

#### 4 - PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

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

Objekat: TS 400/110kV Kragujevac 2 (KP 731/1, KO  
Kragujevac 4, opština Kragujevac)

Vrsta tehničke dokumentacije: IDR – Idejno rešenje

Naziv i oznaka dela projekta: 4 - projekat elektroenergetskih instalacija

Za građenje/izvođenje radova: Rekonstrukcija TS 400/110kV Kragujevac 2

Pečat i potpis: Projektant:  
ELEKTROISTOK PROJEKTNI BIRO D.O.O.  
Beograd, Ul. Rovinjska 14  
Direktor: Zoran Čokaš, dipl.ekonomista



*Zoran Čokaš*

Pečat i potpis:



Odgovorni projektant:  
Dragan Nikolić, dipl.inž.el.  
broj licence 351 K551 11

*Dragan Nikolić*

Broj projekta: IDR 2868

Mesto i datum: Beograd, 11.2017. god.

## SADRŽAJ

1. **NASLOVNA STRANA**
2. **SADRŽAJ**
3. **REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA**
4. **IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA**
5. **TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA**
  - 5.1. Izjava o međusobnoj usaglašenosti delova tehničke dokumentacije
  - 5.2. Projektni zadatak
  - 5.3. Tehnički opis
6. **NUMERIČKA DOKUMENTACIJA**
  - 6.1. Proračuni
7. **GRAFIČKA DOKUMENTACIJA**
  - 7.1. Jednopolna šema TS – postojeće stanje ..... IDR2868-4-1
  - 7.2. Jednopolna šema TS – posle rekonstrukcije ..... IDR2868-4-2
  - 7.3. Dispozicija trafostanice – pre rekonstrukcije ..... IDR2868-4-3
  - 7.4. Dispozicija trafostanice – posle rekonstrukcije ..... IDR2868-4-4
  - 7.5. Presek DV polja 400kV ..... IDR2868-4-5
  - 7.6. Presek trafo polja 400kV ..... IDR2868-4-6
  - 7.7. Presek spojnog polja 400kV ..... IDR2868-4-7
  - 7.8. Presek DV polja 110kV ..... IDR2868-4-8
  - 7.9. Presek trafo polja 110kV ..... IDR2868-4-9
  - 7.10. Presek spojnog polja 110kV ..... IDR2868-4-10
  - 7.11. Presek pomoćnog spojnog polja 110kV ..... IDR2868-4-11
  - 7.12. Jednopolna šema RP 10kV ..... IDR2868-4-12

## 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 i 145/14) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i način vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata ("Službeni glasnik RS", br. 23/2015, 77/2015, 58/2016, 96/2016, 67/2017) kao:

### ODGOVORNI PROJEKTANT

za izradu projekta elektroenergetskih instalacija koji je deo Idejnog rešenja za rekonstrukciju TS 400/110kV Kragujevac 2 (KP 731/1, KO Kragujevac 4, opština Kragujevac) određuje se:

Dragan Nikolić, dipl.inž.el.  
broj licence 351 K551 11

Projektant:

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

Odgovorno lice / zastupnik:  
Pečat:

Zoran Čokaš, dipl.ekonomista  
Potpis:

*AV*

*Zoran Čokaš*



Broj tehničke dokumentacije:

IDR 2868

Broj rešenja:

1403

Mesto i datum:

Beograd, 27.11.2017. god.

## IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Odgovorni projektant projekta elektroenergetskih instalacija koji je deo Idejnog rešenja za rekonstrukciju TS 400/110kV Kragujevac 2 (KP 731/1, KO Kragujevac 4, opština Kragujevac)

Dragan Nikolić, 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 (IDR):  
Broj licence:

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

Pečat:

Potpis:



Broj tehničke dokumentacije:

IDR 2868

Mesto i datum:

Beograd, 11.2017. god.

## **5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA**

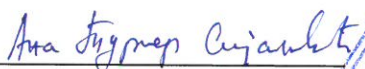
### **5.1. Izjava o međusobnoj usaglašenosti delova tehničke dokumentacije**

## IZJAVA O MEĐUSOBNOJ USAGLAŠENOSTI TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

Ovim se potvrđuje da je izvršeno međusobno usaglašavanje delova tehničke dokumentacije za Idejno rešenje za rekonstrukciju TS 400/110kV Kragujevac 2 (KP 731/1, KO Kragujevac 4, opština Kragujevac), broj projekta IDR2868.

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



  
Ana Turner Stojanović, dipl. inž. grad.  
licenca br. 310 G290 08



  
Dušica Jević, dipl. inž. arh.  
licenca br. 300 6685 04



## 5.2. Projektni zadatak

**PROJEKTNI ZADATAK**  
**za izradu tehničke dokumentacije za rekonstrukciju**  
**TS 400/110 kV KRAGUJEVAC 2**

**1. OPŠTI PODACI**

|      |                            |                            |
|------|----------------------------|----------------------------|
| 1.1. | Investicioni objekat       | TS 400/110 kV KRAGUJEVAC 2 |
| 1.2. | Investitor                 | JP "E M S" Beograd         |
| 1.3. | Naziv objekta              | TS 400/110 kV KRAGUJEVAC 2 |
| 1.4. | Broj etapa gradnje         | jedna                      |
| 1.5. | Planirani početak gradnje  | 2016.god.                  |
| 1.6. | Planirano puštanje u pogon | 2018.god.                  |

**2. OSNOVNI TEHNIČKI PODACI ZA REKONSTRUKCIJU TRANSFORMATORSKE STANICE TRANSFORMACIJA**

odnos transformacije: 400/110 kV  
snaga transformacije : 2x300 MVA  
Nema izmena u odnosu na postojeći odnos i snagu transformacije.

**2.1. POSTROJENJE 400 kV**

Zadržava se postojeće postrojenje, uz opremanje rezervnog polja C02 kao dalekovodnog polja za priključak novog dalekovoda pravac TS Kraljevo 3. Sva postojeća VN oprema se menja novom opremom, osim prekidača u DV poljima br.4 i br.6 koji su novi. U spojnom polju je potrebno ugraditi jedan set strujnih transformatora za potrebe zaštite sabirnica.

**2.2. POSTROJENJE 110 kV**

Zadržava se postojeće postrojenje. DV polja br. 13 i br. 16 su kompletno rekonstruisana, tako da nije potrebno predvideti njihovu rekonstrukciju.

Sva ostala opreme koja nije navedena u prethodnom pasusu se menja novom opremom. U spojnim poljima je potrebno ugraditi po jedan set strujnih transformatora za potrebe zaštite sabirnica.

Zadržava se pomoćni sistem sabirnica, i u tom kontekstu zameniti sve rastavljače pomoćnog sistema sabirnica.

Uskladiti stepen izolacije na trafo portalima, tako da stepen izolacije sa obe naponske strane bude za naponski nivo 400 kV.

**2.3. POSTROJENJE SOPSTVENE POTROŠNJE**

U okviru rekonstrukcije postrojenja sopstvene potrošnje, u skladu IS-EMS 133:2014 predvideti :

- Novo postrojenje 10 kV
- Novi razvod 0,4 kV, 50Hz,
- novi razvod jednosmernog napona 220 V,
- novi inverter modularnog tipa,
- novi dizel – električni agregat sa odgovarajućom stop-start automatikom
- nove akumulatorske baterije
- novi ispravljači modularnog tipa

**3. TEHNIČKI PODACI O ELEMENTIMA TRAFOSTANICE****3.1. POSTROJENJE 400 kV**

Način uzemljenja: direktno

Sabirnice – Predvideti kompletnu rekonstrukciju, odnosno zamenu provodnika, izolacije i ovesne opreme

Veze u poljima izvesti Al/Č užetom 2x490/65mm<sup>2</sup>.

### 3.2. POSTROJENJE 110 kV

Način uzemljenja: direktno

Sabirnice 110 kV - Predvideti kompletnu rekonstrukciju, odnosno zamenu provodnika, izolacije i ovesne opreme

Veze u poljima izvesti Al/Č užetom 2x490/65mm<sup>2</sup>.

Trafo polja i spojno polje dimenzionisati za 300 MVA, a dalekovodna polja za Al/Č 240/40mm<sup>2</sup>.

### 3.3. POSTROJENJA SOPSTVENE POTROŠNJE

Kompletnu opremu za sopstvenu potrošnju odabrati u skladu sa IS-EMS 133:2014

#### 3.3.1. POSTROJENJE 10 kV

Predvideti opremanje 10 kV postrojenja u skladu u skladu sa standardom IS-EMS 133:2014 i u skladu sa tehničkim uslovima i rešenjima područne distribucije.

Dati rešenje za napajanje stanova sa distributivne mreže.

Ugraditi dva nova kućna transformatora, i obezbediti još jedan distributivni vod 10 kV.

Ukida se napajanje sopstvene potrošnje sa tercijera transformatora.

#### 3.3.2. RAZVOD NAPONA 0,4 kV, 50 HZ

Izvršiti zamenu razvoda 0,4 kV, 50 Hz i dimenzionisati u skladu sa snagom i brojem izvoda potrošača. Postrojenje prilagoditi usvojenoj koncepciji sa relejnim kućicama. Opremu u ćelijama 0,4 kV odabrati u skladu sa važećim propisima i internim standardima.

Predvideti priključke za napajanje mašine za ulje i mobilne VN laboratorije snage 250 kW.

#### 3.3.3. DIZEL-ELEKTRIČNI AGREGAT

Postojeći dizel-električni agregat, zameniti novim odgovarajuće snage. Predvideti novi dizel-električni agregat oklopljenog tipa za spoljnu montazu, postojeći dizel agregat zadržati kao rezervu

Predvideti stop-start automatiku u razvodu 0,4kV.

#### 3.3.4. RAZVOD JEDNOSMERNOG I NAIZMENIČNOG NAPONA 220V

Postojeći razvod 220V JSS se menja, novim razvodom, Postrojenje jednosmernog napona 220 V je sa dve nove stacionarne akumulatorske baterije i dva automatski regulisana ispravljača za rad u paralelnom spoju. Formirati kola „A“ i „B“, mogućnost povezivanja kola „A“ i kola „B“ predvideti isključivo ručnim putem.

Obezbeđenje neprekidnog naizmeničnog napajanja 230 V, 50 Hz ili nekog drugog napona rešiti distribuirano u relejnim kućicama, u sklopu same opreme kojoj treba obezbediti neprekidno napajanje.

Za napajanje staničnog računara, sve ostale opreme u ormanu staničnog računara kao i switch-eva u relejnim kućicama se koristi 220V DC, za radne stanice i inženjersku stanicu koristiti sigurnosno napajanje 230, 50 Hz, iz novih invertora.

Maksimalno voditi računa o selektivnosti zaštitnih uređaja u kolima sopstvene potrošnje.

Predvideti posebne zaštitne automate za napajanje switch-eva u relejnim kućicama.

### 3.4. SMEŠTAJ SEKUNDARNE OPREME POSTROJENJA 400 kV i 110 kV

Predvideti distribuirane sisteme zaštite i upravljanja smeštene u relejnim kućicama. Postojeća komandna tabla se u krajnjoj fazi demontira, odnosno privremeno se zadržava samo u najneophodnijoj meri ukoliko je to potrebno u postupku izvođenja rekonstrukcije.

### 3.5. SMEŠTAJ SEKUNDARNE OPREME POSTROJENJA SOPSTVENE POTROŠNJE

Pokazne instrumente i zaštitne uređaje smestiti u skladu sa odabranim tehničkim rešenjem sopstvene potrošnje.

### 3.6. KABLOVSKE TRASE

Optički i neophodni komandni, signalni, merni i energetska kablovi između komandne i pogonske zgrade i relejnih kućica polažu se u pokrivene kablovske kanale, a kablove od relejnih kućica do opreme u odgovarajućem polju položiti delom u kablovske kanale, a delom direktno u zemlju.

Obezbediti mehaničku zaštitu kablova na izlazu iz zemlje do opreme u polju. Umesto postojećih kablova predvideti kablovske kanale. Pri tome obezbediti odgovarajuću dispoziciju kablova unutar kanala. Predvideti mehaničku zaštitu na ulasku kablova u kablovske kanale od glodara, vode i sl. nekom od savremenih tehnologija zaptivanja. Postojeće kablove i kablovice izvaditi iz zemlje.

## 4. PODACI O OPREMI

### 4.1. POSTROJENJE 400 kV

Opremu odabrati za 400 kV mrežu sa direktno uzemljenom neutralnom tačkom.

#### 4.1.1. Prekidači

U postrojenju 400 kV predvideti prekidače odgovarajuće prekidne moći izrađene u SF6 tehnici. Podaci o strujama kratkog spoja dati su u prilogu.

Prekidači treba da budu sa motorno-opružnim pogonom, za naizmenični napon 230 V, 50 Hz.

Treba da imaju kalem za uključenje i dva nezavisna kalema za isključenje, za jednosmerni napon 220V. Svaki pol prekidača treba da ima sopstveni pogon.

Prekidači treba da budu opremljeni lokalnom automatikom za zaštitu od nesimetrije polova prekidača.

#### 4.1.2. Rastavljači

Svaki pol rastavljača treba da ima sopstveni motorni pogon. Noževi za uzemljenje su takođe sa jednim motornim pogonom za svaki pol posebno. Pogon ovih motora predvideti za naizmenični napon 230 V, 50 Hz. Komandovanje rastavljačima izvesti kao dvopolno, jednosmernim naponom 220V. Rastavljači treba da budu klasični, dvostubni sa horizontalnim centralnim prekidanjem. Po jedan od sabirničkih rastavljača svih 400 kV polja, osim spojnog, opremiti noževima za uzemljenje, za uzemljavanje prekidača sa strane sabirnica. Oba rastavljača spojnog polja opremiti noževima za uzemljenje, za uzemljavanje prekidača sa strane sabirnica. Uzemljenje sabirnica predvideti noževima za uzemljenje na kraju sabirnica.

#### 4.1.3. Strujni transformatori

U skladu sa pravilima o radu prenosnog sistema i prema odredbama IS (Interni Standard) 11 EPS-a i EMS-a. Strujni transformatori su uljno- papirnog tipa.

#### 4.1.4. Naponski merni transformatori

U skladu sa pravilima o radu prenosnog sistema i prema odredbama IS (Interni Standard) 11 EPS-a i EMS-a. Naponski transformatori su uljno-papirnog tipa.

#### 4.1.5. Odvodnici prenapona

Predvideti metaloksidne odvodnike prenapona 10 kA.

#### 4.1.6. VF prigušnice

Nije predviđena ugradnja VF prigušnica u novom polju, u postojećim poljima demontirati VF prigušnice

#### 4.1.7. Izolatori

Izolatore odabrati vodeći računa o koordinaciji izolacije na priključnim dalekovodima. Voditi računa o stepenu zagađenosti atmosfere.

#### 4.1.8. Spojni materijal

Predvideti vijčano-kompresionu spojnu opremu za Al/Č užad 490/65mm<sup>2</sup>.

## 4.2. POSTROJENJE 110 kV

Opremu odabrati za 110 kV mrežu sa direktno uzemljenom neutralnom tačkom.

### 4.2.1. Prekidači

U postrojenju 110 kV predvideti SF6 prekidače odgovarajuće prekidne moći, a da zadovolje podatke o strujama kratkog spoja date u prilogu.

Pogon motora prekidača predvideti za naizmenični napon 230 V, 50 Hz.

Prekidači treba da imaju kalem za uključenje i dva nezavisna kalema za isključenje za jednosmerni napon 220V. Svaki pol prekidača treba da ima sopstveni motorno-opružni pogon, osim u spojnom polju i transformatorskim poljima gde se mogu ugraditi prekidači sa jednim trolnim pogonom.

Prekidači treba da budu opremljeni lokalnom automatikom za zaštitu od nesimetrije polova prekidača.

### 4.2.2. Rastavljači

Rastavljači su sa zajedničkim motornim pogonom za sva tri pola. Pogon ovih motora predvideti za naizmenični napon 230 V, 50 Hz. Komandovanje rastavljačima izvesti kao dvopolno, jednosmernim naponom. Pogon noževa za uzemljenje je motorni, trolni.

Rastavljači su, dvostubni sa horizontalnim centralnim prekidanjem.

### 4.2.3. Strujni transformatori

U skladu sa pravilima o radu prenosnog sistema i prema odredbama IS(Interni Standard) 11 EPS-a i EMS-a. Strujni transformatori su uljno-papirnog tipa. Predvideti ugradnju SMT u zvezdištu transformatora TR2, zbog realizacije funkcije ograničene zemljospojne zaštite transformatora – REF.

### 4.2.4. Naponski transformatori

U skladu sa pravilima o radu prenosnog sistema i prema odredbama IS(Interni Standard) 11 EPS-a i EMS-a. Naponski transformatori su uljno-papirnog tipa.

### 4.2.5. Odvodnici prenapona

Predvideti metaloksidne odvodnike prenapona 10 kA.

### 4.2.6. VF prigušnice kondezatori

Nije predviđena ugradnja VF prigušnica

### 4.2.7. Izolatori

Izolatore odabrati vodeći računa o koordinaciji izolacije na priključnim dalekovodima i eksploatacionim iskustvima sa preskocima u postrojenju, a posebno na sabirnicama, u ovoj TS. Voditi računa o stepenu zagađenosti atmosfere, imajući u vidu da se trafostanica nalazi u zoni visokog aerozagađenja.

### 4.2.8. Spojni materijal

Predvideti vijčano-kompresionu spojnu opremu za Al/Č užad.

## 4.3. KABLOVI

Svi merni, komandni, signalni i PTT kablovi u spoljnom postrojenju, ukoliko nisu optički, treba da su sa strujno opteretivom zaštitnom oblogom uzemljenom na oba kraja. Svi neiskorišćeni provodnici moraju da se uzemlje na oba kraja.

