orman se ugrađuju strujni merni transformatori sa kojih se mere sve tri struje ampermetrima kao i voltmetar za merenje napona.

Informacije o naponu, struji i statusu prekidača će se proslediti na postojeći SCADA sistem i za tu svrhu će se iskoristiti slobodni ulazi na postojećim mikroprocesorskim jedinicama.

Obračunsko merenje utrošene električne energije sa naponskog transformatora snage je predviđeno na strani 0,4 kV, a brojilo će se ugraditi u posebnom ormanu na slobodnom zidu u prostoriji Sopstvena potrošnja - naizmenični razvod.

Novi rastavljač u polju E03 se povezuje na postojeći orman upravljanja za polje E03 u relejnoj kućici RKE1 i uklapa se u postojeći sistem zaštite i upravljanja u TS Beograd 3.

Napajanje novog rastavljača predviđa se sa postojećih podrazvoda opšte, nužne i potrošnje jednosmerne struje, koji se nalaze u u relejnoj kućici RKE1.

Novi kablovi od novougrađenog rastavljača u polju E03 se polažu direktno u zemlju do najbližeg kanala odnosno do relejne kućice RKE1. Kablovi za napajanje naizmeničnim naponom 0.4kV su tipa PP41, a za napajanje jednosmernim naponom su tipa PP40, sa odgovarajućim brojem žila i odgovarajućim poprečnim presekom.



Odgovorni projektant

Sonja Stokić

Sonja Stokić, dipl.inž.el.
broj licence 351 A449 04

6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

6.1. PRORAČUNI

6.1.1. Parametri kratkog spoja u TS 220/110/10,5 kV Beograd 3

Tabela 6.1.1

Veličina	Jed.	Sabirnice 110 kV 2030.god.
Subtranzijentna struja trofaznog kratkog spoja (I''_{3F})	kA	35.11
Subtranzijentna struja jednofaznog kratkog spoja (I''_{1E})	kA	37.88
Tranzijentna struja trofaznog kratkog spoja (I'_{3F})	kA	33.80
Tranzijentna struja jednofaznog kratkog spoja (I'_{1E})	kA	37.36
Trajna struja trofaznog kratkog spoja (I_{3F})	kA	22.55
Trajna struja jednofaznog kratkog spoja (I_{1E})	kA	31.57
Udarna struja (I_{ud})	kA	56.29
Odnos R/X		0.185

U Tabeli 6.1.1 date su efektivne vrednosti pespektivnih struja kratkog spoja u TS Beograd 3. Proračun je urađen uzimajući u obzir naponski koeficijent 1.1, za perspektivno stanje mreže 2030. godine.

U postrojenju 110 kV u polju E03 ugrađuju se:

- Naponski transformator snage
- Tropolni rastavljač sa dva obrtna stubna izolatora, sa motornim pogonom za glavne noževe, za spolnu montažu, stupnja izolacije 123Si 230/550
- Jednostruki zatezni iz. lanac 110kV, sa 8 čl. U120B za AlČe uže 240/40mm², sa pripadajućom zaštitnom armaturom,
- AlČe uže 240/40mm²

Veze novih aparata u RP 110 kV se izvode užetom AlČe 240/40mm².

6.1.2. Izbor i provera preseka provodnika

Veze novih aparata u 110 kV polju E03 izvode se AlČe užetom 240/40mm². Maksimalno trajno opterećenje provodnika iznosi 630A.

6.1.3. Provera termičkog naprezanja provodnika pri kratkom spoju

Proveru termičkog naprezanja provodnika pri kratkom spoju vršimo prema standardu SRPS IEC 865-1, ovaj standard je identičan sa međunarodnim standardom IEC 865-1:1993, a takođe je ekvivalentan sa evropskim standardom EN 60865-1 iz 1993.godine.

Termički ekvivalentna struja kratkog spoja izračunava se korišćenjem sledeće formule:

$$I_{th} = I_k'' \sqrt{m + n},$$

gde su:

I_k'' - efektivna vrednost subtranzijentne struje trofaznog struje kratkog spoja

m - faktor odavanja toplote usled jednosmerne komponente struje kratkog spoja

n - faktor odavanja toplote usled naizmenične komponente struje kratkog spoja

Provodnici zadovoljavaju u pogledu termičkog naprezanja pri kratkom spoju kada termički ekvivalentna gustina struje kratkog spoja zadovoljava uslov:

$$S_{th} \leq S_{thr} \sqrt{\frac{T_{kr}}{T_k}},$$

gde je:

S_{thr} - naznačena gustina struje kratkog spoja u zavisnosti od temperature i materijala od kog je izrađen provodnik

T_{kr} - naznačeno vreme kratkog spoja (1s)

T_k - trajanje kratkog spoja

Uže Al/Če 240/40 mm²

Za temperaturu provodnika na početku kratkog spoja od $\Theta_b = 65^\circ\text{C}$ i na kraju kratkog spoja $\Theta_e = 170^\circ\text{C}$, za provodnik od aluminijuma ojačan čelikom, nazivna gustina kratkotrajne struje (S_{thr}) za $T_{kr} = 1$ s iznosi:

$$S_{thr} = 80 \text{ A/mm}^2$$

Termički ekvivalentna struja kratkog spoja iznosi:

$$I_{th} = 35.11 \sqrt{0.1 + 0.78} = 32.93 \text{ kA}$$

Za poprečni presek provodnika $A = 282.5 \text{ mm}^2$:

$$S_{th} = \frac{I_{th}}{A} = \frac{32930}{282.5} = 116.6 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$$

Za vreme trajanja kratkog spoja od $T_k = 0.4$ s imamo da je:

$$S_{thr} \sqrt{\frac{T_{kr}}{T_k}} = 80 \cdot 1.58 = 126.5 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2} > 116.6 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$$

Proračun je pokazao odabrani provodnik zadovoljava u pogledu termičkog opterećenja pri kratkom spoju za vreme trajanja kratkog spoja manjeg od 0,4s.

6.1.4. Provera visokonaponske opreme

U sledećem tekstu dat je prikaz provere opreme, gde se pored naznačene vrednosti aparata daje sa desne strane i stvarna vrednost uporedive veličine na mestu ugradnje. Proverom se utvrđuje da li je stvarna vrednost odnosno veličine na mestu ugradnje veća ili jednaka deklarisanjoj vrednosti za taj aparat, čime se potvrđuje da li je oprema dobro odabrana.

