

#### 4/1. 1 NASLOVNA STRAN S KLJUČNIMI PODATKI O NAČRTU

ŠTEVILČNA OZNAKA NAČRTA IN VRSTA NAČRTA:

#### 4/1. NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME DOBAVA IN MONTAŽA ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA

INVESTITOR:

**ELEKTRO GORENJSKA**  
podjetje za distribucijo električne energije, d. d.  
Ul. Mirka Vadnova 3a, 4000 Kranj

OBJEKT:

#### RTP 110/20 kV ZLATO POLJE – ZAMENJAVA ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA TR1

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE:

**Dokumentacija za razpis (DZR)**

ZA GRADNJO:

**rekonstrukcija**

PROJEKTANT NAČRTA:

ELEKTRO GORENJSKA, d. d.  
Ul. Mirka Vadnova 3a, 4000 Kranj

Uprava: Predsednik uprave:  
Mag. Bojan Luskovec

po pooblastilu

 **GORENJSKA**

Elektro Gorenjska,  
podjetje za distribucijo  
električne energije, d. d., Kranj

ODGOVORNI PROJEKTANT NAČRTA:

ime in priimek:

žig:

podpis:

Matej LOGONDER, univ. dipl. inž. el.

ident. št.: IZS E - 1624



ŠTEVILKA NAČRTA IN IZVODA, KRAJ IN DATUM IZDELAVE NAČRTA:

**7459-6E1, izvod št. 1, Kranj, oktober 2017**

ODGOVORNI VODJA PROJEKTA:

ime in priimek:

žig:

podpis:

Matej LOGONDER, univ. dipl. inž. el.

ident. št.: IZS E - 1624



## 4/1. 2 KAZALO VSEBINE NAČRTA ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME, DOBAVA IN MONTAŽA ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA

### 4/1. 1 Naslovna stran s ključnimi podatki o načrtu

### 4/1. 2 Kazalo vsebine načrta

### 4/1. 3 Izjava odgovornega projektanta načrta (samo v projektu za pridobitev gradbenega dovoljenja)

### 4/1. 4 Tehnično poročilo

<b>A. UVODNA OBRAZLOŽITEV.....</b>	<b>4</b>
<b>B. SPLOŠNI TEHNIČNI POGOJI .....</b>	<b>5</b>
<b>1. SPLOŠNI PODATKI O OBJEKTU .....</b>	<b>5</b>
<b>2. OSNOVNI PODATKI O REKONSTRUKCIJI OBJEKTA IN VGRAJENI OPREMA .....</b>	<b>6</b>
2. 1. OBSEG DOBAVE IN STORITEV .....	6
2. 2. ZAGOTOVITEV ELEKTROMAGNETNE ZDRUŽLJIVOSTI (EMC) .....	6
2. 3. ENERGETSKI PODATKI .....	7
2.4. MEJE DOBAVE .....	8
2.5. MONTAŽA.....	8
2.7. PROJEKTNNA IN TEHNIČNA DOKUMENTACIJA .....	9
2.8. ŠOLANJE .....	9
<b>C. POSEBNI TEHNIČNI POGOJI.....</b>	<b>10</b>
<b>1. SPLOŠNI OPIS TRANSFORMATORJA.....</b>	<b>10</b>
1. 1. OSNOVNE ZAHTEVE.....	10
1. 2. POGOJI V KATERIH OBRATUJE ENERGETSKI TRANSFORMATOR .....	10
<b>2. OSNOVNE TEHNIČNE KARAKTERISTIKE ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA.....</b>	<b>11</b>
2. 1. IZDELAVA.....	11
2. 2. RAZMERJE TRANSFORMACIJE IN OBSEG REGULACIJE.....	11
2. 3. NAZIVNA MOČ.....	12
2. 4. NAZIVNA FREKVENCA .....	12
2. 5. NAPETOST KRATKEGA STIKA ( $U_k$ %) .....	12
2. 6. VEZAVA ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA .....	12
2. 7. REGULACIJA NAPETOSTI.....	13
2. 8. STOPNJA IZOLACIJE NAVITIJ .....	13
2. 9. HLAJENJE ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA .....	13
2. 10. OBREMENLJIVOST IN ZAGOTAVLJANJE DOLGE ŽIVLJENJSKE DOBE ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA ..	14
2. 11. HRUP ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA.....	15
2. 12. KRATKOSTIČNA MOČ TRANSFORMATORJA .....	15
2. 13. IZGUBE V ENERGETSKEM TRANSFORMATORJU .....	15
2. 14. TOK PRAZNEGA TEKA .....	15
<b>3. OSNOVNE KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI TRANSFORMATORJA .....</b>	<b>15</b>
3. 1. MAGNETNO JEDRO .....	15
3. 2. NAVITJA .....	16