## 4.4. KOORDINACIJA IZOLACIJE

Predvideti koordinaciju izolacije u postrojenju prema važećim SRPS standardima i tehničkim preporukama ZEP-a (TP-25). Pri izboru rešenja uvažiti eksploataciona iskustva u ovoj TS.

## 4.5. HIDROMETEOROLOŠKI PODACI

Koristiti podatke dobijene od HMZ Srbije. Voditi računa o stepenu zagađenosti atmosfere.

## 5. LOKALNO I DALJINSKO UPRAVLJANJE I SIGNALIZACIJA

### 5.1. OPREMA ZA UPRAVLJANJE

Opremu izabrati u skladu sa važećim propisima, standardima i u skladu sa internim standardom IS-770:2014 "Interni standard za sisteme nadzora i upravljanja u elektroenergetskim objektima JP EMS".

Međusobna komunikacija elemenata zaštite i upravljanja nivoa polja (uređaji relejne zaštite, upravljački uređaji, ulazno/izlazni uređaji) kao i sa elementima staničnog nivoa upravljanja se vrši prema standardu SRPS EN 61850:

#### 5.1.1. Elementi staničnog nivoa upravljanja

Opremu staničnog nivoa upravljanja (stanične računare, radne stanice, komunikacionu opremu, uređaje za vremensku sinhronizaciju, štampače, itd) treba izabrati tako da zadovolji koncept **redundantne** konfiguracije lokalnog SCADA sistema (IS-770:2014, tačka 4.4 Stanični nivo upravljanja). Shodno tome potrebno je predvideti komunikaciju sa dva nadređena upravljačka centra (RDC Kruševac, NDC Elektromreže Srbije) u skladu sa standardom SRPS EN 60870-5-101..

#### 5.1.2. Upravljački elementi nivoa polja

U skladu sa dizajnom sistema na nivou polja (IS-770:2014, tačka 4.3 Nivo polja) za svako polje naponskog nivoa 400 kV i 110 kV, predvideti po jedan upravljački uređaj i rezervni upravljački panel (RUP) smešten u relejnu kućicu. Zahtevane funkcionalnosti upravljačkog uređaja i RUP-a su definisane u tačkama 4.3.6 do 4.3.9 internog standarda IS-770:2014.

Izbor nivoa upravljanja na RUP-u realizovati preklopom.

Za prikupljanje informacija sa ostalih sekundarnih sistema na nivou postrojenja (sopstvena potrošnja, protivpožarna zaštita, protivprovalna zaštita, itd.) se koriste ulazno/izlazni mikroprocesorski uređajij.

#### 5.1.3. Zaštitno upravljačke jedinice polja

Predvideti ih za postrojenje 10 kV. U okviru ove jedinice su integrisane funkcije zaštite, komande, merenja, logičkih blokada, lokalne automatike i signalizacije. Veze između VN opreme i zaštitno-upravljačke jedinice izvesti ožičenjem, a za veze ka staničnim računarima koristiti optički kabl prema Ethernet switch-u koji treba biti povezan u jednom od optičkih prstenova.

### 5.2. DALJINSKO UPRAVLJANJE

Daljinski će se ovim objektom upravljati iz NDC i RDC Kruševac. Promena nadležnosti obavljaće se softverski, u skladu sa hijerarhijom upravljanja (IS-770:2014, tačka 4.11 Izbor nadležnosti upravljanja).

### 5.3. LOKALNO UPRAVLJANJE

**5.3.1** Nadležnost upravljanja (komandovanje) aparatima postrojenja 400 kV i 110 kV (prekidačima, rastavljačima i noževima za uzemljenje) kao i prekidačima 10 kV je hijerarhijski raspodeljene na sledeća upravljačka mesta:

- ručno, neposrednim delovanjem na pogonski mehanizam aparata,
- ručno sa RUP putem tastera za uključenje i isključenje, nezavisno od upravljačkog uređaja,
- sa upravljačkih uređaja u svakom polju 400 kV i 110 kV,
- sa zaštitno-upravljačkih uređaja u postrojenju 10 kV (za sopstvenu potrošnju),
- sa operatorskih radnih stanica lokalnog SCADA sistema.
- Promena nadležnosti se obavlja konvencionalnom preklopom – hardverski

**5.3.1.** Funkcionalnost provere uslova za sinhronizaciju kod ručnog uključanja (sinhroček) treba sprovesti sve prema tački 4.13 internog standarda IS-770:2014. Direktno komande (iz rezervnog upravljačkog panela i pogona prekidača) se vrše bez provere uslova za sinhronizaciju.

## 5.4. SIGNALIZACIJA

- 5.4.1.** Signalizaciju alarma i indikacije položaja rasklopnih aparata 400 kV i 110 kV predvideti na upravljačkim uređajima na nivou polja u obimu koji ti uređaji podržavaju. Na RUP-u predvideti samo najnužniju signalizaciju potrebnu za komandovanje rasklopnom opremom (pokazivači položaja, zbirni signal delovanja zaštite, ispad automata JSS, nesimetriju polova prekidača, pad pritiska gasa...). Na staničnom nivou upravljanja (operatorske radne stanice) i u nadređenim upravljačkim centrima obezbediti puni nivo signalizacije koji se programski može zadati.
- 5.4.2.** Signalizacija na različitim hijerarhijskim nivoima (RUP, zaštitni i upravljački uređaji, operatorske radne stanice lokalnog SCADA sistema, nadređeni upravljački centri) definisaće se rešenjem SCADA sistema na tim mestima.
- 5.4.3.** Funkcija centralne hronološke registracije događaja u objektu ostvaruje se putem lokalnog SCADA sistema.

## 5.5. BLOKADE

Sve prema tački 4.12 Blokade iz internog standarda IS-770:2014.

Potrebno je ostvariti blokadu električnih komandi noževa za uzemljenje i prilikom „električne“ komande iz pogonskog mehanizma aparata.

Potrebno je obezbediti funkcionalnost kola za kontrolu pritiska SF<sub>6</sub> gasa u prekidaču bez obzira da li se komandni napon koristi sa oba sistema jednosmernog napona (kola A ili B).

## 6. ELEKTRIČNA ZAŠTITA

### 6.1. OSNOVNE POSTAVKE

Zaštitni uređaji treba da obuhvate sve funkcije zaštite prema IEC- EMC 731, IEC- EMC 712, TY- P3Y – 03/1:2014 (i zaključcima iz „Analize za potrebe tipizacije TS 400/110 kV“).

Predvideti ugradnju savremenih mikroprocesorskih uređaja za zaštitu, koji u postrojenjima 400 kV i 110 kV treba da budu smeštene u posebne ormane za zaštitu, odvojene od ormana jedinice za upravljanje. Svi uređaji zaštite su predviđeni za napajanje pomoćnim naponom 220V DC i za priključenje na merne napone 100V AC i merne struje 1A frekvencije 50 Hz. osim za postrojenje 10 kV i gde se koristi merna struja 5A.

Ovi uređaji se smeštaju u relejne kućice. Sa mernim transformatorima i rasklopnim elementima se povezuju ožičenjem. U cilju ostvarenja stalne komunikacije sa staničnim računarima predvideti povezivanje u komunikacioni optički sistem preko odgovarajućih komunikacionih uređaja.

Zaštitni uređaji treba da imaju mogućnost samokontrole, kontrole ulaznih veličina i mogućnost dijagnosticanja kvara. Pored ovoga treba da imaju stalan, pogodan pristup i mogućnost testiranja funkcija u pogonu, kako u lokalu tako i sa udaljenog radnog mesta.

U postrojenju 10 kV (za sopstvenu potrošnju) predvideti zaštitno upravljačke jedinice u kojima su integrisane funkcije zaštite, komande, merenja, logičkih blokada, lokalne automatike i signalizacije. Veze između VN opreme 100 kV i tih jedinica u postrojenju 100 kV izvesti ožičenjem, a za veze ka centralnoj upravljačkoj jedinici predvideti povezivanje u komunikacioni optički sistem preko odgovarajućih komunikacionih uređaja.

Kao komunikacioni protokol predvideti IEC 61850.

Predvideti da se funkcije telekomandi obavljaju preko optičkih kablova. Uvažavajući trenutnu situaciju na objektu, potrebno je da se kao prelazno rešenje predvide alternativni prenosni putevi. Predvideti svu potrebnu komunikacionu opremu, programe za nadgledanje i podešavanje tih uređaja i podsistema.

### 6.2. ZAŠTITA NADZEMNIH VODOVA 400 kV

- U dalekovodnim poljima 400 kV predvideti sistem zaštite prema IEC-EMC 731:2014

Na ormanima predvideti posebne ispitne utičnice za testiranje zaštita u pogonu, što podrazumeva kratko spajanje struja i prekidanje naponskih i ostalih sekundarnih kola prilikom priključenja test-konektora (bez korišćenja dodatnog prekidača); ispitna utičnica treba da omogući ostvarivanje dodatnih veza sa prednje strane radi funkcionalnog ispitivanja polja u režimu van pogona.

### 6.3. ZAŠTITA NADZEMNIH VODOVA 110 kV

#### 6.4.1. Zaštita nadzemnih vodova 110 kV (kratki vodovi)

U dalekovodnim poljima dalekovoda 110 kV predvideti Sistem zaštite za kratke vodove prema IEC-EMC 712

Na ormanima predvideti posebne ispitne utičnice za testiranje zaštita u pogonu.

*Napomena:* Potrebno je predvideti i :

- Još po jedan uređaj zaštite, identičan uređaju glavne zaštite, koji bi se kao parnjak ugradio na druge krajeve vodova u postojećim TS.
- Optičku vezu (minimalno 2 vlakna) za rad podužne diferencijalne zaštite između buduće TS i postojećih TS.

#### 6.4.2. Zaštita nadzemnih vodova 110 kV (dugački vodovi)

U dalekovodnim poljima 110 kV predvideti Sistem zaštite za duge vodove preme IEC- EMC 712

Na ormanima predvideti posebne ispitne utičnice za testiranje zaštita u pogonu, što podrazumeva kratko spajanje struja i prekidanje naponskih i ostalih sekundarnih kola prilikom priključenja test-konektora (bez korišćenja dodatnog prekidača); ispitna utičnica treba da omogući ostvarivanje dodatnih veza sa prednje strane radi funkcionalnog ispitivanja polja u režimu van pogona.

### 6.4. ZAŠTITA AUTOTRANSFORMATORA i 400/110 kV

Predvideti zaštitu autotransformatora 400/110 kV 300MVA od unutrašnjih i spoljašnjih kvarova kao i od preopterećenja i to:

- Jedan zaštitni uređaj na 400 kV strani (glavna zaštita 1), sa ugrađenim sledećim funkcijama:
  - diferencijalna zaštita (87T), za autotransformator
  - ograničena zemljospojna zaštita (REF) za autotransformator
  - zaštitu od preopterećenja (49),
  - višestepena trofazna prekostrujna zaštita (50/51),
  - višestepena zemljospojna zaštita (50N/51N),
  - zaštitu od trajne nesimetrije struje
  - funkcija hronološke registracije događaja (*event recorder*),
  - funkcija snimanja poremećaja u mreži (*disturbance recorder*),
  - funkcija samonadzora (*self supervision*),
  - monitoring ulaznih mernih veličina na sopstvenom displeju,
  - interna signalizacija delovanja zaštite,
  - mogućnost setovanja radnih i funkcionalnih parametara preko tastature sa samog relea (HMI/MMI) i eksterno putem računara,
- Jedan zaštitni uređaj na 110 kV strani (glavna zaštita 2), sa ugrađenim sledećim funkcijama:
  - diferencijalna zaštita (87T), za dvonamotajni autotransformator
  - ograničena zemljospojna zaštita (REF) za autotransformator
  - višestepena trofazna prekostrujna zaštita (50/51),
  - višestepena zemljospojna zaštita (50N/51N),
  - funkcija hronološke registracije događaja (*event recorder*),
  - funkcija snimanja poremećaja u mreži (*disturbance recorder*),
  - funkcija samonadzora (*self supervision*),
  - monitoring ulaznih mernih veličina na sopstvenom displeju,
  - interna signalizacija delovanja zaštite,
  - mogućnost setovanja radnih i funkcionalnih parametara preko tastature sa samog relea (HMI/MMI) i eksterno putem računara,
- zaštitu od nesimetrije polova prekidača bazirana na položaju signalnih kontakata pojedinih polova prekidača
- kontrolu isključnih krugova prekidača (za svaki kalem za isključenje pojedinačno),
- brzi releji za isključenje

Na ormanima predvideti posebne ispitne utičnice za testiranje zaštita u pogonu, što podrazumeva kratko spajanje struja i prekidanje naponskih i ostalih sekundarnih kola prilikom priključenja test-konektora (bez korišćenja dodatnog prekidača); ispitna utičnica treba da omogući ostvarivanje dodatnih veza sa prednje strane radi funkcionalnog ispitivanja polja u režimu van pogona.

Napomena: Uređaji glavnih zaštita 1 i 2 treba da budu od različitih proizvođača.

- Jedan zaštitni uređaj na 110 kV strani, sa ugrađenim sledećim funkcijama:
  - dvosmerna distantna zaštita
  - blokade zaštite pri oscilovanju snage u mreži (21 PSB),
  - višestepena trofazna prekostrujna zaštita (50/51),
  - višestepena zemljospojna zaštita (50N/51N),
  - funkcija nadzora sekundarnih strujnih i naponskih kola,
  - funkcija hronološke registracije događaja (*event recorder*),
  - funkcija snimanja poremećaja u mreži (*disturbance recorder*),
  - funkcija samonadzora (*self supervision*),
  - monitoring ulaznih mernih veličina na sopstvenom displeju,
  - interna signalizacija delovanja zaštite,
  - mogućnost setovanja radnih i funkcionalnih parametara preko tastature sa samog relea (HMI/MMI) i eksterno putem računara,
- Uređaj za automatsku regulaciju napona sa mogućnošću pojedinačnog i paralelnog rada.
- zaštitu od nesimetrije polova prekidača bazirana na položaju signalnih kontakata pojedinih polova prekidača (samo za 400 kV)
- kontrolu isključnih krugova prekidača (za svaki kalem za isključenje pojedinačno),
- brzi releji za isključenje

Na ormanima predvideti posebne ispitne utičnice za testiranje zaštita u pogonu, što podrazumeva kratko spajanje struja i prekidanje naponskih i ostalih sekundarnih kola prilikom priključenja test-konektora (bez korišćenja dodatnog prekidača); ispitna utičnica treba da omogući ostvarivanje dodatnih veza sa prednje strane radi funkcionalnog ispitivanja polja u režimu van pogona.

Potrebno je predvideti i ugradnju sledećih zaštita:

- termoslike ili termoboksova
- buholc rele namotaja
- buholc rele za zaštitu regulacionih sklopki
- rele nadpritiska ulja
- kontaktni termometar

## 6.5. ZAŠTITA SABIRNICA 400 kV i 110 kV

Za sve sistema sabirnica i za svako polje, predvideti ugradnju brze diferencijalne zaštite sabirnica (87B) decentralizovanog tipa.

Ova zaštita, pored osnovne, treba da obuhvati i sledeće funkcije:

- zaštitu od otkaza prekidača (50BF),
- funkcija hronološke registracije događaja (*event recorder*),
- funkcija snimanja poremećaja u mreži (*disturbance recorder*),
- funkcija samonadzora (*self supervision*),
- monitoring ulaznih mernih veličina na sopstvenom displeju,
- interna signalizacija delovanja zaštite,
- mogućnost setovanja radnih i funkcionalnih parametara preko tastature sa samog relea (HMI/MMI) i eksterno putem računara,

Centralna jedinica sabirničke zaštite se montira u orman spojnog polja (400 kV odnosno 110 kV), a periferne jedinice u ormane svih ostalih polja tog naponskog nivoa.

Na ormanima predvideti posebne ispitne utičnice za testiranje zaštita u pogonu, što podrazumeva kratko spajanje struja i prekidanje naponskih i ostalih sekundarnih kola prilikom priključenja test-konektora (bez korišćenja dodatnog prekidača); ispitna utičnica treba da omogući ostvarivanje dodatnih veza sa prednje strane radi funkcionalnog ispitivanja polja u režimu van pogona.

## 6.6. ZAŠTITA SPOJNIH POLJA 400 kV i 110 kV

U spojnim poljima 400 kV i 110 kV predvideti po jedan zaštitni uređaj koji ima ugrađene sledeće funkcije:

- višestepena trofazna prekostrujna zaštita (50/51),
- višestepena zemljospojna zaštita (50N/51N),
- funkcija hronološke registracije događaja (*event recorder*),
- funkcija snimanja poremećaja u mreži (*disturbance recorder*),
- funkcija samonadzora (*self supervision*),
- monitoring ulaznih mernih veličina na sopstvenom displeju,
- interna signalizacija delovanja zaštite,
- mogućnost setovanja radnih i funkcionalnih parametara preko tastature sa samog relea (HMI/MMI) i eksterno putem računara,
- zaštitu od nesimetrije polova prekidača bazirana na položaju signalnih kontakata pojedinih polova prekidača,
- kontrolu isključnih krugova prekidača (za svaki kalem za isključenje pojedinačno),
- brzi releji za isključenje.

Na ormanima predvideti posebne ispitne utičnice za testiranje zaštita u pogonu, što podrazumeva kratko spajanje struja i prekidanje naponskih i ostalih sekundarnih kola prilikom priključenja test-konektora (bez korišćenja dodatnog prekidača); ispitna utičnica treba da omogući ostvarivanje dodatnih veza sa prednje strane radi funkcionalnog ispitivanja polja u režimu van pogona.