Ugradjuje se troljni rastavljač, sa motornim pogonom za glavne noževe, za spoljnu montažu, stupnja izolacije 123Si 230/550, sa sledećim karakteristikama:

- naznačeni napon 123 kV
- naznačena struja 2500 A
- naznačena udarna struja 100 kA > 56.29kA
- naznačena kratkotrajna struja (3s) 40 kA > 37.88kA

6.1.5. Provera izolatorskih lanaca

Izbor izolatorskih lanaca u postrojenju 110 kV izvršen je prema „Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova” (Službeni list SFRJ br. 65/88); Tehničkoj preporuci za koordinaciju izolacije u mrežama visokog napona TP 25,1983

Izolatorski lanci koji se ugrađuju u postrojenju imaju karakteristike prema tabeli 6.1.5.

Tabela 6.1.5.

Maksimalni pogonski napon (kV)	123
Nazivni podnosivi atmosferski udarni napon (1,2/50) (kV)	550
Nazivni kratkotrajni podnosivi napon 50Hz (kV)	230

Poprečne veze u poljima projektovane su sa maksimalnom silom zatezanja od $\sigma_m = 3 \text{ daN/mm}^2$, pa za jednostruko uže AlČe 240/40mm² mak.sila zatezanja užeta iznosi:

$$P_{\max} = 282,5 \text{ mm}^2 \times 3 \text{ daN/mm}^2 = 847,5 \text{ daN}$$

Jednostruki izolatorski lanci moraju da izdrže elektromehaničko naprezanje:

$$P_1 = 3 \times 0,8475 \times 10^3 \text{ daN} = 2,5425 \times 10^3 \text{ daN}$$

Minimalna dužina strujne staze (20 mm/kV) za lance u postrojenju 110 kV je 2460 mm.

Dužina strujne staze jednog članka U 120 B je 320 mm. Za lanac od 8 članka ukupna dužina je 2560mm što je veće od minimalne dužine strujne staze za postrojenje 110 kV .

6.1.6. Vertikalno rastojanje delova aparata pod naponom od zemlje

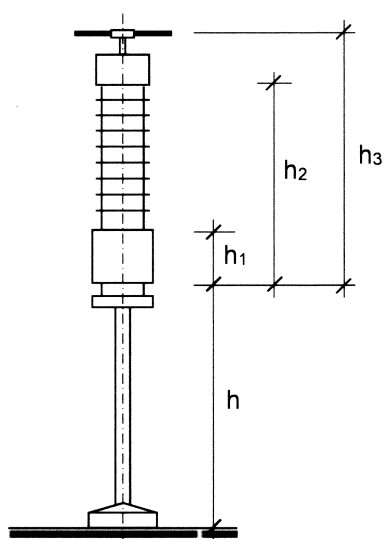
Celo postrojenje je ograđeno spoljašnjom ogradom visine veće od 1,8 m i izvedeno tako da nije moguć pristup u razvodno postrojenje bez posebnih pomoćnih sredstava, osim kroz za to predviđene i kontrolisane prolaze – vrata.

Uz unutrašnju stranu ograde u pojasu visokom 6000 mm i širokom $1500 + 920 = 2420 \text{ mm}$ u RP 110 kV, nema opreme odnosno delova postrojenja pod naponom.

Minimalno odstojanje delova pod naponom od tla, iznosi za postrojenje 110 kV na otvorenom prostoru: $2200 + 920 = 3120 \text{ mm}$

Da bi smo odredili visine nosača aparata poslužićemo se skicom naponskog transformatora sa naznačenim visinama i rastojanjima koja utiču na određivanje visine nosača aparata.

Naznačene visine i rastojanja imaju sledeće značenje :



- h - visina nosača aparata
h₁ - visina metalnog postolja aparata (uzemljeni deo)
h₂ - visina najnižeg dela aparata pod naponom od gornje ivice nosača
h₃ - visina najnižeg dela aparata pod naponom od ose provodnika

Prema mernim skicama aparata navešćemo vrednost veličina: h₁, h₂ i h₃

Tabela 6.1.2.1

red. broj	Naziv aparata	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	h ₃ (mm)
1	Naponski transformator snage VPT-145 „Končar”	441	3089	4384
2	Rastavljač COELME, CBD 123 – 2500A,	170	1390	1665

Na osnovu navedenih visina i rastojanja mogu se odrediti minimalne visine nosača aparata od tla. Tako je minimalna visina nosača aparata od tla:

Tabela 6.1.2.2

Naponski transformator snage VPT-145 „Končar”	$h_{\min} = 3120 - 3089 = 31 \text{ mm}$
Rastavljač COELME, CBD 123 – 2500A	$h_{\min} = 3120 - 1390 = 1730 \text{ mm}$

Na osnovu navedenih minimalnih visina nosača aparata proračuna i kriterijuma da visine vešanja provodnika između aparata budu približno jednake, usvajamo sledeće visine nosača aparata.

Tabela 6.1.2.3

Naponski transformator snage VPT-145 „Končar”	h = 1900 mm
Rastavljač COELME, CBD 123 – 2500A	h = 2700 mm

Gornja ivica uzemljenog nosača visokonaponskog aparata mora biti udaljena od zemlje najmanje 2300 mm („Službeni list SFRJ” broj 4/74 god.).

Visina gornje ivice uzemljenog nosača aparata (h+h₁) iznosi:

Tabela 6.1.2.4

Naponski transformator snage VPT-145 „Končar”	$1900 + 441 = 2341 \text{ mm} > 2300 \text{ mm}$
Rastavljač COELME, CBD 123 – 2500A	$2700 + 170 = 2870 \text{ mm} > 2300 \text{ mm}$

Na osnovu date analize vidi se da usvojena visina nosača aparata zadovoljava.