3. 3. TRANSFORMATORSKI KOTEL .....	16
3. 4. POKROV ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA .....	16
3. 5. KONZERVATOR OLJA .....	17
3. 6. HLADILNI APARAT .....	17
3. 7. BUCHHOLZ RELE .....	17
3. 8. PREVODNI IZOLATORJI .....	17
3. 9. REGULACIJSKO STIKALO Z REGULATORJEM NAPETOSTI .....	18
3. 10. SIGNALNA OMARICA .....	19
3. 11. VARNOSTNI ODDUŠNIK .....	20
3. 12. IZOLACIJSKO OLJE ZA ENERGETSKI TRANSFORMATOR .....	20
3. 13. KOROZIJSKA ZAŠČITA .....	21
3. 14. TERMIČNA ZAŠČITA TRANSFORMATORJA .....	21
3. 15. MASE IN OSNOVNE MERE .....	21
<b>4. PREIZKUŠANJE IN PREGLED TRANSFORMATORJA .....</b>	<b>22</b>
4. 1. PREIZKUŠANJE ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA .....	22
4. 2. KOSOVNO PREIZKUŠANJE .....	22
4. 3. PREGLEDI TRANSFORMATORJA (FAT, SAT) .....	23
<b>5. TRANSPORT, MONTAŽA IN POSTAVITEV ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA .....</b>	<b>23</b>
<b>6. CERTIFIKAT O USTREZNOSTI .....</b>	<b>24</b>
<b>7. REZERVNI DELI .....</b>	<b>24</b>
<b>D. TABELE TEHNIČNIH PODATKOV .....</b>	<b>25</b>
1. NAVODILA PONUDNIKOM .....	25
2. TABELE TEHNIČNIH ZAHTEV .....	26

#### **4/1. 5 Načrti in risbe**

- 1. Pregledna situacija, M 1: 5000**
- 2. Pregledna situacija RTP 110/20 kV Zlato polje – geodetska, M 1: 250**
- 3. Enopolna shema RTP 110/20 kV Zlato polje**
- 4. Tloris pritličja RTP 110/20 kV Zlato polje s transformatorskimi prostori**
- 5. Prerez transformatorskega prostora (prerez A-A)**

#### 4/1. 4 TEHNIČNO POROČILO

##### A. UVODNA OBRAZLOŽITEV

Razdelilna transformatorska postaja RTP 110/20 kV Zlato polje je ena izmed napajalnih točk v sklopu »Kranjske 110 kV zanke«, za napajanje mesta Kranja z okolico. Pripadajoče 20 kV distribucijsko omrežje RTP Zlato polje poleg dela mesta Kranj obsega območje od Naklega, Okroglega, ENP Kranj (Slovenske železnice) do Tenetiš in Preddvora.

Objekt je bil zgrajen leta 1974, leta 1999 pa je bila izvedena večja rekonstrukcija.

RTP 110/20 kV Zlato polje obsega 110 kV stikališče v GIS (gas-insulated switchgear) izvedbi - kovinsko oklopljeno in izolirano s plinom SF<sub>6</sub>, sestavljeno iz petih polj (dve kabelski polji, dve transformatorski polji, spojno polje), proizvajalca Siemens. 20 kV stikališče je sestavljeno iz kovinsko oklopljenih celic z enosistemskimi zbiralnicami v štirih sektorjih, proizvajalca IMP-TEN Ljubljana. 20 kV celice imajo izvijačljiv vakuumski odklopnik proizvajalca AEG.