## 6.7. ZAŠTITA U POSTROJENJU 10kV

U poljima 10 kV namenjenih napajanju elemenata sopstvene potrošnje predvideti:

- jedan zaštitno-upravljački uređaj koji ima ugrađene funkcije višestepene prekostrujne i zemljospojne zaštite. Uređaj mora da ima i niz drugih funkcija koje će definisati Sektor za sisteme relejne zaštite i upravljanje objektima prenosne mreže.
- zaštitu od nesimetrije polova prekidača bazirana na položaju signalnih kontakata pojedinih polova prekidača
- kontrolu isključnih krugova prekidača (za svaki kalem za isključenje pojedinačno),
- brzi rele za isključenje

## 7. MERENJA

### 7.1. KONTROLNA MERENJA

Obezbediti sledeća kontrolna merenja priključkom na merna jezgra strujnih transformatora: Na rezervnom upravljačkom panelu polja treba obezbediti merenje:

- napona (sa preklopkom za izbor – linijski/fazni napon) i
- struje u srednjoj fazi

Na upravljačkim uređajima obezbediti očitavanje na upit:

- struja po fazama,
- linijskih i napona po fazama,
- aktivne i reaktivne snage sa pokazivanjem smerom,
- faktora snage itd.

U lokalnom SCADA sistemu (operatorske radne stanice) treba obezbediti prikaz mernih veličina u skladu sa rešenjima SCADA sistema, koja kao minimum treba da obuhvate:

- linijske napone na svim naponskim nivoima,
- struje po fazama na svim poljima 400 i 110 kV,
- aktivne i reaktivne snage sa označenim smerom,
- faktor snage,
- položaj regulacione sklopke,
- temperature bakra i ulja transformatora,
- temperaturu ambijenta (predvideti eksterni senzor temperature),
- napone i struje sopstvene potrošnje (jednosmerne, naizmenične, besprekidne...) itd.

## 7.2. OBRAČUNSKO I KONTROLNO MERENJE ENERGIJE

Mesta Mesta merenja za obračunsko i kontrolno merenje električne energije ugraditi i opremiti u skladu sa Pravilnikom o radu prenosne mreže i Internim standardima IS10 i IS11.

Kontrolna merenja u trafo-poljima 110 kV treba smestiti u tipske merene ormane.

Predvideti daljinsko očitavanje brojila preko Ethernet mreže.

Predvideti potpuno novo merenje sopstvene potrošnje smesteno u tipske merne ormane za sopstvenu potrošnju. Rešiti napajanje stanova koji se trenutno napajaju preko sopstvene potrošnje TS.

U okviru distribucije tačnog vremena unutar objekta planirati sinhronizaciju tačnog vremena brojila.

## 7.3. OBEZBEĐENJE JEDINSTVENOG TAČNOG VREMENA

Vremenska sinhronizacija za elemente sistema relejne zaštite i upravljanja treba da bude u skladu sa standardom SRPS EN 61850 (IS-770:2014 – tačka 4.9 Vremenska sinhronizacija). Za ostale elemente u TS dati rešenje za prijem jedinstvenog tačnog vremena putem GPS prijemnika i distribuciju tačnog vremena.

## 7.4. MERENJA TEMPERATURE AMBIJENTA I BRZINE VETRA

Za potrebe praćenja rada transformatora i nadzemnih vodova predvideti merenje temperature ambijenta i brzine vetra.

## 8. UZEMLJENJE

8.1. Proveriti postojeće uzemljenje prema novim podacima o strujama kratkog spoja. Uslučaju potrebe uraditi rekonstrukciju. Imati u vidu poslednji izveštaj Instituta „Nikola Tesla“ „Ispitivanja sistema uzemljenja“

8.2. Uzemljenje rešiti u skladu sa „Pravilnikom o tehničkim normativima za uzemljenje elektroenergetskih postrojenja nazivnog napona iznad 1000 V“, važećim propisima i standardima, IEC-EMC 123:2014, TU-TS-01 Elektroistoka i zaključcima iz „Analize za potrebe tipizacije TS 400/110 kV“.

8.3. Neutralnu tačku autotransformatora TR2 400/110 kV direktno uzemljiti preko strujnog transformatora.

8.4. Za ceo objekat uraditi jedinstven sistem uzemljenja. Dati rešenje za sprečavanje iznošenja potencijala izvan ograde postrojenja.

8.5. Zaštitnu užad dalekovoda i plaštove kablova povezati za uzemljivač TS.

8.6. Čelična armatura pogonskih objekata i komandne zgrade, ako je temelj jedinstven, treba da bude varena i priključena na temeljni uzemljivač zgrade koji je povezan sa sistemom uzemljenja postrojenja.

8.7. Radna uzemljenja naponskih transformatora i odvodnika prenapona direktno uzemljiti.

## 9. GROMOBRANSKA ZAŠTITA

Proveriti i po potrebi rekonstruisati gromobransku zaštitu, koja je urađena upotrebom šiljaka. Gromobranska zaštita treba da je u skladu sa IEC-EMC 123:2014 i Pravilnikom o tehničkim normativima za zaštitu objekata od atmosferskog pražnjenja, Službeni list SRJ broj 11/96. Takođe voditi računa o potrebi rekonstrukcije gromobranskih instalacija ostalih objekata pogona, koji su u neposrednoj blizini TS i koji se vezuju na postojeće uzemljenje.

## **10. ELEKTRIČNE INSTALACIJE OSVETLJENJA I GREJANJA**

### **10.1. SPOLJNO OSVETLJENJE**

Spoljno osvetljenje projektovati u skladu sa zaključcima iz „Analize za potrebe tipizacije TS 400/110 kV“, tema broj 4 „Analiza spolnog osvetljenja“ i TP 14.

10.1.1 Predvideti visinu osvetljenja za spoljno osvetljenje postrojenja uključujući i ogradu sa minimalnim nivoom osvetljaja od 3 lx (a srednji nivo osvetljaja je min. 5 lx), koji služi za bezbedno kretanje kroz postrojenje, pri čemu se može identifikovati krupna oprema.

10.1.2 U slučajevima izvođenja radova u postrojenju tokom noći primeniće se pokretni reflektori kao izvori dopunskog osvetljenja. Priključna mesta reflektora obezbediti u relejnim kućicama.

10.1.3 Tehnika izvođenja spolnog osvetljenja je primenom LED svetiljki na stubovima za parkovsko osvetljenje postavljenih pored staza u postrojenju, u slučaju da ne može da se obezbedi potreban nivo osvetljenosti dopuniti reflektorima koji se nalaze na portalima

10.1.4 Napajanje dela instalacija spolnog osvetljenja izvesti sa sabirnica dizel-agregata.

### **10.2. INSTALACIJE OSVETLJENJA, GREJANJA I KLIMATIZACIJE**

10.2.1. U relejnim kućicama predvideti instalacije osvetljenja, monofaznih i trofaznih utičnica.

10.2.2. Grejanje i klimatizaciju rešiti za sve prostorije u kojima je predviđen povremeni rad radnika i za prostorije za koje je neophodno grejanje i klimatizacija iz tehnoloških razloga, uključujući i relejne kućice, a u skladu sa zaključcima iz Analize za potrebe tipizacije TS 400/110 kV - tema br.14 - Analiza komandno-pogonske zgrade, i u skladu sa klimatskim uslovima koje propisuje isporučilac opreme. Predvideti uvođenje centralnog grejanja u komandno pogonskoj zgradi.

10.2.3. Predvideti instalaciju signalizacije požara i provale u transformatorskoj stanici kao i kontrolu pristupa kapiji.

## **11. TELEKOMUNIKACIJE**

### **11.1. OSNOVNI ZAHTEVI**

Projektnim zadatkom za rekonstrukciju TS 400/110 kV Kragujevac 2 rešava se telekomunikaciono povezivanje TS Kragujevac 2 sa NDC-om, RDC-om Kruševac kao i uključivanje u elektroprivrednu mrežu veza.

Projektovana telekomunikaciona oprema treba da podrži prenos govora i podataka za operativno upravljanje, prenos signala digitalne zaštite i prenos govora i podataka za poslovne potrebe.

### **11.2. TEHNIČKI ZAHTEVI**

Povezivanje TS Kragujevac 2 sa NDC-om, RDC-om Kruševac i susednim objektima realizovati optičkim sistemom prenosa uz korišćenje optičkih vlakana u zaštitnom užetu(OPGW) i odgovarajuće terminalne opreme, kao i korišćenjem realizovanih sistema prenosa.

#### **11.2.1. Veze sa susednim objektima**

Projektovati privodne optičke kablove nemetalne konstrukcije od završnih portala projektovanih dalekovoda do optičkog razdelnika u komandnoj sali.

Kapacitet i karakteristike optičkih vlakana u privodnom kابلu usaglasiti sa kapacitetom i karakteristikama optičkih vlakana u OPGW užetu.

Predvideti potrebno proširenje postojećeg optičkog razdelnika za prihvatanje novih privodnih optičkih kablova za vezu sa OPGW. Potrebno je projektovati privodne optičke kablove za povezivanje na OPGW sledećih DV:

1. novi DV 400 kV TS Kragujevac 2 – TS Kraljevo 3
2. DV 123/5 TS Kragujevac 2 – TS Jagodina 2

Ukoliko dolazi do izmeštanja nekog DV polja, izmene lokacije portala, treba predvideti i izmeštanje ugrađenih privodnih optičkih kablova.

### 11.2.2. Multipleksna Oprema

Projektovati multipleksnu opremu u TS Kragujevcu 2 u redundantnoj konfiguraciji sa ADM STM -64 i fleksibilnim multiplekserom sa crosss-connect i add-drop funkcijom sa sledećim korisničkim interfejsima:

#### SDH Multiplekser

- Optički interfejs OTU-2 (3 kom.) po ITU-T G.707, G.708, G.709, G.957, G.958
- Optički interfejs STM-16 (2 kom.) po ITU-T G.707, G.708, G.709, G.957, G.958
- Optički interfejs STM-1 (3 kom.) po ITU-T G.707, G.708, G.709, G.957, G.958
- Električni interfejs 2Mbps (126 kom.) po ITU-T G.703, G.823.
- Ethernet interfejs (8 kom) 10/100/1000 Mbps po IEEE 802.3
- Ethernet interfejs (16 kom) 10/100 Mbps po IEEE 802.3
- Optičkim pojačavačem pojačanja >13dB.

#### Fleksibilni multiplekser

- Linijski interfejs 2Mbps (4 kom.) po ITU-T G.703, G.823.
- Analogni priključak ATA ( udaljeni učesnik ) po ITU-T G.711 , (6 kom.)
- Analogni priključak ATC ( EATC ) ,( 6 kom)
- Analogni korisnički interfejs (6 kom)
- Prenos podataka po V.24/V.28 ( RS232 ) , ( 4 kom)

U specifikaciji je naveden najmanji broj interfejsa.

Potrebno je predvideti ETSI orman, dimenzija 80x80x200, za ugradnju pomenute multipleksne opreme. Oprema treba da raspolaže mogućnostima za daljinsko nadgledanje i upravljanje i mora da bude u svemu kompatibilna sa već izgrađenim optičkim sistemom prensa JP EMS-a.

### 11.3. TERMINALI ZA PRENOS SIGNALA DIGITALNE ZAŠTITE

11.3.1 Predvideti terminale za prenos signala digitalne zaštite sa optičkim i E12 električnim interfejsom na sledećim relacijama:

- novi DV 400 kV TS Kragujevac 3 – TS Kraljevo 3
- DV 1126/2 TS Kragujevac 2 – TS FAS
- DV 186B TS Kragujevac 2 – TS Kragujevac 8
- DV 186/A TS Kragujevac 2 – TS Crvena Zastava
- DV 123/5 TS Kragujevac 2 – TS Jagodina 2

Smeštaj terminala za prenos signala digitalne zaštite predvideti u novo projektovanim relejnim kućicama.

Projektovati izmeštanje postojećih terminala za prenos signala zaštite iz komandne sale u novo-projektovane relejne kućice za sledeće pravce:

- TS Kragujevac 2-TS Obrenovac
- TS Kragujevac 2-TS Jagodina 4

11.3.2 Kao prenosni medijum koristiti zasebna optička vlakna u OPGW kablju po dalekovodima za koje se realizuje prenos signala digitalne zaštite.

11.3.3 Osnove tehničke karakteristike TZ terminala:

- Optički linijski interfejs, 1310/1550nm, 2 Mb interfejs
- Broj komandnih kanala – 8 kom
- Nominalni radni napon – 220V
- Napajanje, 230 V, dc

## **11.4. NAPAJANJE TELEKOMUNIKACIONE OPREME**

### **11.4.1 Napajanje jednosmernim naponom 48V**

Projektovati rekonstrukciju postojećeg razvoda 48 Vdc.

### **11.4.2 Napajanje naizmeničnim naponom 220V**

Projektovati rekonstrukciju besprekidnog napajanja 220Vac sa ugradnjom novog razvodnog ormana. Za potrebe napajanja telekomunikacionih uređaja koji se napajaju naizmeničnom strujom 220V, 50Hz projektovati dodatni invertorski modul odgovarajuće snage, u okviru invertora za potrebe napajanja operatorskih i inženjerskih radnih mesta.

## **11.6 OSTALE INSTALACIJE**

**11.6.1** Za potrebe povezivanje računarske opreme, IP telefona, telezaštite, diferencijalne zaštite, opreme za obračunska merenja, video nadzor kao i za ostale klase servisa, projektovati lokalnu računarsku mrežu u komandnoj zgradi i relejnim kućicama u postrojenju shodno usvojenom tehničkom rešenju za izradu lokalne optičke infrastrukture u elektroenergetskim objektima prenosnog sistema. Mrežu završiti u novom ormanu koncentracije u telekomunikacionoj sali.

**11.6.2** Kućnu instalaciju komandne zgrade izvesti strukturnim kabliranjem sa koncentracijom u ormanu koncentracije (orman koncentracije LAN mreže), u telekomunikacionoj sali komandne zgrade.

**11.6.3** Izvršiti neophodnu rekonstrukciju glavnog razdelnika telekomunikacija u telekomunikacionoj sali.

**11.6.4** Instalacione i napojne kablove u telekomunikacionoj Sali voditi u postojećim kablovskim kanalima, a u zavisnosti od rasporeda opreme projektovati dodatne kablovske kanale, ili plafonske regale.

**11.6.5** Sagledati opremu koja se neće koristiti usled zastarelosti ili nefunkcionalnosti i izvršiti demontažu iste, kao i pripadajućih kablovskih veza.

## **11.6 SMEŠTAJ OPREME**

Projektovati dispoziciju TK opreme prema sledećem rasporedu

- Telekomunikacionu opremu smestiti u TK prostoriju .
- Terminale za prenos signala zaštite smestiti u relejne kućice u odgovarajuće 19" ormane.
- Za potrebe smeštaja multipleksne opreme predvideti potreban broj ETSI ormana .
- Za potrebe smeštaja mrežne opreme predvideti 19" ormane.
- Predvideti demontažu opreme koja nije u funkciji.

## **11.8 OSTALI ZAHTEVI**

**11.8.1** Glavni projekat treba da bude urađen u skladu sa važećim propisima za investiciono tehničku dokumentaciju.

**11.8.2** Glavni projekat uraditi u skladu sa važećim propisima, preporukama i uputstvima iz ove oblasti

**11.8.3** Sve što nije definisano ovim projektnim zadatkom rešiti u dogovoru sa Investitorom.

## **11.9 PODLOGE ZA IZRADU PROJEKTA**

**11.9.1** Idejni projekt telekomunikacione mreže prenosa EPS-a, Magistralna ravan, 2002.

**11.9.2** Idejni projekt telekomunikacione mreže prenosa EPS-a, TK mreža prenosa MRC Kruševac 2003.

**11.9.3** Idejni projekat telefonske mreže EPS-a, 2003.g.

**11.9.4** Tehnička specifikacija ugovorene opreme.

## 12. PODACI ZA GRAĐEVINSKI DEO PROJEKTA

- 12.1. Za glavni projekat koristiti kompletne podatke iz projekta trafostanice, kao i podatke dobijene uvidom i neophodnim ispitivanjima na licu mesta.
- 12.2. Izvršiti statičku proveru postojećih temelja nosača aparata. Eventualne dorade postojećih ili nove temelje predvideti od lako armiranog i nearmiranog betona, prema dispoziciji i zahtevu projektanta elektromontažnog dela. Gornju površinu temelja portala i nosača aparata obraditi tako da se omogući odvod vode.
- 12.3. Nosače aparata predvideti od standardnih čeličnih profila. Antikorozivnu zaštitu predvideti cinkovanjem ili bojenjem. Predvideti AKZ zaštitu kompletnog razvodnog postrojenja spoljašnje montaže
- 12.4. Izgraditi jamu za ulje, koja mora biti izgrađena kao ekološka u skladu sa propisima. Izvršiti kompletnu rekonstrukciju uljne kanalizacije, od temelja transformatora do uljne jame. Povezati uljnu jamu za kućne transformatore sa novom uljnom jamom.
- 12.5. Projektovati po jednu relejnu kućicu za dva polja 400 kV a po jednu relejnu kućicu za četiri polja 110 kV
- 12.6. Postojeću kablovsku kanalizaciju koristiti zameniti kablovskim kanalima..
- 12.7. Po završetku rekonstrukcije zameniti sve poklopce kablovskih kanala.
- 12.8. Izvršiti kompletnu zamenu unutrašnje i spoljašnje ograde celog kompleksa. Ogradu oko postrojenja projektovati u skladu sa propisima i važećim dokumentima JP EMS. Uzemljenje ograde rešiti u skladu sa TP 23
- 12.9. Izgraditi kliznu kapiju sa interfonom I video nadzorom. Obezbediti video nadzor postrojenja i spoljašnje ograde.
- 12.10. Predvideti rekonstrukciju komandno pogonske zgrade, PPZ kućice, spoljašnjeg i unutrašnjeg vodovoda i kanalizacije, kućice tercijera (u skladu sa eventualnom novom namenom), kućice razvoda 10 kV.
- 12.11. Predvideti izgradnju platoa za smeštaj demontirane opreme.
- 12.12. Izvršiti asfaltiranje saobraćajnica i staza unutar razvodnih postrojenja.
- 12.13. Popraviti i asfaltirati pristupni put.
- 12.14. Rekonstruisati postojeću hidrantsku mrežu.
- 12.15. Rekonstruisati vodovodnu i kanizacionu mrežu. Sagledati mogućnost rešavanja problema postojeće septičke jame, priključkom na spoljnu kanizacionu mrežu. Odvojiti merenje vode za stanove i TS.
- 12.16. Rekonstruisati komandno pogonsku zgradu. Na spratu predvideti čajnu kuhinju i mokri čvor.