6.1.7. Proračun bilansa opterećenja naizmeničnog razvoda

Proračun bilansa opterećenja naizmeničnog razvoda je preuzet iz projekta Rekonstrukcija TS 220/110/10,5 kV Beograd 3, Sveska E8-Sopstvena potrošnja. Tabela 7. Bilans potrošnje naizmeničnog napona (nužna + opšta potrošnja)

Redni broj	Naziv prijemnika - izvoda	Broj komada	Instalisana snaga (VA)	Faktor jednovremenosti	Jednovremena snaga (VA)
1	Potrošači vezani na sabirnice nužnog napajanja TS i RNDC		(226320+86863) 313189	0.52	(108940+53335) 162275
2	Instalacije relejne kućice	8	105280	0.32	33498
3	Grejanje aparata 220kV	1	944	0.85	8178
4	Grejanje aparata 110kV	1	16792	0.97	16264
5	Utičnice u pogonima 220kV	1	45000	0.02	1000
6	Utičnice u pogonima 110kV	1	93000	0.01	1000
4	Spoljno svetlo	1	15450	1.00	15450
5	Instalacija tornja	1	30716	0.52	16000
6	Stanični računar - grejanje	1	150	1.00	150
7	Pomoćno napajanje dizela	1	500	1.00	500
8	Instalacije komandne zgrade	1	72017	0.49	35500
9	Napajanje RNDC-a(opšta potrošnja)	1	79418	0.60	47730
10	Kotlarnica	1	96210	1.00	96210
11	Grejanje aparata u 10kV postrojenju	1	1875	0.41	775
12	Orman osvetljenja otvorenog magacina investicija (ZNA)	1	5500	1.00	5500
13	Magacin i stanovi (ZNA)	1	80000	0.43	34000
14	Mašina za ulje (ZNA)	1	250000	0.00	0
15	Rezerva		30000	0.00	0
	Σ		1239981	0.38	474030

Zbir jednovremenih snaga izvoda koji se napajaju mrežnim naponom sa sabirnica opšte potrošnje je 474,030kVA, na bazi čega su izabrani kućni transformatori snage 630kVA.

Kako se RNDC neće napajati sa TS Beograd 3, ukupni zbir jednovremenih snaga izvoda koji se napajaju mrežnim naponom sa sabirnica opšte potrošnje je 372,965 kVA. Napajanje sa naponskih transformatora snage je rezervno napajanje sopstvene potrošnje mrežnim naponom i to snage 300 kVA. U tom slučaju je potrebno uputstvom za manipulaciju isključiti neke od potrošača koji nisu prioritet.

6.1.8. Izbor preseka uzemljivačkog užeta

Najmanji dozvoljeni presek provodnika u sistemu uzemljenja, pri kratkotrajnom zagrevanju određuje se pomoću izraza:

$$q_{\min} = k \cdot I \cdot \sqrt{t}$$

gde su:

$q_{\min}$ - najmanji dozvoljeni presek provodnika za struju I , u mm^2

I - struja merodavna za toplotni proračun u kA, ($I = 37.88$ kA)

t - trajanje struje I u sekundama, (t = 1 s)

k - sačinilac koji zavisi od vrste materijala.

Obzirom da se metalne konstrukcije vezuju na uzemljivač preko omče, za merodavnu struju za toplotni proračun uzima se polovina tranzijentne struje jednofaznog zemljospoja. Trajanje zemljospoja je 1sek, a sačinilac k za bakarno uže iznosi 6,25.

$$q_{min} = 6.25 \cdot \frac{37.88}{2} = 118.37 \text{ mm}^2$$

Prvi sledeći standardni presek bakarnog užeta je 120mm². Tim užetom će se uzemljiti nova oprema u polju E03. Istim presekom je izvedena i uzemljivačka mreža u trafostanici.

6.2. Predmer i predračun

r.br.	Opis	Jed.cene (RSD)	Količina	Ukupno (RSD)
A	Primarna oprema			
1	Naponski transformator snage 110kV	4.293.000,00	3	12.879.000,00
2	Tropolni rastavljač 110kV bez noževa za uzemljenje	950.000,00	1	950.000,00
3	Spojna i ovesna oprema, provodnici I uzemljenje			900.000,00
	UKUPNO pozicija A:			14.729.000,00
B	Ostalo			
4	Oprema u razvodu 0,4 kV			845.000,00
5	Orman merenja			192.000,00
6	Ostali nespecificiran materijal			200.000,00
	UKUPNO pozicija B:			1.237.000,00
	UKUPNO OPREMA (A+B)			15.966.000,00
C.	Transport, i montaža			
9	Transport nove opreme do gradilišta			400.000,00
10	Montaža nove opreme			750.000,00
	UKUPNO pozicija C:			1.150.000,00
	UKUPNO (A+B+C)			17.116.000,00

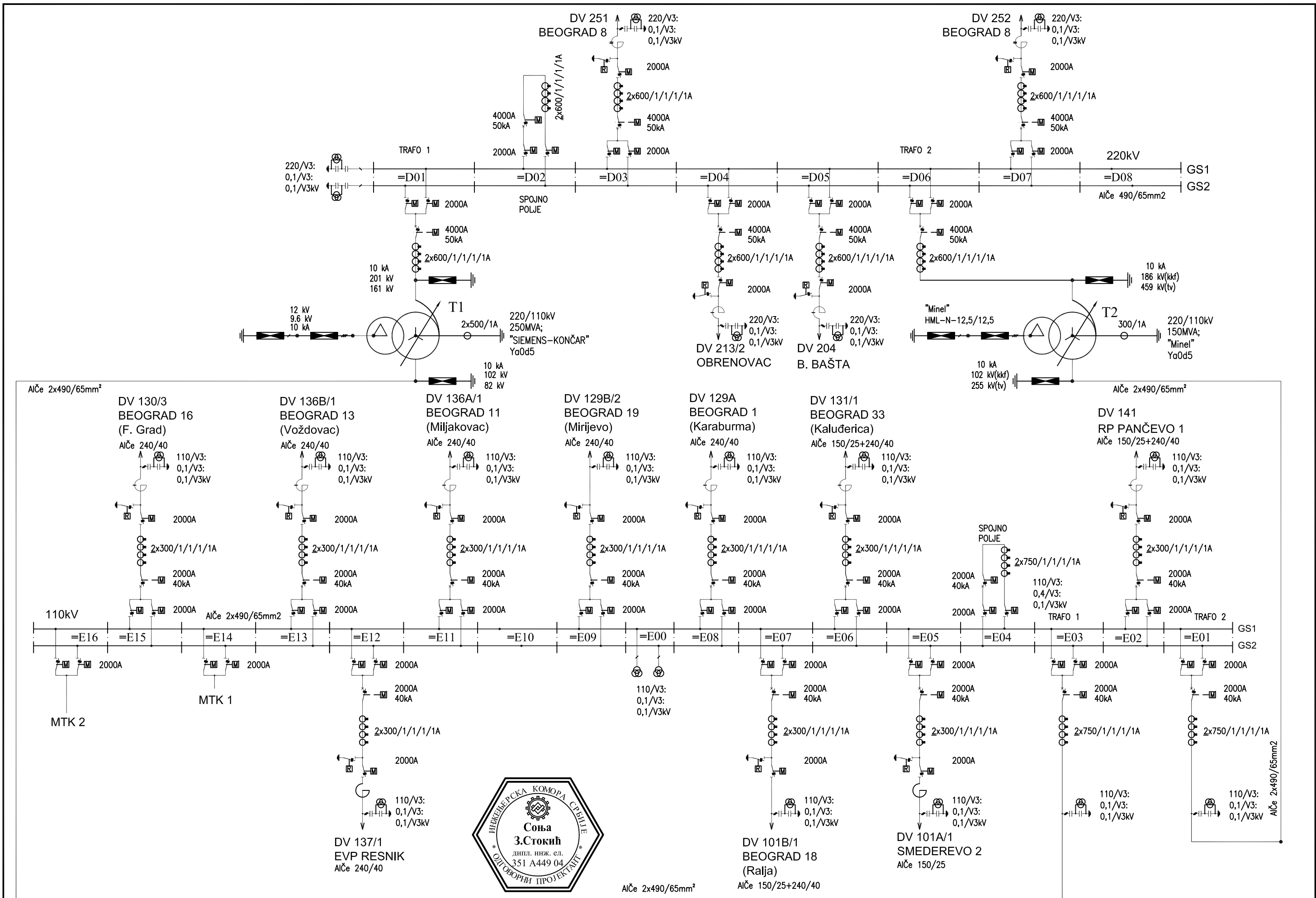


Odgovorni projektant

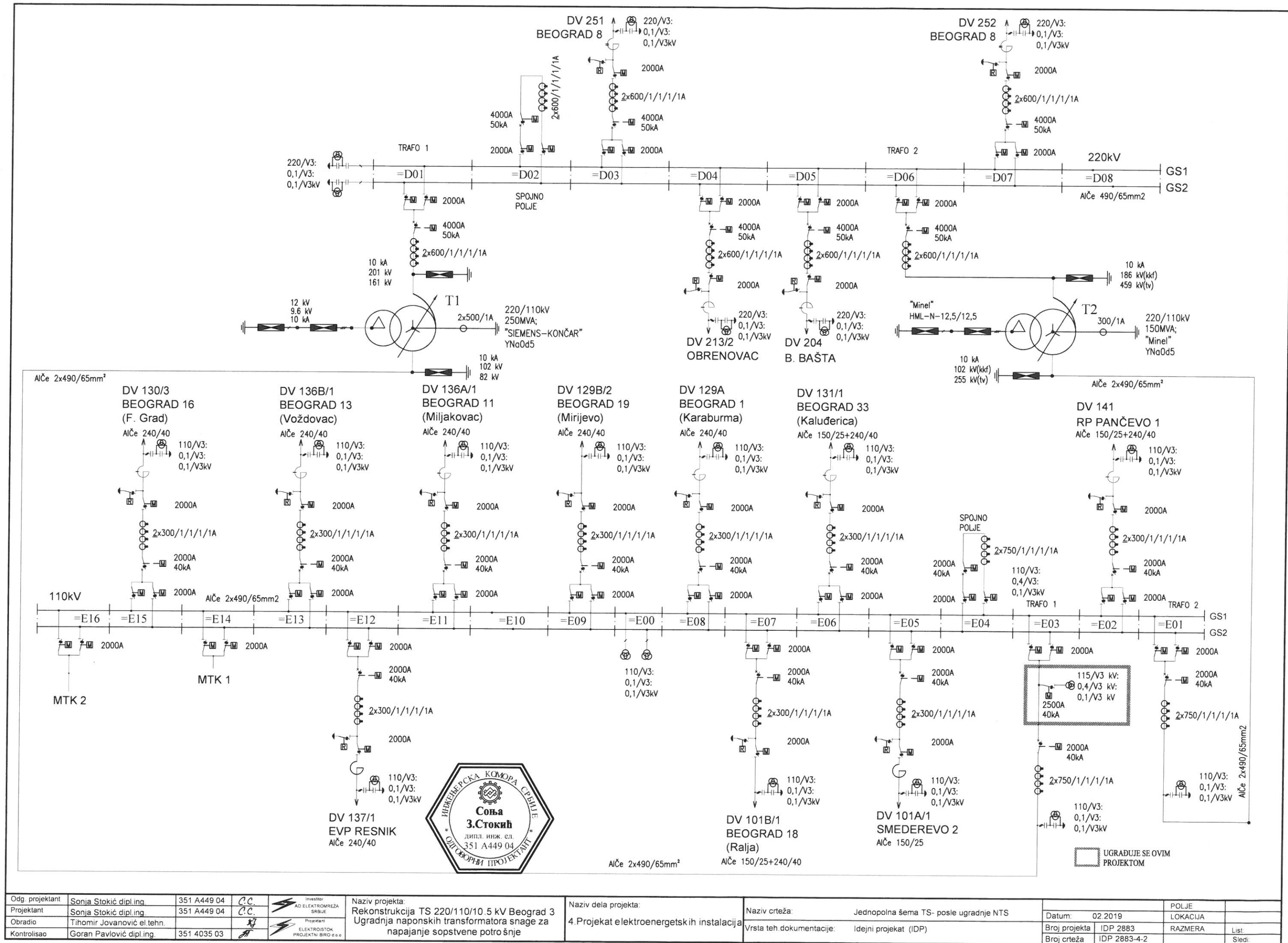
Sonja Stokić

Sonja Stokić, dipl.inž.el.
broj licence 351 A449 04

7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA



Odg. projektant	Sonja Stokić dipl.ing.	351 A449 04	CC	Investitor AD ELEKTROMREŽA SRBIJE	Naziv projekta: Rekonstrukcija TS 220/110/10.5 kV Beograd 3 Ugradnja naponskih transformatora snage za napajanje sopstvene potrošnje	Naziv dela projekta: 4.Projekat elektroenergetskih instalacija	Naziv crteža: Jednopolna šema TS- postojeće stanje	Datum: 02 2019	POLJE	
Projektant	Sonja Stokić dipl.ing.	351 A449 04	CC	Projektant ELEKTROISTOK PROJEKTI BIRO d.o.o.			Vrsta teh.dokumentacije: Idejni projekat (IDP)	Broj projekta IDP 2883	LOKACIJA	
Obradio	Tihomir Jovanović el.tehn.							Broj crteža IDP 2883-4-1	RAZMERA	List:
Kontrolisao	Dragan Nikolić dipl.inž.el.	351 K551 11								Sledi:



R P 110kV:

E01 TRAFU POLJE T2
E02 DV 141 RP PANČEVO 1
E03 TRAFU POLJE T1
E04 SPOJNO POLJE
E05 DV 101A/1 SREDEREVO 2
E06 DV 131/1 BEOGRAD 33 (Kaluđerica)
E07 DV 101B/1 BEOGRAD 18 (Rajja)
E08 DV 129A BEOGRAD 1 (Karaburma)
E09 DV 129B/2 BEOGRAD 19 (Mirjevo)
E10 DV REZERVA
E11 DV 136A/1 BEOGRAD 11 (Miljakovac)
E12 DV 137/1 EVP RESNIK
E13 DV 136B/1 BEOGRAD 13 (Vozdovac)
E14 MTK 1
E15 DV 130/3 BEOGRAD 16 (Filmski Grad)
E16 MTK 2

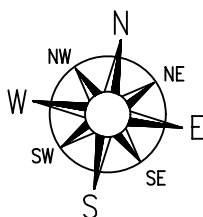
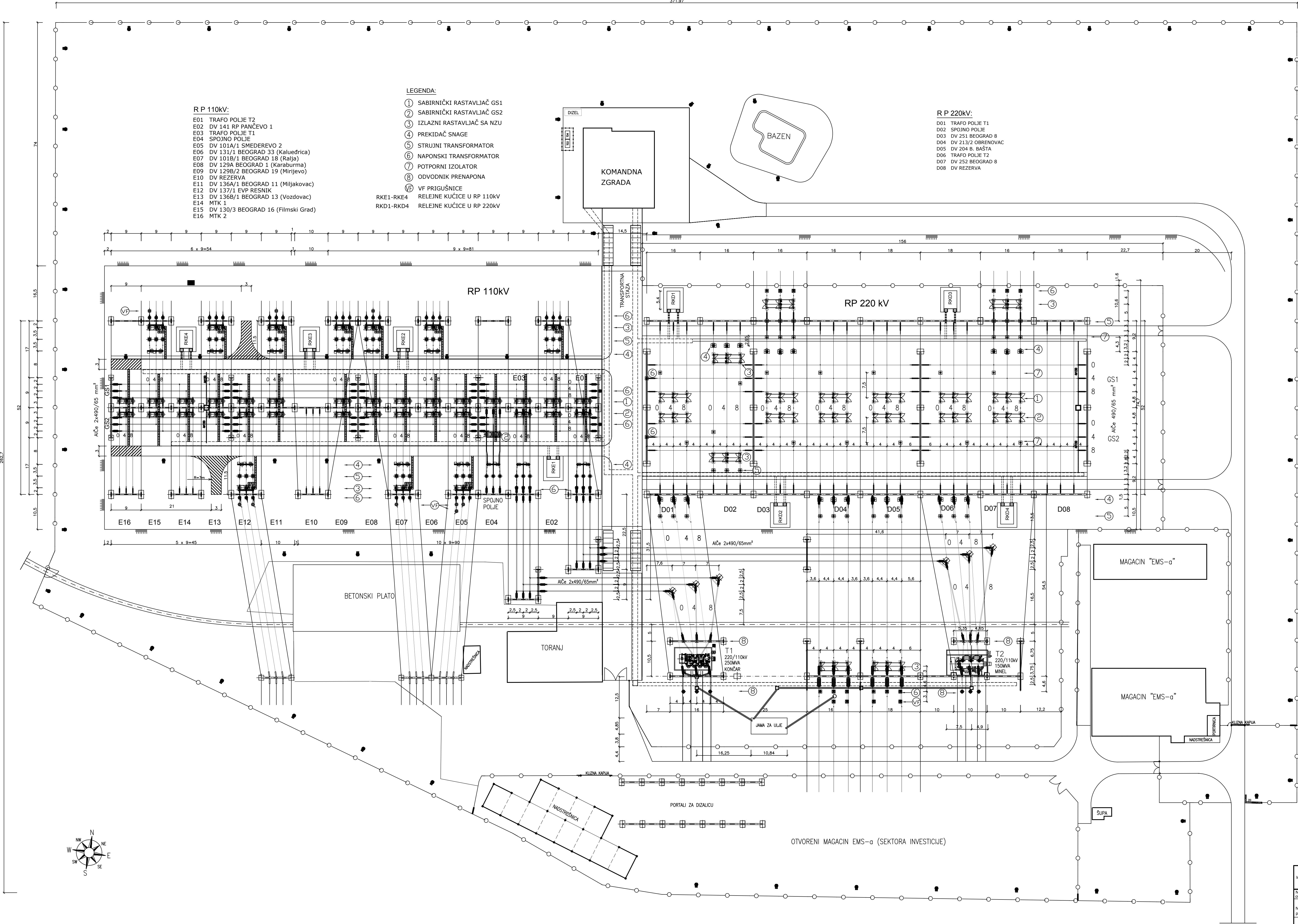
LEGENDA:

- ① SABIRNIČKI RASTAVLJAČ GS1
② SABIRNIČKI RASTAVLJAČ GS2
③ IZLAZNI RASTAVLJAČ SA NZU
④ PREKIDAČ SNAGE
⑤ STRUJNI TRANSFORMATOR
⑥ NAPONSKI TRANSFORMATOR
⑦ POTPORNI IZOLATOR
⑧ ODVODNIK PRENAPONA
VF PRIGUŠNICE

RKE1-RKE4 RELEJNE KUĆICE U RP 110kV
RKD1-RKD4 RELEJNE KUĆICE U RP 220kV

R P 220kV:

D01 TRAFU POLJE T1
D02 SPOJNO POLJE
D03 DV 251 BEOGRAD 8
D04 DV 213/2 OBRENOVAC
D05 DV 204 B. BAŠTA
D06 TRAFU POLJE T2
D07 DV 252 BEOGRAD 8
D08 DV REZERVA