## 13. KABLOVSKI KANALI

Na delu između komandno-pogonske zgrade i relejnih kućica predvideti kablovske kanale i za polaganje optičkih i energetskih kablova. Od relejnih kućica do opreme u polju kablovi se polažu u kablovske kanale i u zemlju.

## 14. OSTALI PODACI I ZAHTEVI

Pri izradi tehničke dokumentacije projektant treba da se pridržava:

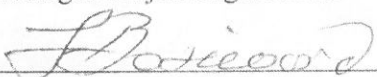
- usvojenih tipskih rešenja u projektovanju,
- tehničkih preporuka EPS-a, tehničkih uputstava JP "Elektromreža Srbije", Internih Standarda EPS-a i EMS-a, Pravila o radu prenosne mreže i ostalih važećih IEC/SRPS standarda,
- podataka o opremi dobijenih od Investitora,
- klimatskih uslova,
- posebnih uslova definisanih zapisnicima Investitor-Projektant
- Predvideti i izradu elaborata o tehnologiji izvođenja rekonstrukcija

## 15. PRILOZI

- 15.1. Jednopolna šema TS 400/110 kV Kragujevac 2 – postojeće stanje
- 15.2. Jednopolna šema TS 400/110 kV Kragujevac 2 – buduće stanje
- 15.3. Podaci o strujama kratkog spoja za perspektivno stanje mreže na 400 kV i 110 kV

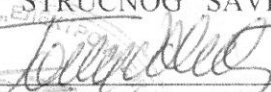
Projektni zadatak je usvojen na IX(devetoj) sednici Stručnog saveta EMS-a dana 02.10.2014.godine.

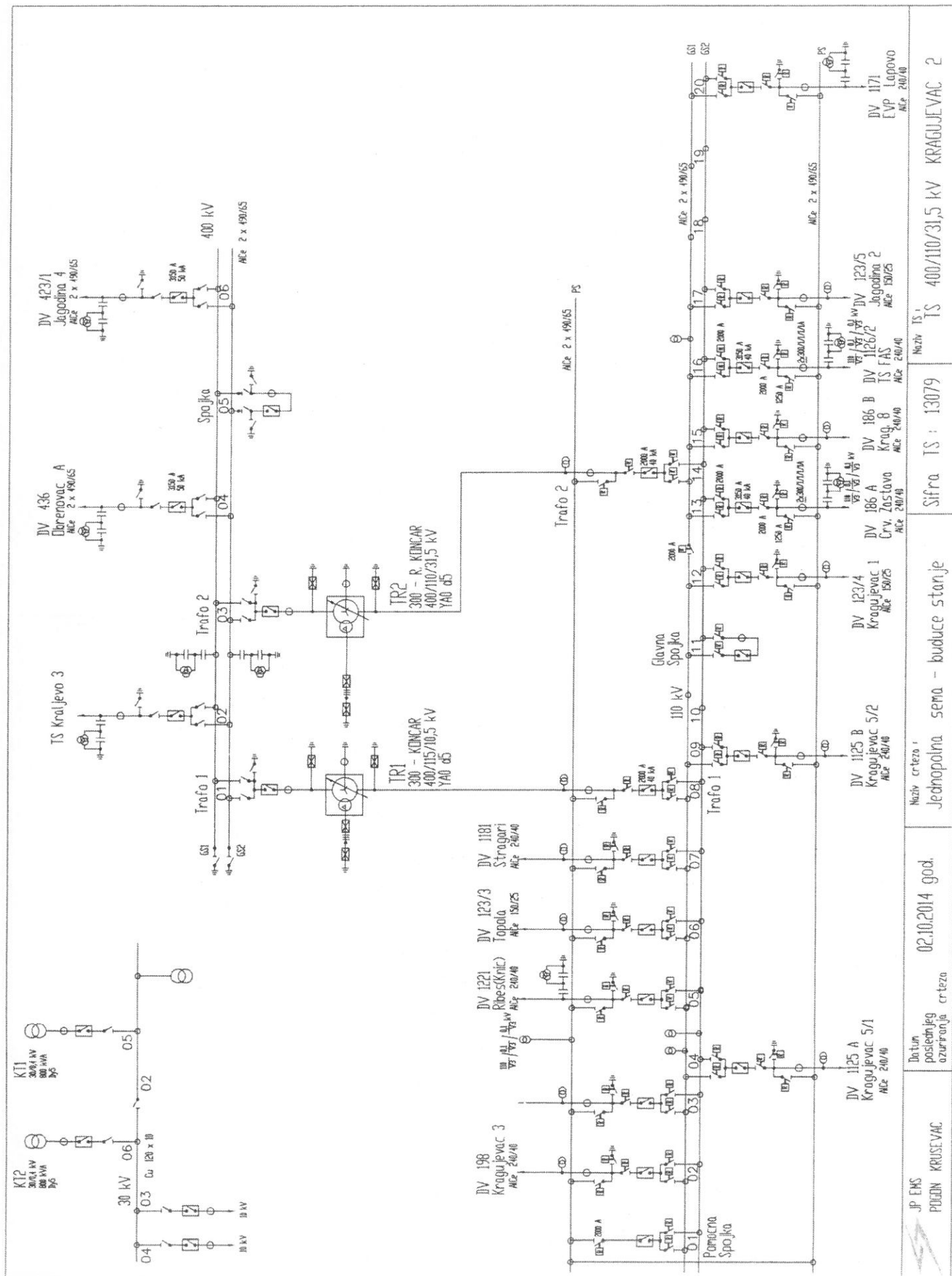
Predlagač Projektnog zadatka

  
Slavko Bošković, dipl.el.inž.

PREDSEDAVAJUĆI  
STRUČNOG SAVETA



  
Mr Đorđe Golučević, dipl.el.inž.



JP ENS  
POSLEDN

Datum  
poslednjeg  
ozuivanja  
crteza

02.10.2014 god.

Naziv crteza  
Jednopolna sema - buduće stanje

Sifra TS : 13079

Naziv TS  
TS 400/110/31,5 kV Kragujevac 2



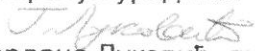
ЈП „ЕЛЕКТРОМРЕЖА СРБИЈЕ“  
Погон „ТЕХНИКА“  
Београд, 23.10.2014. године

Предмет: **ТС 400/110 kV Крагујевац 2**  
Параметри кратког споја

| Величина                                                                                                                                             | јед.     | Сабирнице 400 kV<br>2025. год.                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Однос $R/X$                                                                                                                                          | $\Omega$ | 0,097                                                                                                          |
| Субтранзијентна струја трофазног кратког споја $I''_{3F}$                                                                                            | kA       | 1,465 – j15,154                                                                                                |
| Субтранзијентна струја једнофазног кратког споја $I''_{1E}$<br>сабирнице<br>ТС Јагодина 4<br>ТЕ Колубара Б (перспектива)<br>ТС Краљево 3<br>Т1<br>Т2 | kA       | 1,932 – j14,629<br>-0,508 + j3,748<br>-0,700 + j4,767<br>-0,558 + j4,143<br>-0,084 + j0,994<br>-0,083 + j0,977 |
| Транзијентна струја трофазног кратког споја $I'_{3F}$                                                                                                | kA       | 1,330 – j14,298                                                                                                |
| Транзијентна струја једнофазног кратког споја $I'_{1E}$                                                                                              | kA       | 1,868 – j14,355                                                                                                |
| Транзијентна струја једнофазног кратког споја кроз уземљена<br>звездишта трансформатора у постројењу $I'_{1ET}$ (ефективна вредност)                 | kA       | 4,000                                                                                                          |
| Трајна струја трофазног кратког споја $I_{3F}$                                                                                                       | kA       | 0,481 – j7,242                                                                                                 |
| Трајна струја једнофазног кратког споја $I_{1E}$                                                                                                     | kA       | 1,165 – j10,838                                                                                                |
| Ударна струја $i_{ud}$ (ефективна вредност)                                                                                                          | kA       | 37,750                                                                                                         |

Прорачун за перспективно стање 2025. године урађен је узимајући у обзир тренутно расположиве податке о генераторима и далеководима (укључујући нову ТЕ Колубару Б и ГЗ у ТЕНТ Б), као и напонски коефицијент 1,1.

Прорачун урадила:

  
Гордана Луковић, дипл.инж.ел.

ЈП „ЕЛЕКТРОМРЕЖА СРБИЈЕ“  
 Погон „ТЕХНИКА“  
 Београд, 23.10.2014. године  
 Предмет: **ТС 400/110 kV Крагујевац 2**  
 Параметри кратког споја

| Величина                                                                                                                          | јед.     | Сабирнице 110 kV<br>2025. год. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------|
| Однос $R/X$                                                                                                                       | $\Omega$ | 0,116                          |
| Субтранзијентна струја трофазног кратког споја $I''_{3F}$                                                                         | kA       | 2,743 – j23,582                |
| Субтранзијентна струја једнофазног кратког споја $I''_{1E}$                                                                       | kA       | 3,116 – j28,185                |
| сабирнице                                                                                                                         |          |                                |
| ТС Топола                                                                                                                         |          | -0,550 + j1,448                |
| ТС Лапово                                                                                                                         |          | -0,749 + j2,600                |
| ТС Крагујевац 1                                                                                                                   |          | -0,035 + j0,535                |
| ТС Застава                                                                                                                        |          | -0,099 + j0,559                |
| ТС Крагујевац 3                                                                                                                   |          | -0,035 + j0,369                |
| ТС Крагујевац 5 I                                                                                                                 |          | -0,004 + j0,156                |
| ТС Крагујевац 5 II                                                                                                                |          | -0,004 + j0,156                |
| ТС Крагујевац 8                                                                                                                   |          | -0,019 + j0,235                |
| ТС Крагујевац 20                                                                                                                  |          | 0,000 - j0,002                 |
| ТС Страгари                                                                                                                       |          | -0,022 + j0,177                |
| ТС Јагодина 2                                                                                                                     |          | -0,678 + j1,719                |
| ТС ФАС                                                                                                                            |          | -0,096 + j0,538                |
| T1                                                                                                                                |          | -0,440 + j9,902                |
| T2                                                                                                                                |          | -0,437 + j9,792                |
| Транзијентна струја трофазног кратког споја $I'_{3F}$                                                                             | kA       | 2,622 – j22,966                |
| Транзијентна струја једнофазног кратког споја $I'_{1E}$                                                                           | kA       | 3,109 – j27,887                |
| Транзијентна струја једнофазног кратког споја кроз уземљена звездишта трансформатора у постројењу $I'_{1ET}$ (ефективна вредност) | kA       | 17,503                         |
| Трајна струја трофазног кратког споја $I_{3F}$                                                                                    | kA       | 1,473 – j16,045                |
| Трајна струја једнофазног кратког споја $I_{1E}$                                                                                  | kA       | 2,394 – j23,744                |
| Ударна струја $i_{ud}$ (ефективна вредност)                                                                                       | kA       | 68,640                         |

Прорачун за перспективно стање 2025. године урађен је узимајући у обзир тренутно расположиве податке о генераторима и далеководима (укључујући нову ТЕ Колубару Б и ГЗ у ТЕНТ Б), као и напонски коефицијент 1,1.

Прорачун урадила:  
 Гордана Луковић, дипл.инж.ел.

*G. Lukovic*

### 5.3. Tehnički opis

#### 5.3.1. Uvod

TS 400/110 kV Kragujevac 2 nalazi se u severoistočnom delu grada Kragujevca kod sela Petrovca sa leve strane puta Petrovac – Novi Milanovac. Razvodna postrojenja 400kV i 110kV kao i transformatori su smešteni na otvorenom prostoru.

Predmet ovog projekta je rekonstrukcija trafostanice koja obuhvata kompletnu rekonstrukciju postrojenja 110kV i 400kV, postrojenja sopstvene potrošnje, sistema zaštite i upravljanja, sistema uzemljenja i gromobranske zaštite, spoljnog osvetljenja i instalacija komandne zgrade. Ovim projektom predviđa se i izgradnja relejnih kućica u RP 110kV i RP 400kV koje će služiti za smeštaj sekundarne opreme.

#### 5.3.2. Opis postojećeg stanja

Postojeći kompleks TS 400/110kV Kragujevac 2 obuhvata tri postrojenja u okviru postojeće ograde, RP 400kV, RP 110kV, transformaciju 400/110kV i komandno-pogonsku zgradu.

#### Postrojenje 400 kV

Postrojenje 400 kV izvedeno je na otvorenom prostoru sa aparatima i sigurnosnim rastojanjima za spoljnu montažu. Postrojenje ima dva sistema glavnih sabirnica izvedenih užetom Al/Če 2x490/65 mm<sup>2</sup>.

Razvodno postrojenje 400 kV se sastoji od sledećih polja:

- polje br. A01 – transformatorsko polje za transformator T1
- polje br. A02 – rezervno polje
- polje br. A03 – transformatorsko polje za transformator T2
- polje br. A04 – dalekovodno polje pravac Obrenovac, DV br. 436
- polje br. A05 – spojno polje glavnih sabirnica
- polje br. A06 – dalekovodno polje pravac Jagodina 4, DV br. 423/1
- polje br. A07 – rezervno polje (prostor)
- polje br. A08 – rezervno polje (prostor)

#### Postrojenje 110 kV

Postrojenje 110 kV izvedeno je na otvorenom prostoru sa aparatima i sigurnosnim rastojanjima za spoljnu montažu. Postrojenje ima dva sistema glavnih sabirnica izvedenih užetom Al/Če 2x490/65 mm<sup>2</sup> i pomoćne sabirnice iz dva dela, izvedene istim užetom Al/Če 2x490/65 mm<sup>2</sup>.

Razvodno postrojenje 110 kV se sastoji od sledećih polja:

- polje br. C01 – spojno polje glavnih i pomoćnih sabirnica
- polje br. C02 – dalekovodno polje pravac Kragujevac 3, DV br. 198
- polje br. C03 – rezervno polje
- polje br. C04 – dalekovodno polje pravac Kragujevac 5/1, DV br. 1125
- polje br. C05 – dalekovodno polje pravac Kragujevac 20 (Knić), DV 1221
- polje br. C06 – dalekovodno polje pravac Topola, DV br. 123/3
- polje br. C07 – dalekovodno polje pravac Stragari, DV br. 1181
- polje br. C08 – transformatorsko polje za transformator T1
- polje br. C09 – dalekovodno polje pravac Kragujevac 5/2, DV br. 1125 B
- polje br. C10 – rezervno polje

polje br. C11 – spojno polje glavnih sabirnica  
polje br. C12 – dalekovodno polje pravac Kragujevac 1/1, DV br. 123/4  
polje br. C13 – dalekovodno polje pravac Crvena Zastava, DV br. 186 A  
polje br. C14 – transformatorsko polje za transformator T2  
polje br. C15 – dalekovodno polje pravac Kragujevac 8, DV br. 186 B/1  
polje br. C16 – dalekovodno polje pravac FAS, DV br. 1126/2  
polje br. C17 – dalekovodno polje pravac Jagodina 2, DV br. 123/5  
polje br. C18 – rezervno polje  
polje br. C19 – rezervno polje  
polje br. C20 – dalekovodno polje pravac EVP Lapovo, DV br. 1171

### **Transformacija**

U TS 400/110kV Kragujevac 2 postoje dva transformatora, prenosnog odnosa 400/110 kV. Postojeći transformatori su trofazni regulacioni sa prinudnim hlađenjem, sprege YNa0d5, snabdeveni potrebnim uređajima za nesmetanu eksploataciju.

Postojeći transformator T1 je snage 300/300/70 MVA a T2 snage 300/300/100MVA. Svaki transformator ima svoju kadu odgovarajućih dimenzija.

### **Uzemljenje i gromobranska zaštita**

Postojeći uzemljivač trafostanice je formiran tako što je napravljen jedan prsten oko celog postrojenja, a unutar prstena je formirana mreža tako što su najkraćim putem povezani svi postojeći metalni delovi koji u normalnom radnom stanju ne pripadaju strujnom kolu, a mogu doći pod napon u slučaju kvara, kao što su nosači aparata, stubovi i sl. Osnovna mreža uzemljivača izvedena je Cu užetom 50mm<sup>2</sup>.

Postojeća gromobranska zaštita spoljnog postrojenja je rešena gromobranskim šiljcima postavljenim na portale u postrojenjima 110kV odnosno zaštitnim užadima u postrojenju 400kV.

### **Sopstvena potrošnja**

Postojeće postrojenje sopstvene potrošnje napaja se sa dva kućna transformatora snage po 630kVA koji su povezani na tercijer transformatora T2 kao i sa kućnog transformatora 10/0.4kV snage 250kVA koji se napaja preko distributivnog voda 10kV.

Za nužno napajanje potrošača koristi se dizel agregat snage 125kVA, koji je smešten u prostoriji u prizemlju komandne zgrade.

Transformatorska stanica je za napajanje svojih potreba za jednosmernim naponom opremljena sa dva ispravljača i dve akumulatorske baterije. Ispravljači su novi, modularnog tipa.

Za neprekidno napajanje 220V, 50Hz, koristi se novi modularni inverter snage 12kVA.

#### **5.3.3. Opis radova po ovom projektu**

Ovaj projekat se radi na osnovu projektnog zadatka za rekonstrukciju TS Kragujevac 2, usvojenog na IX sednici stručnog saveta EMS-a dana 02.10.2014, kao i na osnovu posebnih zahteva investitora definisanih zapisnicima.

### **Postrojenje 400kV**

Dispoziciono postrojenje 400kV se zadržava u postojećem obliku i gabaritu. Postojeće rezervno polje br. A02 oprema se po posebnom projektu za ulaz dalekovoda 400kV pravac TS Kraljevo 3. Osnove i preseki karakterističnih polja sa rasporedom opreme dati su na crtežima u grafičkom prilogu. Rekonstrukcijom se predviđa zamena kompletne opreme u postrojenju. Predviđeno je da nakon rekonstrukcije postrojenje 400kV ima 6 polja i to:

- polje br. C01 – transformatorsko polje za transformator T1 (400/110 kV)
- polje br. C02 – dalekovodno polje pravac Kraljevo 3 (oprema se po posebnom projektu)
- polje br. C03 – transformatorsko polje za transformator T2 (400/110 kV)
- polje br. C04 – dalekovodno polje pravac Obrenovac, DV br. 436
- polje br. C05 – spojno polje
- polje br. C06 – dalekovodno polje pravac Jagodina 4, DV br. 423/1
- polje br. C07 – rezervno polje (prostor)
- polje br. C08 – rezervno polje (prostor)

U oba sistema glavnih sabirnica izvedena AlČe užetom 2x490/65mm<sup>2</sup>, menja se uže sa novim užetom istog preseka i ugrađuju se novi izolatorski lanci. Vršiti se zamena svih poprečnih veza i veza između aparata u poljima. Sva postojeća VN oprema u poljima 400kV se menja novom opremom. U spojno polje se planira ugradnja tri strujna transformatora. U sabirnicama 400kV ugrađuju se noževi za uzemljenje sabirnica 400kV.

Zadržavaju se sva postojeća rastojanja između faza i visine vešanja provodnika u sabirnicama i u poprečnim vezama.

Jedna relejna kućica RKC1 kao i kablovski kanal od te kućice do komandne zgrade obuhvaćeni su posebnim projektom opremanja DV polja, ovim projektom predviđa se izgradnja dve relejne kućice RKC2 i RKC3 kao i novi kablovski kanal do ovih kućica.

Dalekovodna polja 400kV biće opremljena sledećom opremom: tri naponska transformatora, izlazni rastavljači sa noževima za uzemljenje, tri strujna transformatora, prekidač, jedan sabirnički rastavljač sa noževima za uzemljenje i jedan bez noževa za uzemljenje.

Trafo polja 400kV biće opremljena sledećom opremom: tri odvodnika prenapona, tri strujna transformatora, prekidač, jedan sabirnički rastavljač sa noževima za uzemljenje i jedan bez noževa za uzemljenje.

Spojno polje 400kV biće opremljena sledećom opremom: tri strujna transformatora, prekidač i dva sabirnička rastavljača sa noževima za uzemljenje.

U svim poljima 400kV sabirnički rastavljači u sabirnicama GS1 imaju nož za uzemljenje okrenut ka prekidaču u polju. U spojnom polju noževi će imati oba sabirnička rastavljača okrenuta ka prekidaču.

Svi aparati koji se ugrađuju po ovom projektu, u razvodnom postrojenju 400 kV su za spoljnu montažu. U RP 400kV ugrađuje se sledeća nova oprema:

- SF6 prekidač, 420kV, 3150 A, 40 kA; sa tri motorno opružna pogona;
- Kompleti od po tri jednopolna sabirnička rastavljača bez noževa za uzemljenje, 420kV, 2000A, 40 kA, sa motornim pogonima glavnih noževa;
- Kompleti od po tri jednopolna sabirnička rastavljača sa noževima za uzemljenje, 420kV, 2000A, 40kA, sa motornim pogonima glavnih noževa i noževa za uzemljenje;
- Kompleti od po tri jednopolna izlazna rastavljača sa noževima za uzemljenje, 420kV, 2000A, 40kA, sa motornim pogonima glavnih noževa i noževa za uzemljenje;

- Strujni transformatori, 420kV, 2x500/1/1 A i 2x800/1/1/1 A, sa pet jezgara kl. 0,2/0,2/0,5/5P30/5P30,  $F_s=10/10, 5/5/15/30/30VA$ ;
- Naponski kapacitivni transformator, 420kV,  $\frac{400}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}} kV$ , kl. 0,2, 1/3P, 25/75VA;
- ZnO odvodnici prenapona 319kV, 10kA
- Potporni izolatori 400kV

Veze između svih aparata u poljima se izvode užetom Al/Če 2x490/65mm<sup>2</sup>. Veze se izvode pomoću vijčano-kompresione spojne opreme. Kao izolatori se koriste dvostruki zatezni i jednostruki noseći izolatorski lanaci 400kV, sa 23 članka tipa U160BS za Al/Če uže 2x490/65mm<sup>2</sup>, sa pripadajućom zaštitnom armaturom.

### **Postrojenje 110kV**

Dispoziciono postrojenje 110kV se zadržava u postojećem obliku i gabaritu. Osnove i preseki polja sa rasporedom opreme dati su na crtežima u prilogu 4. Predviđeno je da nakon rekonstrukcije postrojenje 110kV ima 20 polja i to:

- polje br. E01 – spojno polje glavnih i pomoćnih sabirnica
- polje br. E02 – dalekovodno polje pravac Kragujevac 3, DV br. 198
- polje br. E03 – rezervno polje
- polje br. E04 – dalekovodno polje pravac Kragujevac 5/1, DV br. 1125
- polje br. E05 – dalekovodno polje pravac Kragujevac 20 (Knić), DV 1221
- polje br. E06 – dalekovodno polje pravac Topola, DV br. 123/3
- polje br. E07 – dalekovodno polje pravac Stragari, DV br. 1181
- polje br. E08 – transformatorsko polje za transformator T1
- polje br. E09 – dalekovodno polje pravac Kragujevac 5/2, DV br. 1125 B
- polje br. E10 – rezervno polje
- polje br. E11 – spojno polje glavnih sabirnica
- polje br. E12 – dalekovodno polje pravac Kragujevac 1/1, DV br. 123/4
- polje br. E13 – dalekovodno polje pravac Crvena Zastava, DV br. 186 A
- polje br. E14 – transformatorsko polje za transformator T2
- polje br. E15 – dalekovodno polje pravac Kragujevac 8, DV br. 186 B/1
- polje br. E16 – dalekovodno polje pravac FAS, DV br. 1126/2
- polje br. E17 – dalekovodno polje pravac Jagodina 2, DV br. 123/5
- polje br. E18 – rezervno polje
- polje br. E19 – rezervno polje
- polje br. E20 – dalekovodno polje pravac EVP Lapovo, DV br. 1171

U oba sistema glavnih sabirnica kao i u pomoćnim sabirnicama koji su izvedeni AlČe užetom 2x490/65mm<sup>2</sup>, predviđa se zamena provodnika sa novim užetom istog poprečnog preseka i izvršiće se zamena izolatorskih lanaca sa novim dvostrukim lancima sa po 2x8 članaka tipa U120BS. Ukida se postojeći rastavljač za sekcionisanje sabirnica u sistemu GS1 kao i naponski transformator u sabirnicama GS1 između polja E16 i E17. Ugrađuju se novi naponski transformatori u glavnim i pomoćnim sabirnicama na kraju sabirnica, kod polja E20..

U poljima broj E13 i E16 zadržava se sva oprema osim rastavljača za pomoćne sabirnice koji se menjaju. Sva ostala oprema u postrojenju 110kV se menja sa novom opremom koja će biti ugrađena na istim mestima kao i postojeća. U spojnom polju E11 ugrađuju se tri strujna merna transformatora.

Nove veze u trafo poljima i spojnom polju izvešće se užetom AlČe 2x490/65mm<sup>2</sup>, a veze u DV poljima užetom AlČe 240/40mm<sup>2</sup>.

U postrojenju 110kV se predviđa izgradnja pet relejnih kućica za smeštaj sekundarne opreme. Položaj i dimenzije relejnih kućica, kao i raspored polja po relejnim kućicama, dati su na dispoziciji postrojenja u grafičkom prilogu. Relejne kućice povezane su kablovskim kanalima koji dalje vode do komandne zgrade.

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

- SF6 prekidači, 123 kV, 3150 A, 40 kA; sa jednim pogonom za sva tri pola, u trafo poljima i u spojnom polju 110kV
- SF6 prekidači, 123 kV, 3150 A, 40 kA; sa tri pogona, u dalekovodnim poljima 110kV
- Sabirnički rastavljači, 123 kV, 2000A, 40 kA, sa motornim pogonom glavnih noževa;
- Izlazni rastavljač, 123 kV, 2000 A, 40 kA, sa motornim pogonima glavnih noževa i noževa za uzemljenje;
- Strujni transformator, 123 kV, 2x750/1/1/1/1A, sa četiri jezgra kl. 0,2/0,5/5P30/5P30,  $F_s=10/10, 5/15/30/30VA$ ;
- Strujni transformator, 123 kV, 2x300/1/1/1/1A, sa četiri jezgra kl. 0,2/0,5/5P30/5P30,  $F_s=10/10, 5/15/30/30VA$ ;
- Naponski transformatori, 123 kV, kl. 0,2, 1/3P, 25/75VA;
- ZnO odvodnici prenapona 102kV, 10kA

Kao izolatori se koriste dvostruki i jednostruki izolatorski lanaci 110kV, sa 8 članaka tipa U120BS sa pripadajućom zaštitnom armaturom.

### **Transformacija**

Zadržavaju se dva transformatora, prenosnog odnosa 400/110 kV, snage po 300MVA. Postojeći transformatori su trofazni regulacioni sa prinudnim hlađenjem, sprege YNa0d5, snabdeveni potrebnim uređajima za nesmetanu eksploataciju.

Na transformatoru T2 demontira se priključak na tercijeru za napajanje sopstvene potrošnje, ugrađuju se odvodnici prenapona u neptun spoju za zaštitu tercijera i zgrađuje se strujni transformator u zvezdištu transformatora za REF zaštitu.

### **Uzemljenje i gromobranska zaštita i spoljno osvetljenje**

Ovim projektom predviđa se rekonstrukcija kompletnog uzemljivača TS prema perspektivnim strujama kratkog spoja a prema internom standardu IS EMS-123. Uzemljivač će se izvesti bakarnim užetom preseka usvojenog prema perspektivnim strujama kratkog spoja.

Uzemljivač se formira tako što će biti napravljen jedan prsten oko celog postrojenja a unutar prstena će biti formirana mreža tako što se najkraćim putem povezuju svi metalni delovi koji normalno ne pripadaju strujnom kolu, a mogu doći pod napon, kao što su čelični nosači aparata, stubovi i sl.

Ovim projektom predviđa se i novi uzemljivač spoljne ograde koji se postavlja na 1m od ograde i povezuje na ogradu na svakih 20m. Unutrašnje uzemljenje trafostanice i uzemljenje spoljne ograde su galvanski razdvojeni. Unutrašnje ograde u postrojenju povezuju se na uzemljivač

postrojenja a od spoljašnje ograde se galvanski izoluju drvenim delom ograde na mestu spajanja spoljne u unutrašnje ograde.

Za zaštitu postrojenja i aparata u njemu od direktnih udara groma predviđeni su gromobranski šiljci na stubovima portala kao i zaštitna užad. Na delovima postrojenja gde se zadržava zaštita od groma pomoću užadi ona će biti zamenjena novim užadima.

Spoljno osvetljenje u okviru trafostanice biće u potpunosti rekonstruisano. Osvetljenje će biti rešeno postavljanjem kandelabara sa svetilkama pored saobraćajnica i pored ograde kombinovano sa primenom novih reflektora na stubovima portala. Proračunima će se pokazati da faktori kvaliteta osvetljenja zadovoljavaju zahteve internih standarda EMS-a.

### **Zaštita i upravljanje**

U trafostanici se predviđa nov sistem zaštite i upravljanja, sa savremenim mikroprocesorskim uređajima u skladu sa internim standardima IS EMS-770, IS EMS-731, IS EMS-712, i u skladu sa ostalim zahtevima iz projektnog zadatka i posebnim zahtevima investitora.

U RP 400kV se grade dve relejne kućice po ovom projektu koje će sa jednom relejnom kućicom koja se izvodi po posebnom projektu služiti za smeštaj sekundarne opreme postrojenja 400kV. Po ovom projektu gradi se pet relejnih kućica za smeštaj sekundarne opreme u RP 110kV. Raspored polja po kućicama će biti sledeći:

#### **RP 400kV**

##### **RKC1:**

- Dalekovodno polje 400 kV, =C02
- Dalekovodno polje 400 kV, =C04

##### **RKC2:**

- Trafo polje 400 kV, =C01
- Trafo polje 400 kV, =C03

##### **RKC3:**

- Spojno polje 400 kV, =C05
- Dalekovodno polje 400 kV, =C06

#### **RP 110kV**

##### **RKE1:**

- Spojno polje pomoćnih sabirnica 110 kV, =E01
- Dalekovodno polje 110 kV, =E02
- Dalekovodno polje 110 kV, =E03
- Dalekovodno polje 110 kV, =E05

##### **RKE2:**

- Dalekovodno polje 110 kV, =E06
- Dalekovodno polje kV, =E07
- Transformatorsko polje 110 kV, =E08
- Transformatorsko polje 110 kV, =E14

## RKE3:

- Dalekovodno polje 110 kV, =E04
- Dalekovodno polje 110 kV, =E09
- Rezerno polje 110 kV, =E10
- Spojno polje 110 kV, =E11

## RKE4:

- Dalekovodno polje 110 kV, =E12
- Dalekovodno polje 110 kV, =E13
- Dalekovodno polje 110 kV, =E15
- Dalekovodno polje 110 kV, =E16

## RKE5:

- Dalekovodno polje 110 kV, =E17
- Rezerno polje 110 kV, =E18
- Rezerno polje 110 kV, =E19
- Dalekovodno polje 110 kV, =E20

Svako DV polje 400kV će imati dva mikroprocesorska uređaja glavne zaštite smeštene u različite ormane. U jednom ormanu zaštite biće smeštena jedinica polja sabirničke zaštite. Funkcije zaštitnih uređaja će biti prema internom standardu IS-EMS 731:2014.

Dalekovodna polja 110kV imaju po jedan zaštitni uređaj glavne i jedan uređaj rezervne zaštite smeštene u isti orman, u koji se smešta i jedinica polja sabirničke zaštite. Funkcije zaštitnih uređaja će biti prema internom standardu IS-EMS 712:2014.

Transformatori 400/110kV imaju po jedan uređaj glavne zaštite 1 na primarnoj strani, jedan uređaj glavne zaštite 2 na sekundarnoj strani i još jedan zaštitni uređaj sa distantnom zaštitom na sekundarnoj strani transformatora.

Spojna polja 400kV i 110kV imaju po jedan zaštitni uređaj smešten u ormanu zaštite spojnog polja u koji se smešta i centralna jedinica diferencijalne zaštite sabirnica.

Pored zaštitnih uređaja ormani će biti opremljeni ispitnim utičnicama, isključnim relejima, relejima za kontrolu isključnih krugova i ostalom opremom.

Za svako polje predviđa se po jedan orman upravljanja u koji se smešta upravljačka mikroprocesorska jedinica i rezervni upravljački panel. Upravljački uređaj ima grafički displej za prikaz jednogpolne šeme polja, merenja, signalizacije, zatim tastaturu s tasterima za upravljanje aparatima, LED diode s mogućnošću mapiranja, prednji port za parametrizaciju, preklopku za ukidanje softverskih blokada i preklopku lokalno/daljinski za prebacivanje nivoa upravljanja.

U komandnoj zgradi se predviđa ugradnja staničnog računara i SCADA. Komunikacijsko povezivanje opreme na nivou polja (orman u relejnim kućicama) i na nivou transformatorske stanice vrši se prema standardu SRPS EN 61850.

U svakoj relejnoj kućici ugrađeni su Ethernet prekidači (switch-ovi) sa Ethernet ulazima i dva optička izlaza. Oprema sa implementiranim IEC 61850 protokolom na nivou ormara je spojena kratkim Ethernet kablovima na optičke switch-ove koji se međusobno i sa centralnim svičevima na staničnom nivou povezuju u optičke komunikacione prstenove.

U okviru rekonstrukcije TS Kragujevac 2 predviđa se izgradnja lokalnih LAN mreža za distribuirani sistem zaštite i upravljanja, sabirničke zaštite, telezaštite, diferencijalne zaštite, merenja, telefon, Internet, i ostale potrebne servise.

Nabavkom i ugradnjom telekomunikacione opreme omogućiće se prenos govora i podataka za operativno upravljanje, poslovne potrebe kao i prenos signala zaštite koji se prosleđuju ka nadležnim dispečerskim centrima preko optičkih sistema veza po dalekovodima.

Ne predviđaju se eksterni priključci na javne telekomunikacione infrastrukture (privodni optički ili bakarni kablovi, radio relejne veze, itd.).

### **Sopstvena potrošnja**

U okviru rekonstrukcije se ugrađuje novo postrojenje 10kV sa ukupno šest ćelija (dve dovodne, dve transformatorske, jedna spojna ćelija i dodatak spojne ćelije) uz demontažu postojećeg razvoda 10kV.