Investitor:	Akcionarsko društvo Elektromreža Srbija	Projektant:	Elektroistok Projektirni biro d.o.o.
Naziv objekta:	TS 220/110kV Beograd 3	Vrsta teh.doc.	IDP - Idejni projekat
Naziv projekta:	Rekonstrukcija TS 220/110/10.5kV Beograd 3 Ugradnja naponskih transformatora snage za rezervno napajanje sopstvene potrošnje	Opisak i naziv dela projekta:	4.Projekat elektroenergetskih instalacija
Odgovorni projektant:	Sonja Stokić dipl.inž.el.	Naziv crteža:	DISPOZICIJA TS - postojeće stanje
Obradio:	Tihomir Jovanović el.tehn.	Razmera:	1:500
Kontrolisao:	Dragan Nikolić dipl.inž.el.	Datum:	03.2019
	351 K551 11	Broj projekta:	IDP 2883
		Broj crteža:	IDP 2883-4-3

R P 110kV:

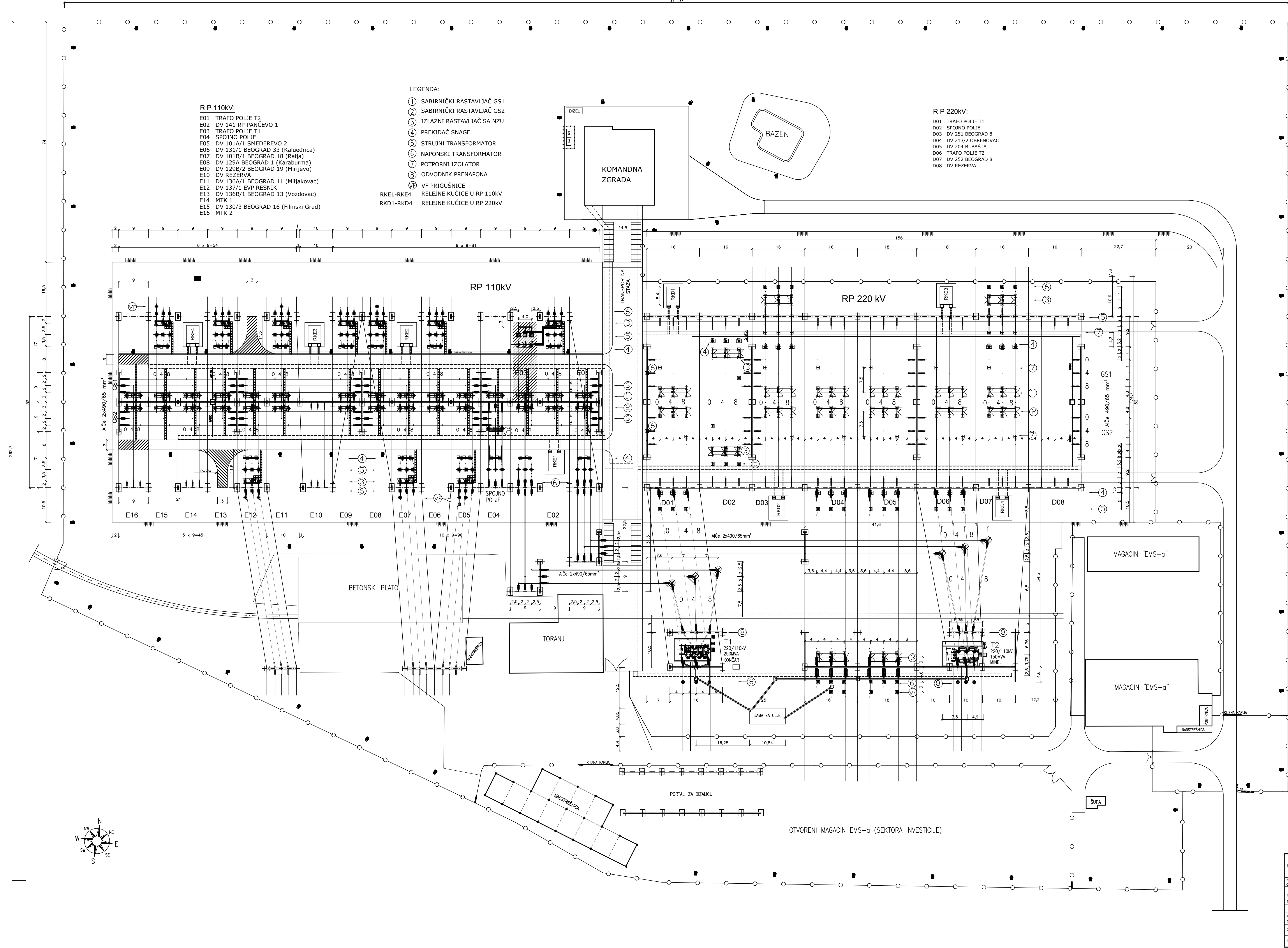
- E01 TRAFI POLJE T2
E02 DV 141 RP PANČEVO 1
E03 TRAFI POLJE T1
E04 SPOJNO POLJE
E05 DV 101A/1 SMEDEREVO 2
E06 DV 131/1 BEOGRAD 33 (Kaludrica)
E07 DV 101B/1 BEOGRAD 18 (Rajja)
E08 DV 129A BEOGRAD 1 (Karaburma)
E09 DV 129B/2 BEOGRAD 19 (Mirijevo)
E10 DV REZERVA
E11 DV 136A/1 BEOGRAD 11 (Miljakovac)
E12 DV 137/1 EVP RESNIK
E13 DV 136B/1 BEOGRAD 13 (Vozdovac)
E14 MTK 1
E15 DV 130/3 BEOGRAD 16 (Filmski Grad)
E16 MTK 2

LEGENDA:

- ① SABIRNIČKI RASTAVLJAČ GS1
② SABIRNIČKI RASTAVLJAČ GS2
③ IZLAZNI RASTAVLJAČ SA NZU
④ PREKIDAČ SNAGE
⑤ STRUJNI TRANSFORMATOR
⑥ NAPONSKI TRANSFORMATOR
⑦ POTPORNI IZOLATOR
⑧ ODVODNIK PRENAPONA
VF VF PRIGUŠNICE
RKE1-RKE4 RELEJNE KUĆICE U RP 110kV
RKD1-RKD4 RELEJNE KUĆICE U RP 220kV