Napajanje novog postrojenja 10kV je sa dva distributivna voda 10kV u svemu prema uslovima nadležne distribucije. Tercijeri autotransformatora se neće koristiti za napajanje sopstvene potrošnje nakon završetka rekonstrukcije.

Postojeći kućni transformatori se demontiraju a predviđa se ugradnja dva nova kućna transformatora 10/0,4kV snage po 630kVA, koji se smeštaju u zgradi.

Projektom je predviđena ugradnja novog dizel agregata u kontejneru odgovarajuće snage, koji se smešta van zgrade. Uz novi dizel agregat je predviđena stop-start automatika.

Novi razvod 0,4kV koristiće se za napajanje sopstvene potrošnje trafostanice na naponu 0,4kV. Preko novog razvoda napajaće se odovarajući postojeći potrošači kao i novi potrošači.

Zadržavaju se postojeći modularni ispravljači i inverter. Postojeći razvod 220V DC se menja novim, koji će služiti za napajanje postojećih kao i za napajanje novih potrošača. Postojeće baterije se menjaju novim baterijama odgovarajućeg kapaciteta.



Odgovorni projektant

Dragan Nikolić, dipl.inž.el.  
broj licence 351 K551 11

## 6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

### 6.1. Proračuni

#### 6.1.1. Parametri kratkog spoja u TS 400/110kV Kragujevac 2

Tabela 6.1.1

| Veličina                                                                                                           | Jed. | Sabirnice<br>400 kV<br>2025.god. | Sabirnice<br>110 kV<br>2025.god. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------|----------------------------------|
| Subtranzijentna struja trofaznog kratkog spoja ( $I''_{3F}$ )                                                      | kA   | 15.22                            | 23.69                            |
| Subtranzijentna struja jednofaznog kratkog spoja ( $I''_{1E}$ )                                                    | kA   | 14.76                            | 28.36                            |
| Tranzijentna struja trofaznog kratkog spoja ( $I'_{3F}$ )                                                          | kA   | 14.36                            | 23.11                            |
| Tranzijentna struja jednofaznog kratkog spoja ( $I'_{1E}$ )                                                        | kA   | 14.48                            | 28.06                            |
| Tranzijentna struja jednofaznog kratkog spoja kroz uzemljena zvezdišta transformatora u postrojenju ( $I'_{1ET}$ ) | kA   | 4.00                             | 17.50                            |
| Trajna struja trofaznog kratkog spoja ( $I_{3F}$ )                                                                 | kA   | 7.26                             | 16.11                            |
| Trajna struja jednofaznog kratkog spoja ( $I_{1E}$ )                                                               | kA   | 10.90                            | 23.86                            |
| Udarana struja ( $i_{ud}$ )                                                                                        | kA   | 37.75                            | 68.64                            |
| Odnos R/X                                                                                                          |      | 0.097                            | 0.116                            |

U Tabeli 6.1.1 date su efektivne vrednosti pespektivnih struja kratkog spoja u TS Kragujevac 2, dobijene kao prilog uz projektni zadatak. Proračun je urađen uzimajući u obzir naponski koeficijent 1.1, za perspektivno stanje mreže 2025. godine.

#### 6.1.2. 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 odnosne veličine na mestu ugradnje veća ili jednaka deklarisanom vrednosti za taj aparat, čime se potvrđuje da li je oprema dobro odabrana.

##### 6.1.2.1. Postrojenje 400kV

U poljima 400kV ugrađuju se prekidači, za spoljnu montažu, sa tri motorno opružna pogona i jednim centralnim ormanom, sledećih karakteristika:

- naznačeni napon.....420 kV
- naznačena frekvencija .....50 Hz
- naznačena struja .....3150 A
- naznačena struja isključenja .....40 kA > 15.22kA
- naznačena udarna struja .....100 kA > 37.75kA

U poljima 400kV ugrađuju se sabirnički rastavljači u sistemu sabirnica GS2, bez noževa za uzemljenje, za spoljnu montažu, sledećih karakteristika:

- naznačeni napon ..... 420 kV
- naznačena struja ..... 2000A
- naznačena struja kratkog spoja ..... 40 kA > 15.22kA
- naznačena udarna struja ..... 100 kA > 37.75kA
- naznačena frekvencija ..... 50 Hz

U poljima 400kV ugrađuju se izlazni rastavljači i sabirnički rastavljači u sistemu sabirnica GS1, sa noževima za uzemljenje, za spoljnu montažu, sledećih karakteristika:

- naznačeni napon ..... 420 kV
- naznačena struja ..... 2000A
- naznačena struja kratkog spoja ..... 40 kA > 15.22kA
- naznačena udarna struja ..... 100 kA > 37.75kA
- naznačena frekvencija ..... 50 Hz

U poljima 400kV ugrađuju se strujni transformatori za spoljnu montažu, sledećih karakteristika:

- naznačeni napon ..... 420 kV
- naznačena frekvencija ..... 50 Hz
- prenosnog odnosa ..... 2x500/1/1, 2x800/1/1/1 A
- sa pet jezgara:
  - I 2x 500/1, kl. 0,2,  $F_s = 10$ , 5 VA
  - II 2x 500/1, kl. 0,2,  $F_s = 10$ , 5 VA
  - III 2x 800/1, kl. 0,5,  $F_s = 10$ , 15 VA
  - IV 2x 800/1, kl. 5P30, 30 VA
  - V 2x 800/1, kl. 5P30, 30 VA

U poljima i u sabirnicama 400kV ugrađuju se se kapacitivni naponski transformatori za spoljnu montažu, sledećih karakteristika:

- naznačeni napon ..... 420 kV
- odnos transformacije .....  $400/\sqrt{3} : 0,1/\sqrt{3} : 0,1/\sqrt{3}$  kV/ kV

sa dva sekundarna namotaja:

- I kl. 0,2, 25 VA,
- II kl. 1/3P, 75 VA

U trafo poljima 400kV ugrađuju se metal oksidni odvodnici prenapona, bez iskrišta, za spoljnu montažu, sledećih karakteristika:

- naznačeni napon ..... 319kV
- trajni radni napon ..... 255 kV
- naznačena struja odvođenja ..... 10 kA

#### 6.1.2.2. Postrojenje 110kV

Za dalekovodna polja 110 kV usvajaju se kompleti od tri jednopolna SF6 prekidača sa tri motorno – opružna pogonska mehaniza, za spoljnu montažu, stupnja izolacije 123Si 230/550, sa sledećim karakteristikama:

|                                                |                   |
|------------------------------------------------|-------------------|
| - naznačeni napon .....                        | 123 kV            |
| - naznačena struja .....                       | 3150 A            |
| - naznačene simetrične struje prekidanja ..... | 40 kA > 28.36kA   |
| - naznačene struje uključenja .....            | 100 kA > 68.64kA  |
| - radni ciklus .....                           | 0-0,3s-CO-3min-CO |

Za spojno i trafo polja 110 kV usvajaju se trolni SF6 prekidači sa jednim motorno – opružnim pogonskim mehanizmom, za spoljnu montažu, stupnja izolacije 123Si 230/550, sa sledećim karakteristikama:

|                                                |                   |
|------------------------------------------------|-------------------|
| - naznačeni napon .....                        | 123 kV            |
| - naznačena struja .....                       | 3150 A            |
| - naznačene simetrične struje prekidanja ..... | 40 kA > 28.36kA   |
| - naznačene struje uključenja .....            | 100 kA > 68.64kA  |
| - radni ciklus .....                           | 0-0,3s-CO-3min-CO |

Za postrojenje 110 kV usvajaju se trolni sabirnički rastavljači sa dva obrtna stubna izolatora bez noževa za uzemljenje, sa motornim pogonom, za spoljnu montažu, stupnja izolacije 123Si 230/550, sa sledećim karakteristikama:

|                                            |                  |
|--------------------------------------------|------------------|
| - naznačeni napon .....                    | 123 kV           |
| - naznačena struja .....                   | 2000 A           |
| - naznačena udarna struja .....            | 100 kA > 68.64kA |
| - naznačena kratkotrajna struja (3s) ..... | 40 kA > 28.36kA  |

Za postrojenje 110 kV usvajaju se trolni izlazni rastavljači sa dva obrtna stubna izolatora, sa noževima za uzemljenje, sa motornim pogonom za glavne noževe i noževe za uzemljenje, za spoljnu montažu, stupnja izolacije 123Si 230/550, sa sledećim karakteristikama:

|                                            |                  |
|--------------------------------------------|------------------|
| - naznačeni napon .....                    | 123 kV           |
| - naznačena struja .....                   | 2000 A           |
| - naznačena udarna struja .....            | 100 kA > 68.64kA |
| - naznačena kratkotrajna struja (3s) ..... | 40 kA > 28.36kA  |

Za trafo polja, spojno polje i DV polja na kojima je dalekovod AlČe 240/40mm<sup>2</sup>, usvajaju se strujni transformatori za spoljnu montažu, stupnja izolacije 123Si 230/550, sledećih karakteristika:

|                                          |                     |
|------------------------------------------|---------------------|
| - naznačeni napon .....                  | 123 kV              |
| - naznačene kratkotrajne struje 1s ..... | 40 kA > 28.36kA     |
| - naznačene dinamičke struje .....       | 100 kA > 68.64kA    |
| - prenosnog odnosa .....                 | 2 x 750/1/1/1/1 A/A |

sa četiri jezgra:

|     |                                            |
|-----|--------------------------------------------|
| I   | 2x750/1, kl. 0,2, Fs = 10, 5 VA, ext 120%  |
| II  | 2x750/1, kl. 0,5, Fs = 10, 15 VA, ext 120% |
| III | 2x750/1, kl. 5P30, 30 VA                   |
| IV  | 2x750/1, kl. 5P30, 30 VA                   |

Za DV polja na kojima je dalekovod AlČe 150/25mm<sup>2</sup>, usvajaju se strujni transformatori za spoljnu montažu, stupnja izolacije 123Si 230/550, sledećih karakteristika:

|                                          |                  |
|------------------------------------------|------------------|
| - naznačeni napon .....                  | 123 kV           |
| - naznačene kratkotrajne struje 1s ..... | 40 kA > 28.36kA  |
| - naznačene dinamičke struje .....       | 100 kA > 68.64kA |

- prenosnog odnosa.....2 x 300/1/1/1/1 A/A  
sa četiri jezgra:  
I 2x300/1, kl. 0,2,  $F_s = 10, 5 \text{ VA}$ , ext 120%  
II 2x300/1, kl. 0,5,  $F_s = 10, 15 \text{ VA}$ , ext 120%  
III 2x300/1, kl. 5P30, 30 VA  
IV 2x300/1, kl. 5P30, 30 VA

Za postrojenje 110 kV usvajaju se kapacitivni naponski transformatori za spoljnu montažu, stupnja izolacije 123Si 230/550, sledećih karakteristika:

- naznačeni napon ..... 123 kV  
- odnos transformacije .....  $110/\sqrt{3} : 0,1/\sqrt{3} : 0,1/\sqrt{3} \text{ kV/kV}$   
sa dva sekundarna namotaja:

- I kl. 0,2, 25 VA,  
II kl. 1/3P, 75 VA

Za trafo polja 110 kV usvajaju se metal oksidni odvodnik prenapona, bez iskrišta, za spoljnu montažu, sledećih karakteristika:

- naznačeni napon ..... 102kV  
- trajni radni napon ..... 82 kV  
- naznačena struja odvođenja ..... 10 kA

Odgovorni projektant



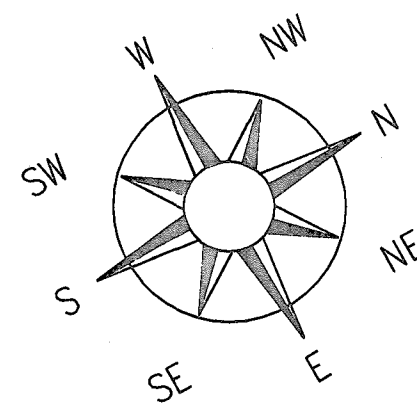
*Dragan Nikolić*  
Dragan Nikolić, dipl.inž.el.  
broj licence 351 K551 11

## **7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA**



|                 |                          |             |    |                                                                                                                             |                                          |                                         |                                                     |                  |              |          |        |
|-----------------|--------------------------|-------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------|--------------|----------|--------|
| Odg. projektant | Dragan Nikolić dipl.ing. | 351 K551 11 | 24 | <br>JP ELEKTROMREŽA<br>SRBIJE          | Naziv projekta                           | Sveska 4: Elektroenergetske instalacije | Naziv crteža: Jednopolna šema TS - postojeće stanje |                  |              | POLJE    |        |
| Projektant      | Dragan Nikolić dipl.ing. | 351 K551 11 | 24 |                                                                                                                             |                                          |                                         |                                                     | Datum: 11. 2017. |              | LOKACIJA |        |
| Obradio         | Dragan Nikolić dipl.ing. | 351 K551 11 | 24 |                                                                                                                             |                                          |                                         |                                                     | Broj projekta    | IDR 2868     | RAZMERA  | List:  |
| Kontrolisao     | Branko Lukić dipl.ing.   | 351 K505 11 | 24 |                                                                                                                             |                                          |                                         |                                                     | Broj crteža      | IDR 2868-4-1 |          | Sredi: |
|                 |                          |             |    | <br>ELEKTROISTOK<br>PROJEKTI BIR O O O | Rekonstrukcija TS 400/110kV Kragujevac 2 |                                         |                                                     |                  |              |          |        |
|                 |                          |             |    |                                                                                                                             |                                          |                                         |                                                     |                  |              |          |        |
|                 |                          |             |    |                                                                                                                             |                                          |                                         |                                                     |                  |              |          |        |
|                 |                          |             |    |                                                                                                                             |                                          |                                         |                                                     |                  |              |          |        |





R.P. 400kV

- A01 TRAFI POLJE 1
- A02 DV REZERVA
- A03 TRAFI POLJE 2
- A04 DV 436 OBRENOVAC A
- A05 SPOJNO POLJE
- A06 DV 423/1 JAGODINA 4
- A07 DV REZERVA (PROSTOR)
- A08 DV REZERVA (PROSTOR)

LEGENDA OPREME:

- I RASTAVLJAC BEZ NZU
- II RASTAVLJAC SA NZU
- III PREKIDAC SNAGE
- IV STRUJNI TRANSFORMATOR
- V NAPONSKI TRANSFORMATOR
- VI ODVODNIK PRENAPONA
- VII KONDENZATOR

R. P. 400kV

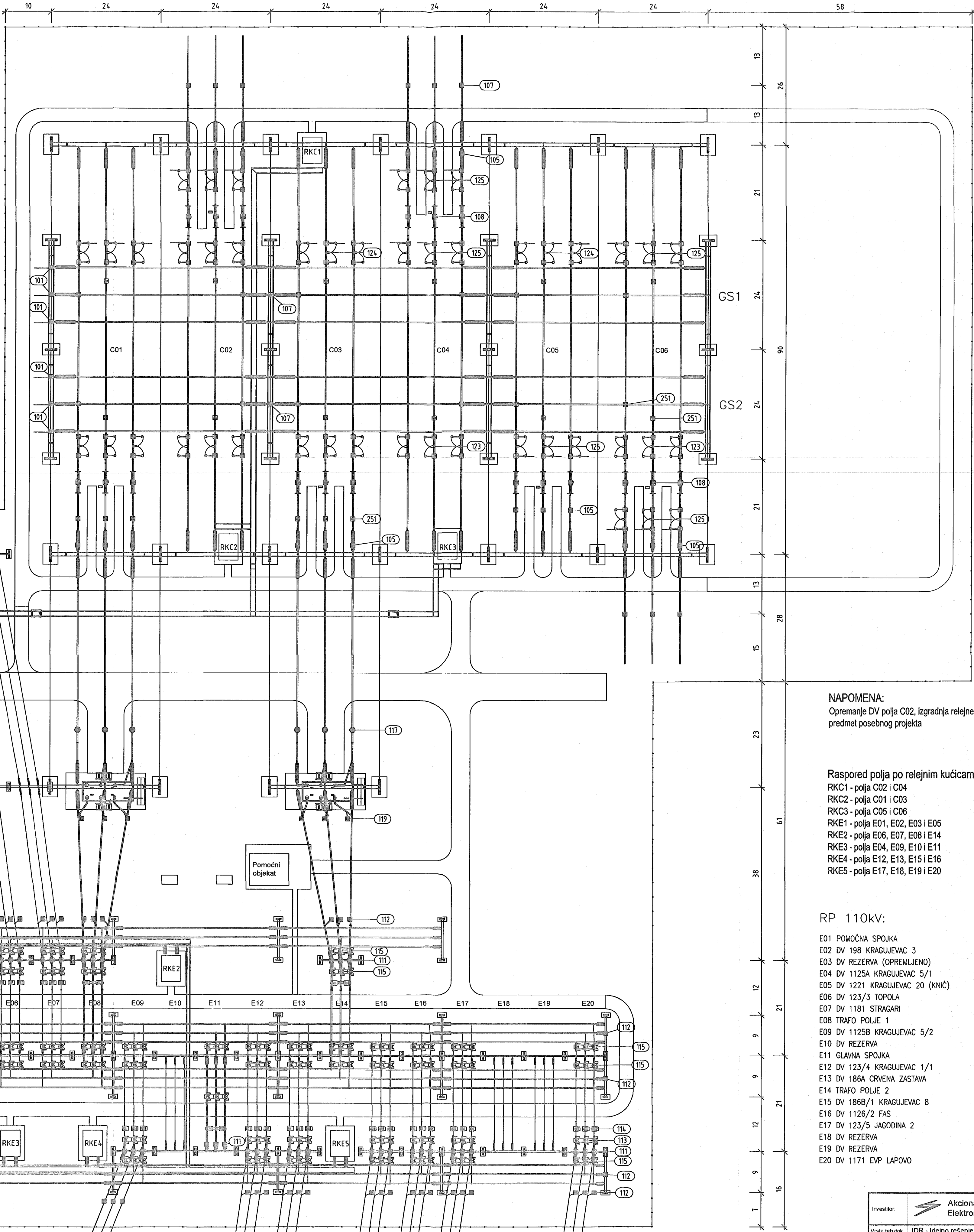
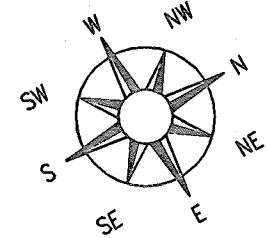
RP 110kV:

- C01 POMOCNA SPOJKA
- C02 DV 198 KRAGUJEVAC 3
- C03 DV REZERVA (OPREMLJENO)
- C04 DV 1125A KRAGUJEVAC 5/1
- C05 DV 1221 KRAGUJEVAC 20 (KNIC)
- C06 DV 123/3 TOPOLA
- C07 DV 1181 STRAGARI
- C08 TRAFI POLJE 1
- C09 DV 1125B KRAGUJEVAC 5/2
- C10 DV REZERVA
- C11 GLAVNA SPOJKA
- C12 DV 123/4 KRAGUJEVAC 1/1
- C13 DV 186A CRVENA ZASTAVA
- C14 TRAFI POLJE 2
- C15 DV 186B/1 KRAGUJEVAC 8
- C16 DV 1126/2 FAS
- C17 DV 123/5 JAGODINA 2
- C18 DV REZERVA
- C19 DV REZERVA
- C20 DV 1171 EVP LAPOVO



|                       |                                             |               |         |                               |                                                       |
|-----------------------|---------------------------------------------|---------------|---------|-------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Investitor:           | Akcionarsko društvo<br>Elektromreža Srbije  |               |         | Projektna organizacija:       | Elektrostat projektirni biro d.o.o.<br>Bogdanovica 14 |
| Naziv projekta:       | Rekonstrukcija TS 400/110kV Kragujevac 2    |               |         | Naziv objekta:                | TS 400/110kV Kragujevac 2                             |
| Naziv crteža:         | Dispozicija trafostanice - postojeće stanje |               |         | Vrsta tehničke dokumentacije: | IDR - Idejno rešenje                                  |
| Datum: 11.2017.       | Ime i prezime:                              | Broj licenca: | Potpis: | Oznaka i naziv dela projekta: | 4 - Elektroenergetiske instalacije                    |
| Odgovorni projektant: | Dragan Nikolić dipl.inž.el.                 | 351 K551 11   |         | Razmera: 1:500                | Broj crteža: IDR 2868-4-3                             |
| Kontrolisao:          | Branko Luković dipl.inž.el.                 | 351 K505 11   |         |                               |                                                       |

| Legenda opreme |                                                                                                    |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| POZ            | OPIS                                                                                               |
| 100            | Potporni izolator 110kV                                                                            |
| 101            | Jednopolni nož za uzemljenje 400kV                                                                 |
| 105            | Strujni transformator 400kV                                                                        |
| 107            | Kapacitivni naponski transformator 400kV                                                           |
| 108            | Komplet od tri jednopolna prekidača 400kV - Alstom                                                 |
| 111            | Strujni transformator 110kV                                                                        |
| 112            | Naponski transformator 110kV                                                                       |
| 113            | Tropolni rastavljač sa noževima za uzemljenje 110kV                                                |
| 114            | Komplet od tri jednopolna prekidača 110kV                                                          |
| 115            | Tropolni rastavljač 110kV bez noževa za uzemljenje                                                 |
| 117            | Odvodnik prenapona 400kV                                                                           |
| 119            | Odvodnik prenapona 110kV                                                                           |
| 123            | Komplet od tri jednopolna rastavljača bez noževa za uzemljenje 400kV                               |
| 124            | Komplet od tri jednopolna rastavljača sa noževima za uzemljenje 400kV (levi noževi za uzemljenje)  |
| 125            | Komplet od tri jednopolna rastavljača sa noževima za uzemljenje 400kV (desni noževi za uzemljenje) |
| 251            | Potporni izolator 400kV                                                                            |



R.P. 400kV  
C01 TRAFI POLJE 1  
C02 DV KRALJEVO 3  
C03 TRAFI POLJE 2  
C04 DV 436 OBRENOVAC A  
C05 SPOJNO POLJE  
C06 DV 423/1 JAGODINA 4  
C07 DV REZERVA (PROSTOR)  
C08 DV REZERVA (PROSTOR)

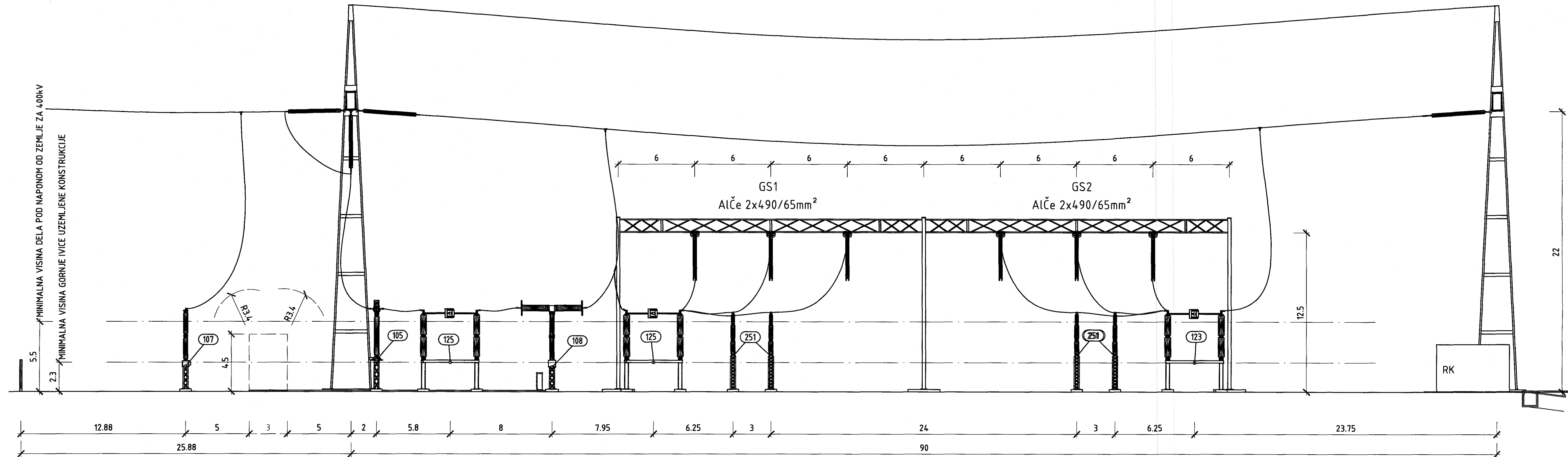
NAPOMENA:  
Opremanje DV polja C02 i C03, izgradnja relejne kućice RKC1 i kanala od ove kućice do zgrade, su predmet posebnog projekta

Raspored polja po relearnim kućicama:  
RKC1 - polja C02 i C03  
RKC2 - polja C01 i C03  
RKC3 - polja C05 i C06  
RKE1 - polja E01, E02, E03 i E05  
RKE2 - polja E06, E07, E08 i E14  
RKE3 - polja E04, E09, E10 i E11  
RKE4 - polja E12, E13, E15 i E16  
RKE5 - polja E17, E18, E19 i E20

RP 110kV:  
E01 POMOĆNA SPOJKA  
E02 DV 198 KRAGUJEVAC 3  
E03 DV REZERVA (OPREMLJENO)  
E04 DV 1125A KRAGUJEVAC 5/1  
E05 DV 1221 KRAGUJEVAC 20 (KNIČ)  
E06 DV 123/3 TOPOLA  
E07 DV 1181 STRAGARI  
E08 TRAFI POLJE 1  
E09 DV 1125B KRAGUJEVAC 5/2  
E10 DV REZERVA  
E11 GLAVNA SPOJKA  
E12 DV 123/4 KRAGUJEVAC 1/1  
E13 DV 186A CRVENA ZASTAVA  
E14 TRAFI POLJE 2  
E15 DV 186B/1 KRAGUJEVAC 8  
E16 DV 1126/2 FAS  
E17 DV 123/5 JAGODINA 2  
E18 DV REZERVA  
E19 DV REZERVA  
E20 DV 1171 EVP LAPOVO



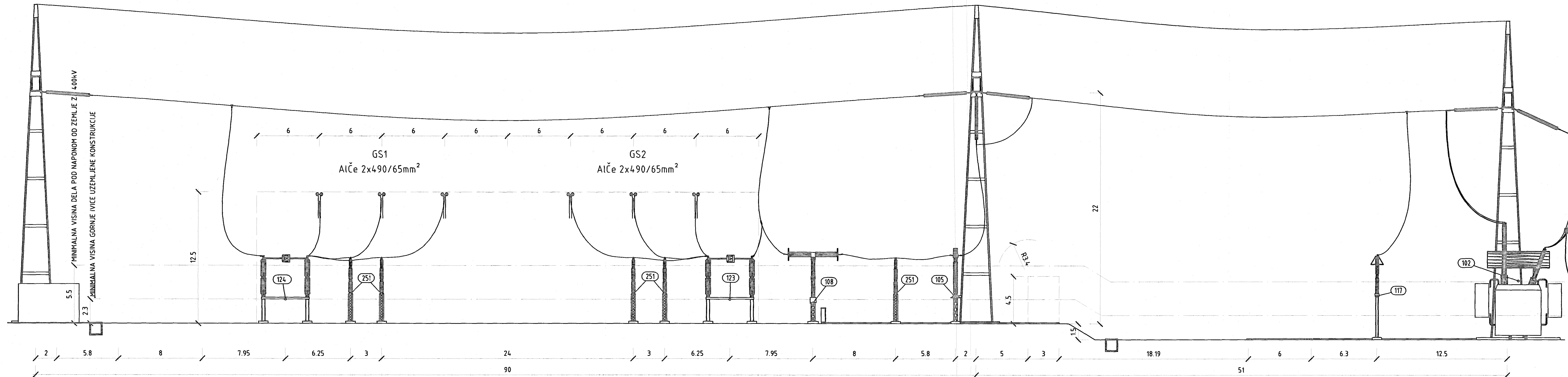
|                       |                                          |                               |                                                 |
|-----------------------|------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------|
| Investitor:           | Akcionarsko društvo Elektromreža Srbije  | Projektant:                   | Elektroistok Projektirni biro d.o.o.            |
| Vrsta teh. dok.       | IDR - Idejno rešenje                     | Oznaka i naziv dela projekta: | 4 - Elektroenergetske instalacije               |
| Naziv objekta:        | Rekonstrukcija TS 400/110kV Kragujevac 2 | Naziv crteža:                 | Dispozicija trafostanice - nakon rekonstrukcije |
| Odgovorni projektant: | Dragan Nikolić dipl.inž.el.              | Projeatant:                   | Elektroistok Projektirni biro d.o.o.            |
| Obradilo:             | Dragan Nikolić dipl.inž.el.              | Datum:                        | 11.2017.                                        |
| Kontrolisalo:         | Branko Lukić dipl.inž.el.                | Broj projekta:                | IDR2858-4.4                                     |



| Legenda |                                                                                                    |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| POZ     | OPIS                                                                                               |
| 105     | Strujni transformator 400kV                                                                        |
| 107     | Kapacitivni naponski transformator 400kV                                                           |
| 108     | Komplet od tri jednopolna prekidača 400kV - Alstom                                                 |
| 123     | Komplet od tri jednopolna rastavljača bez noževa za uzemljenje 400kV                               |
| 125     | Komplet od tri jednopolna rastavljača sa noževima za uzemljenje 400kV (desni noževi za uzemljenje) |
| 251     | Potporni izolator 400kV                                                                            |



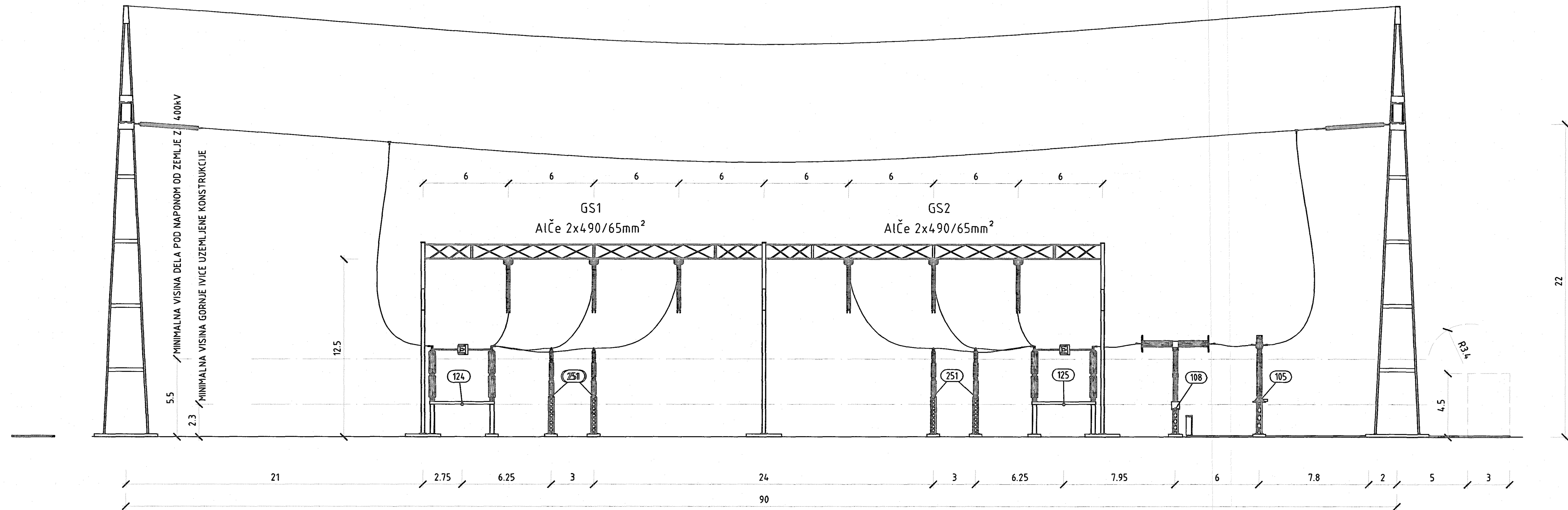
|                          |                                                                                    |                                               |                                             |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Investitor:              | Akcionarsko društvo<br>Elektromreža Srbije                                         | Projektant:                                   | Elektroistok<br>Projektirni biro d.o.o.     |
| Vrsta teh.dok.           | IDP - Idejni projekat                                                              | Oznaka<br>i naziv<br>dela<br>projekta:        | 4 - Projekat elektroenergetskih instalacija |
| Naziv<br>objekta:        | Rekonstrukcija TS 400/110kV Kragujevac 2                                           | Naziv<br>crteža:<br><br>Presek DV polja 400kV |                                             |
| Odgovorni<br>projektant: | Ime i prezime: Dragan Nikolić dipl.el.ing.<br>Broj licence: 351 K551 11<br>Potpis: |                                               |                                             |
| Obradio:                 | Dragan Nikolić dipl.el.ing.<br>351 K551 11<br>                                     | Razmera:                                      | Datum:                                      |
| Kontrolisao:             | Branko Lukić dipl.el.ing.<br>351 K505 11<br>                                       | 1:200                                         | 11.2017.                                    |
|                          |                                                                                    | Broj projekta:                                | Broj crteža:                                |
|                          |                                                                                    | IDR2868                                       | IDP2860-4-5                                 |



| Legenda |                                                                                                   |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| POZ     | OPIS                                                                                              |
| 102     | Transformator 400/110 kV 300 MVA                                                                  |
| 105     | Strujni transformator 400kV                                                                       |
| 108     | Komplet od tri jednopolna prekidača 400kV - Alstom                                                |
| 117     | Odvodnik prenapona 400kV                                                                          |
| 123     | Komplet od tri jednopolna rastavljača bez noževa za uzemljenje 400kV                              |
| 124     | Komplet od tri jednopolna rastavljača sa noževima za uzemljenje 400kV (levi noževi za uzemljenje) |
| 251     | Potporni izolator 400kV                                                                           |