R P 220kV:

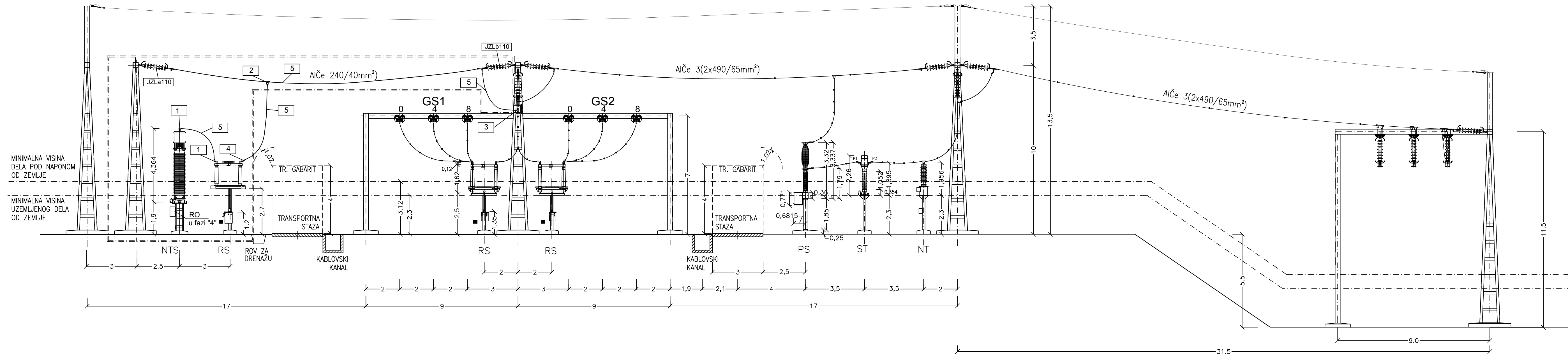
- D01 TRAFI POLJE T1
D02 SPOJNO POLJE
D03 DV 251 BEOGRAD 8
D04 DV 213/2 OBRENOVAC
D05 DV 204 B. BAŠTA
D06 TRAFI POLJE T2
D07 DV 252 BEOGRAD 8
D08 DV REZERVA



DEO TS U KOME SE IZVODE RADNOVI PO OVOM PROJEKTU



Investitor:	Akcionarsko društvo Elektromreža Srbija	Projektant:	Elektroistok Projektni biro d.o.o.
Naziv objekta:	TS 220/110kV Beograd 3	Vrsta teh.dok.	IDP - Idejni projekat
Naziv projekta:	Rekonstrukcija TS 220/110/10.5kV Beograd 3 Ugradnja naponskih transformatora snage za rezervno napajanje postojećih potrošača	Ogleda i naziv dela projekta:	4.Projekat elektroenergetskih instalacija
Odgovorni projektant:	Sonja Stokić dipl.inž.el.	Broj isance:	1
Obradilo:	Tihomir Jovanović el.tehn.	Naziv crteža:	DISPOZICIJA TS - posle ugradnje NTS
Kontrolisao:	Dragan Nikolić dipl.inž.el.	Razmera:	1:500
		Datum:	02.2019.
		Broj projekta:	IDP 2883
		Broj crteža:	IDP 2883-4.4



SCALE 1:125

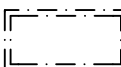


LEGENDA:

GS1 GLAVNE SABIRNICE 1
GS2 GLAVNE SABIRNICE 2

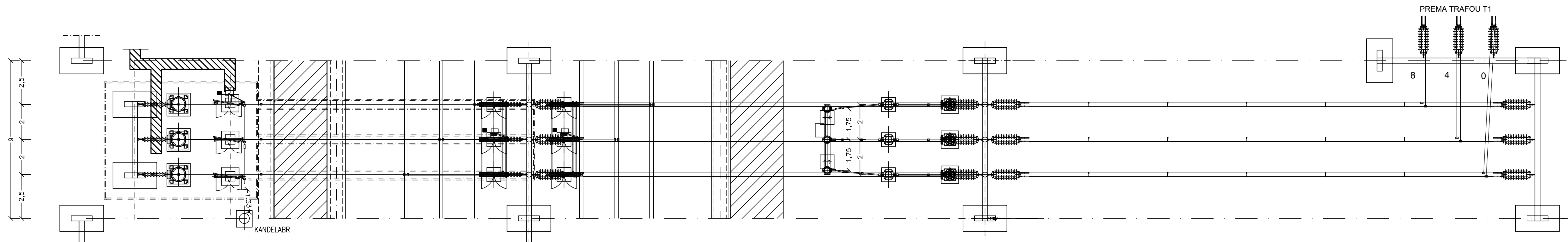
NAPOMENA:

- OPREMA KOJA SE UGRADUJE PO OVOM PROJEKTU, SPECIFICIRANA JE NA OVOM CRTEŽU.