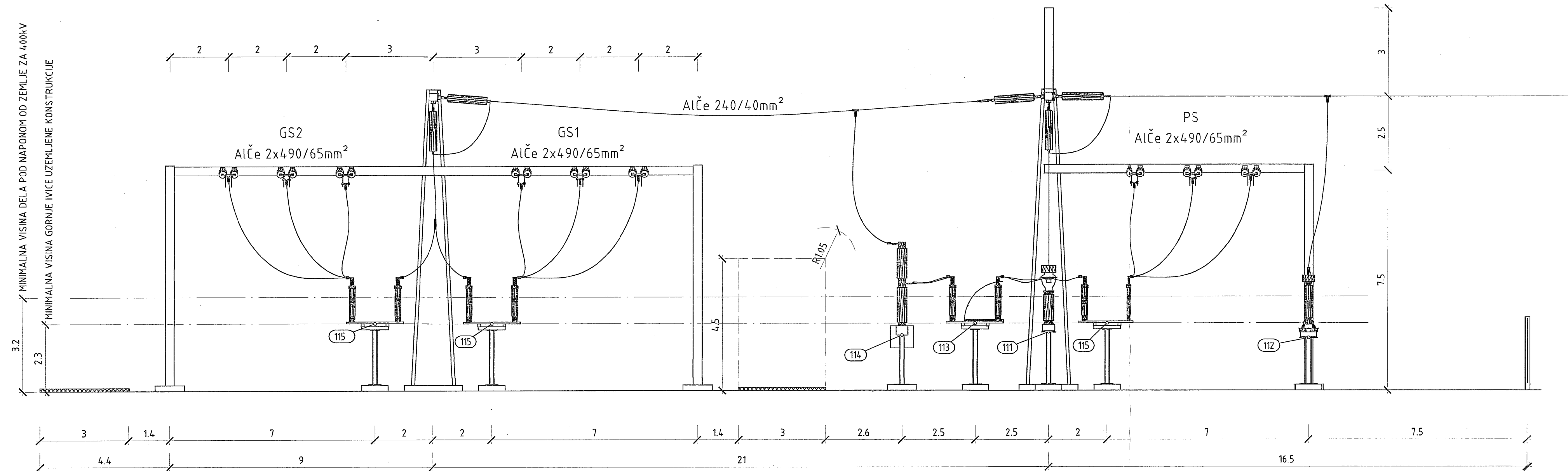
|                       |                                          |                               |                                             |
|-----------------------|------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------|
| Investitor:           | Akcionarsko društvo Elektromreža Srbije  | Projektant:                   | Elektroistok Projektini biro d.o.o.         |
| Vrsta teh dok         | IDR - Idejno rešenje                     | Oznaka i naziv dela projekta: | 4 - Projekat elektroenergetskih instalacija |
| Naziv objekta:        | Rekonstrukcija TS 400/110kV Kragujevac 2 | Naziv crteža:                 | Presek trafo polja 400kV                    |
| Odgovorni projektant: | Dragan Nikolić dipl.el.ing.              | Broj licence:                 | 351 K551 11                                 |
| Obradio:              | Dragan Nikolić dipl.el.ing.              | Broj projekta:                | IDR2868                                     |
| Kontrolisao:          | Branko Lukić dipl.el.ing.                | Broj crteža:                  | IDR2860-4-6                                 |



| Legenda |                                                                                                    |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| POZ     | OPIS                                                                                               |
| 105     | Strujni transformator 400kV                                                                        |
| 108     | Komplet od tri jednopolna prekidača 400kV - Alstom                                                 |
| 124     | Komplet od tri jednopolna rastavljača sa noževima za uzemljenje 400kV (levi noževi za uzemljenje)  |
| 125     | Komplet od tri jednopolna rastavljača sa noževima za uzemljenje 400kV (desni noževi za uzemljenje) |
| 251     | Potporni izolator 400kV                                                                            |



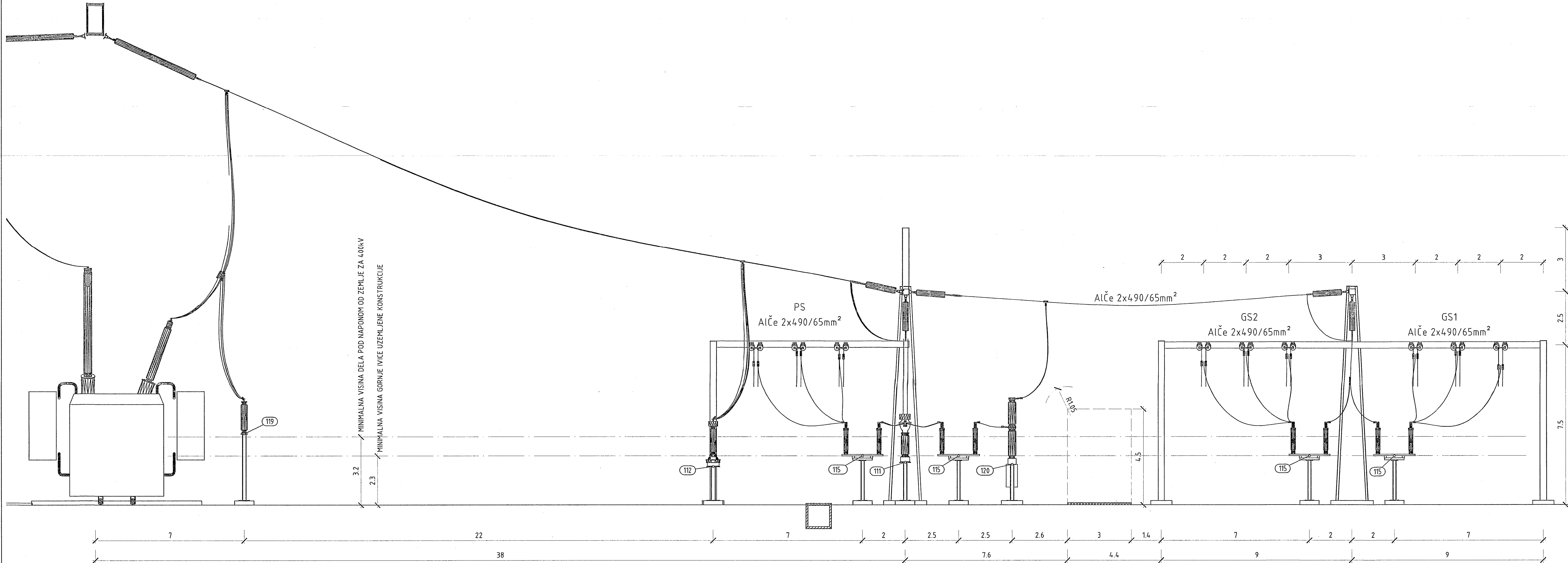
|                                                         |                                            |                           |                                                                           |  |  |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--|--|
| Investitor:  Akcionarsko društvo<br>Elektromreža Srbije |                                            |                           | Projektant:  Elektroistok<br>Projektni biro d.o.o.                        |  |  |
| Vrsta teh.dok: IDR - Idejno rešenje                     |                                            |                           | Oznaka i naziv dela projekta: 4 - Projekat elektroenergetskih instalacija |  |  |
| Naziv objekta: Rekonstrukcija TS 400/110kV Kragujevac 2 |                                            |                           | Naziv crteža: Presek spojnog polja 400kV                                  |  |  |
| Odgovorni projektant:                                   | Ime i prezime: Dragan Nikolić dipl.el.ing. | Broj licence: 351 K551 11 | Polpis:                                                                   |  |  |
| Obradio:                                                | Ime i prezime: Dragan Nikolić dipl.el.ing. | Broj licence: 351 K551 11 | Polpis:                                                                   |  |  |
| Kontrolisao:                                            | Ime i prezime: Branko Lukić dipl.el.ing.   | Broj licence: 351 K505 11 | Polpis:                                                                   |  |  |
| Razmera: 1:200                                          | Datum: 11.2017.                            | Broj projekta: IDR2868    | Broj crteža: IDR2868-4-7                                                  |  |  |



| Legenda |                                                     |
|---------|-----------------------------------------------------|
| POZ     | OPIS                                                |
| 111     | Strujni transformator 110kV                         |
| 112     | Naponski transformator 110kV                        |
| 113     | Tropolni rastavljač sa noževima za uzemljenje 110kV |
| 114     | Komplet od tri jednopolna prekidača 110kV           |
| 115     | Tropolni rastavljač 110kV bez noževa za uzemljenje  |



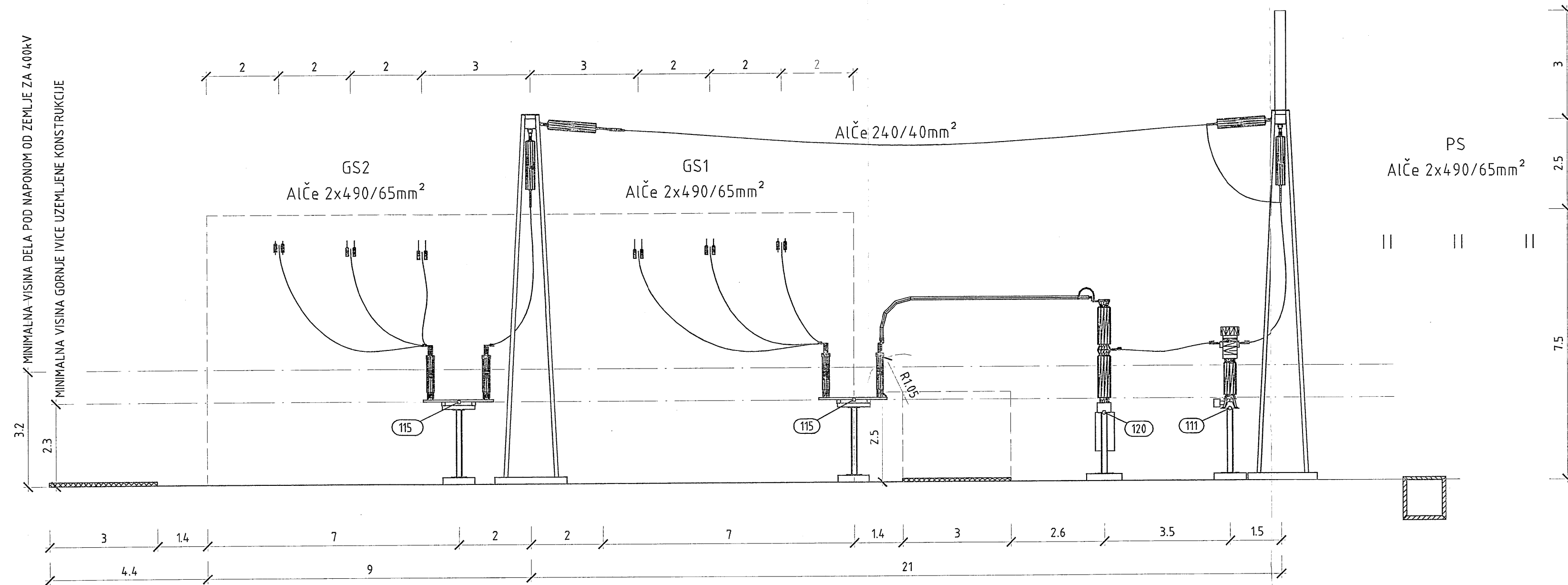
|                          |                                              |                                        |                                             |
|--------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|
| Investitor:              | Akcionarsko društvo<br>Elektromreža Srbije   | Projektant:                            | Elektroistok<br>Projektni biro d.o.o.       |
| Vrsta teh.dok.           | IDR - Idejno rešenje                         | Oznaka<br>i naziv<br>dela<br>projekta: | 4 - Projekat elektroenergetskih instalacija |
| Naziv<br>objekta:        | Rekonstrukcija TS 400/110kV Kragujevac 2     | Naziv<br>orteža:                       | Presek DV polja 110kV                       |
| Odgovorni<br>projektant: | Ime i prezime<br>Dragan Nikolić dipl.el.ing. | Broj licence<br>351 K551 11            | Potpis<br>                                  |
| Obradio:                 | Ime i prezime<br>Dragan Nikolić dipl.el.ing. | Broj licence<br>351 K551 11            | Potpis<br>                                  |
| Kontrolisao:             | Ime i prezime<br>Branko Lukić dipl.el.ing.   | Broj licence<br>351 K505 11            | Potpis<br>                                  |
| Razmera:<br>1:100        | Datum:<br>11.2017.                           | Broj projekta:<br>IDR2868              | Broj orteža:<br>IDR2868-4-8                 |



| Legenda |                                                    |
|---------|----------------------------------------------------|
| POZ     | OPIS                                               |
| 111     | Strujni transformator 110kV                        |
| 112     | Naponski transformator 110kV                       |
| 115     | Tropolni rastavljač 110kV bez noževa za uzemljenje |
| 119     | Odvodnik prenapona 110kV                           |
| 120     | Tropolni prekidač 110kV                            |



|                          |                                                                                                                                  |              |                                                                                       |             |                                                                                                                             |                                             |                |             |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------|-------------|
| Investitor:              |  Akcionarsko društvo<br>Elektromreža Srbije |              |                                                                                       | Projektant: |  Elektroistok<br>Projektni biro d.o.o. |                                             |                |             |
| Vrsta teh. dok.          | IDR - Idejno rešenje                                                                                                             |              |                                                                                       |             | Oznaka<br>i naziv<br>dela projekta:                                                                                         | 4 - Projekat elektroenergetskih instalacija |                |             |
| Naziv<br>objekta:        | Rekonstrukcija TS 400/110kV Kragujevac 2                                                                                         |              |                                                                                       |             | Naziv<br>oreza:                                                                                                             | Presek trafo polja 110kV                    |                |             |
| Odgovorni<br>projektant: | Ime i prezime                                                                                                                    | Broj licence | Potpis                                                                                |             |                                                                                                                             |                                             |                |             |
| Obradio:                 | Dragan Nikolić dipl.el.ing.                                                                                                      | 351 K551 11  |  |             |                                                                                                                             |                                             |                |             |
| Kontrolisao:             | Branko Lukić dipl.el.ing.                                                                                                        | 351 K505 11  |  |             |                                                                                                                             |                                             |                |             |
|                          |                                                                                                                                  |              |                                                                                       |             | Rezmerna:                                                                                                                   | Datum:                                      | Broj projekta: | Broj oreza: |
|                          |                                                                                                                                  |              |                                                                                       |             | 1:100                                                                                                                       | 11.2017.                                    | IDR2868        | IDR2868-4-9 |



| Legenda |                                                    |
|---------|----------------------------------------------------|
| POZ     | OPIS                                               |
| 111     | Strujni transformator 110kV                        |
| 115     | Tropolni rastavljač 110kV bez noževa za uzemljenje |
| 120     | Tropolni prekidač 110kV                            |



|                       |                                          |             |          |                |                                    |                                             |              |  |
|-----------------------|------------------------------------------|-------------|----------|----------------|------------------------------------|---------------------------------------------|--------------|--|
| Investitor:           | Akcionarsko društvo Elektromreža Srbije  |             |          | Projektant:    | Elektroistok Projektni biro d.o.o. |                                             |              |  |
| Vrsta teh.dok.        | IDR - Idejno rešenje                     |             |          |                | Oznaka i naziv dela projekta:      | 4 - Projekat elektroenergetskih instalacija |              |  |
| Naziv objekta:        | Rekonstrukcija TS 400/110kV Kragujevac 2 |             |          |                | Naziv orteža:                      | Presek spojnog polja 110kV                  |              |  |
| Odgovorni projektant: | Dragan Nikolić dipl.el.ing.              | 351 K551 11 | 24       |                |                                    |                                             |              |  |
| Obradio:              | Dragan Nikolić dipl.el.ing.              | 351 K551 11 | 24       |                |                                    |                                             |              |  |
| Kontrolisao:          | Branko Lukić dipl.el.ing.                | 351 K505 11 | 65       |                |                                    |                                             |              |  |
| Rezmerna:             | 1:100                                    | Datum:      | 11.2017. | Broj projekta: | IDR2868                            | Broj orteža:                                | IDR2868-4-10 |  |



|                       |  |                                                                                                                                          |  |                               |  |                                                                                                                                      |  |
|-----------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Investitor:           |  |  <b>Akcionarsko društvo<br/>Elektromreža Srbije</b> |  | Projektant:                   |  |  <b>Elektroistok<br/>Projektini biro d.o.o.</b> |  |
| Vrsta teh.dok.        |  |                                                                                                                                          |  | IDR - Idejno rešenje          |  |                                                                                                                                      |  |
| Naziv objekta:        |  | Rekonstrukcija TS 400/110kV Kragujevac 2                                                                                                 |  | Oznaka i naziv dela projekta: |  | 4 - Projekat elektroenergetskih instalacija                                                                                          |  |
| Ime i prezime         |  | Broj licence                                                                                                                             |  | Potpis                        |  |                                                                                                                                      |  |
| Odgovorni projektant: |  | Dragan Nikolić dipl.el.ing.                                                                                                              |  | 351 K551 11                   |  |                                                 |  |
| Obradio:              |  | Dragan Nikolić dipl.el.ing.                                                                                                              |  | 351 K551 11                   |  |                                                 |  |
| Kontrolisao:          |  | Branko Lukić dipl.el.ing.                                                                                                                |  | 351 K505 11                   |  |                                                 |  |
| Razmera:              |  | Datum:                                                                                                                                   |  | Broj projekta:                |  | Broj crteža:                                                                                                                         |  |
| 1:100                 |  | 10.2017.                                                                                                                                 |  | IDR2868                       |  | IDR2868-4-11                                                                                                                         |  |

3x10kV 50Hz,  $I_r=300A$ ,  $I_k=14,5kA$  ECu



|                 |                          |             |            |                                                        |                                                                                                      |                                         |                                       |                  |               |         |        |
|-----------------|--------------------------|-------------|------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|------------------|---------------|---------|--------|
| Odg. projektant | Dragan Nikolić dipl.ing. | 351 K551 11 | <i>27</i>  | Investitor                                             | Naziv projekta<br><br>Rekonstrukcija TS 400/110kV Kragujevac 2<br>- Opremanje DV polja 400kV br. A02 | Sveska 4: Elektroenergetske instalacije | Naziv crteža: Jednopolna šema RP 10kV |                  |               | POLJE   |        |
| Projektant      | Dragan Nikolić dipl.ing. | 351 K551 11 | <i>27</i>  | JP ELEKTROMREŽA SRBIJE                                 |                                                                                                      |                                         |                                       | Datum: 11. 2017. | LOKACIJA      |         |        |
| Obradio         | Dragan Nikolić dipl.ing. | 351 K551 11 | <i>27</i>  | Projektant<br><br>ELEKTROISTOK<br>PROJEKTI BIRO d.o.o. |                                                                                                      |                                         |                                       | Broj projekta    | IDR 2868      | RAZMERA | List:  |
| Kontrolisao     | Branko Lukić dipl.ing.   | 351 K505 11 | <i>6.1</i> |                                                        |                                                                                                      |                                         |                                       | Broj crteža      | IDR 2868-4-12 |         | Sledi: |