UGRADUJE SE OVIM PROJEKTOM

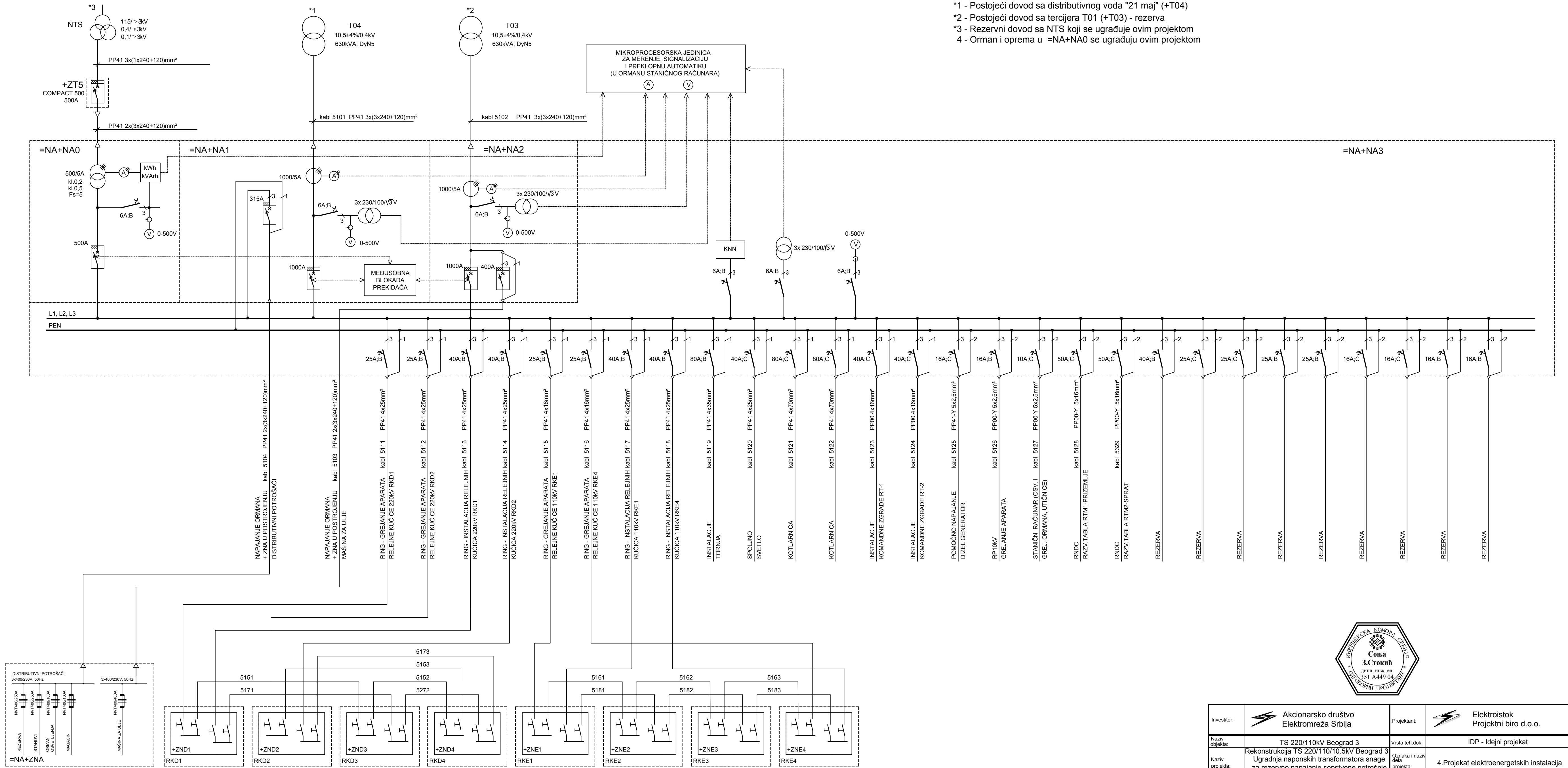
JZLa110	JEDNOSTRUKI ZATEZNI IZLANAC, SA ZAT.STEZ. ODV. SA ZAT. ZA ALČE240/40mm²	kom.	3	"Minel"	
JZLb110	JEDNOSTRUKI ZATEZNI IZLANAC, SA ZAT.STEZ SA ODV. ZA ALČE 240/40mm²	kom.	3	"Minel"	
5	AlČe UŽE 240/40 mm²	kg.	65		
4	45° STEZ. ZA SPOJ AlČe UŽETA 240/ 40 mm² Al PLOČU 100x100mm		3	"Žiks Hard"-A22 22 100	
3	"T" STEZ. ZA AlČe UŽE 2x490/65mm² PROLAZ i AlČe UŽE 240/40mm² ODV.	kom.	3	"Žiks Hard"-AM04 30 22	
2	"T" STEZ. ZA AlČe UŽE 240/40mm² PROLAZ i AlČe UŽE 240/40mm² ODV.	kom.	3	"Žiks Hard"-AM04 22 22	
1	90° STEZ. ZA SPOJ AlČe UŽETA 240/ 40 mm² Al PLOČU 100x100mm	kom.	6	"Žiks Hard"-A23 22 100	
RS	TROPOLNI RASTAVLJAČ, 123kV, 2500A, motorni pogon CD101	kom.	1	"Coelme" CBD	
NTS	NAPONSKI INDUKTIVNI TRANSFORMATOR 115/V3:0,4/V3:0,1/V3kV	kom.	3	"Končar" - VPT-145	
Pozic. na crt.	Naziv i karakteristike opreme	mera	kol.	Proizvođač i tip	Primedba



Investitor:	Akcionarsko društvo Elektromreža Srbija	Projektant:	Elektroistok Projektni biro d.o.o.
Naziv objekta:	TS 220/110kV Beograd 3	Vrsta teh.dok.	IDP - Idejni projekat
Naziv projekta:	Rekonstrukcija TS 220/110/10.5kV Beograd 3 Ugradnja naponskih transformatora snage za rezervno napajanje sopstvene potrošnje	Oznaka i naziv dela projekta:	4.Projekat elektroenergetskih instalacija
Odgovorni projektant:	Sonja Stokić dipl.inž.el.	Potpis:	
Obradio:	Tihomir Jovanović el.tehn.	Potpis:	
Kontrolisao:	Dragan Nikolić dipl.inž.el.	Potpis:	
Razmera:	1:125	Datum:	10.2018.
Broj projekta:	IDP 2883	Broj crteža:	IDP 2883-4-5

NAPOMENA:

- *1 - Postojeći dovod sa distributivnog voda "21 maj" (+T04)
*2 - Postojeći dovod sa tercijera T01 (+T03) - rezerva
*3 - Rezervni dovod sa NTS koji se ugrađuje ovim projektom
4 - Orman i oprema u =NA+NA0 se ugrađuju ovim projektom



Investitor:	Akcionarsko društvo Elektromreža Srbija	Projektant:	Elektroistok Projektni biro d.o.o.
Naziv objekta:	TS 220/110kV Beograd 3	Vrsta teh. dok.	IDP - Idejni projekat
Naziv projekta:	Rekonstrukcija TS 220/110/10.5kV Beograd 3 Ugradnja naponskih transformatora snage za rezervno napajanje sopstvene potrošnje	Oznaka i naziv dela projekta:	4.Projekat elektroenergetskih instalacija
Odgovorni projektant:	Ime i prezime Sonja Stokić dipl.inž.el.	Broj licence	351 A449 04
Obradio:	Tihomir Jovanović el.tehn.	Polpis	
Kontrolisao:	Dragan Nikolić dipl.inž.el.	Razmera:	Datum: 03.2019
		Broj projekta:	IDP 2883
		Broj crteža:	IDP 2883-4-6