RTP Zlato polje je s 110 kV daljnovodoma povezana s sosednjima RTP-jema: RTP Okroglo in RTP Primskovo.

Ob zadnji večji rekonstrukciji sta bila v RTP Zlato polje nameščena dva energetska transformatorja 110/20 kV, moči po 20 MVA. Energetska transformatorja sta montirana v ločenih boksih pregrajenih s požarno steno.

S povečevanjem priključne moči napajalnega območja ter povečanjem porabe električne energije se je pojavila potreba po povečavi moči transformatorjev na 31,5 MVA.

Prva faza zamenjave energetskih transformatorjev je bila izvedena leta 2012, z zamenjavo transformatorja TR2. V RTP Zlato polje je bil nameščen nov energetski transformator tip RT 31500-110/21, 110/21 kV, 31,5 MVA, vezalne skupine YNyn6+d5, proizvajalca Kolektor Etra.

Druga faza zamenjave energetskih transformatorjev je predvidena v letu 2018 in obsega zamenjavo obstoječega energetskega transformatorja TR1, 110/20 kV 20 MVA z novim moči 31,5 MVA.

Zamenjava energetskega transformatorja TR1 je uvrščena v naslednje investicijske plane:

- v 10. letni plan EG (NRO 2015 – 2024): Načrt razvoja omrežja za deset letno obdobje na področju podjetja Elektro Gorenjska 2015 – 2024, ki je bil potrjen s soglasjem s strani Vlade Republike Slovenije in Ministrstva za gospodarstvo,
- Naložbeni načrt EG 2016 – 2017 – 2018,
- Plan investicij EG 2017, 2018.

**B. SPLOŠNI TEHNIČNI POGOJI****1. Splošni podatki o objektu***Lokacijski podatki:*

Naziv objekta:	RTP 110/20 kV Zlato polje
Šifra sredstva v BTP EG:	
Lokacija:	Koroška cesta 22, Zlato polje, Kranj
Parcela:	832/8, k. o. Kranj
Dostop in dovoz:	iz regionalne ceste Kranj-Naklo ali iz dovozne ceste do šolskega centra Kranj
Objekt:	stikališče v zidanem tri etažnem objektu; v kleti je kabelski prostor; v pritličju je prostor 110 kV stikališča, akumulatorski prostor, 20 kV kabelski prostor, prostor za naprave lastne rabe in dva prostora za naprave kompenzacije; v 1. nadstropju je komandni prostor, 20 kV stikališče in sanitarije

*Elektrotehnološki podatki:*

Vrsta 110 kV stikališča:	GIS izvedba v ločenem prostoru od SN stikališča,
Obratovalna primarna napetost:	110 kV
Obratovalna sekundarna napetost:	20 kV
Inštalirana moč transformatorjev:	1x 20 MVA + 1x 31,5 MVA (obstoječe stanje)
Transformacija:	110/20 kV
Oblika 110 kV stikališča:	dvojni sistem zbiralnic v tripolni oklopljeni izvedbi (GIS)
Število 110 polj:	5
Oblika 20 kV stikališča:	enojni sistem zbiralnic z razdelitvijo na 4 sektorje
Število 20 kV celic:	36
Kompenzacijska enota:	2 x 2,4 MVar
Transformator lastne rabe:	21/0,42 kV; 160 kVA
Indirektna ozemljitev SN omrežja:	ohmski upor 80 $\Omega$
Pomožna napetost:	110 V, DC
Ozemljitev in strelovodna zaščita:	ustrezna

## **2. Osnovni podatki o rekonstrukciji objekta in vgrajeni oprema**

### **2. 1. Obseg dobave in storitev**

Rekonstrukcija objekta RTP 110/20 kV Zlato polje (zamenjavo obstoječega energetskega transformatorja 110/20 kV, 20 MVA z novim moči 31,5 MVA) obsega:

- dobavo energetskega transformatorja 110/20 kV, moči 31,5 MVA,
- dobavo naprave za termosliko in kontaktnega termometra,
- pakiranje in transport do mesta vgradnje, razloženo,
- vgradnjo in namestitve v prostor,
- spuščanje v pogon in funkcionalne preizkuse,
- zavarovanje za obseg del in transport,
- izdelava potrebne projektne in tehnične dokumentacije.
- navodila za obratovanje in vzdrževanje,
- šolanje naročnikovega osebja (uporabnikov opreme) v tovarni in na objektu, skladno z zahtevami iz te razpisne dokumentacije,
- garancijsko dobo za obseg dobave in del.

Ponudnik je dolžan za ponudbo preučiti veljavno komercialno in tehnično zakonodajo, prostorske, klimatske, prometno-transportne in skladiščne možnosti ter predvideti tudi morebitne težave v zvezi s sočasnim obratovanjem naročnikovih obstoječih tehnoloških sistemov, čeprav niso dosledno navedeni v razpisni dokumentaciji.

Podrobnejši opisi tehničnih karakteristik opreme ter storitev po tej razpisni dokumentaciji so podani v točkah »Posebni tehnični pogoji« (poglavje C) in »Tabele tehničnih podatkov« (poglavje D) tega načrta.

### **2. 2. Zagotovitev elektromagnetne združljivosti (EMC)**

V razdelilni transformatorski postaji morajo biti izvedeni zaščitni in varnostni ukrepi za odstranitev oz. ublažitev elektromagnetnih motenj, ki vplivajo na delovanje vseh občutljivejših el. naprav.

Tako so posamezne komponente opreme izpostavljene raznim zunanjim elektromagnetnim vplivom, ki jih stalno povzročajo prisotne elektroenergetske naprave, občasno pa tudi posamezne okvare na teh napravah. Med tovrstne motnje lahko štejemo tudi vse atmosferske razelektritve. Motnje lahko povzročajo nepravilno delovanje elektro opreme in z njimi povezanih naprav, ali pa celo nezaželeni izpad posameznega sklopa postaje.

Elektromagnetne motnje se deli na naravne in na motnje nastala zaradi prisotnosti drugih energetskih in elektronskih naprav.

Naravne motnje so predvsem atmosferske motnje. Vse ostale motnje pa so posledica prisotnosti drugih električnih naprav, ki stalno povzročajo različne motnje kot so nihanje napetosti, onesnaženje z višjimi harmoniki, razni stikalni manevri bližnjih elektroenergetskih stikalnih naprav, hitri in ultra hitri prehodni pojavi in tudi hitre tokovne in napetostne spremembe.

Viri motenj so tudi fluorescentne svetilke, napajalne enote usmerniške in razsmerniške naprave, pogoni v sklopu lastne rabe, kontaktorji, elektromagnetni ventili.

Zagotovitev elektromagnetne kompatibilnosti se doseže z različnimi ukrepi v postaji:

- razpored opreme v omarah in konstrukcija omar,
- kabli in polaganje kablov,
- izenačevanje potencialov v objektu,
- okloplanje in ukrepi za zmanjšanje elektromagnetnih motenj,
- izvedba ozemljitev in strelovodne napeljave.

Za sekundarne tokokroge se morajo uporabljati predpisani kabli in upoštevati naslednja pravila:

- uporabljajo se samo kable z bakrenimi oklepom,
- oklep mora biti tokovno obremenljiv, zato mora biti njegov presek vsaj 4 mm<sup>2</sup>,
- konstrukcija oklepa mora biti takšna, da čim bolj pokrije obseg kabla,
- oklep mora biti iz bakrenih žičk, ki so spletene v mrežo ali radialno razporejene po obsegu ali iz kontinuiranega traku, ki je ovit radialno po obsegu kabla ali iz kombinacije traku in žičk,
- za kable, ki potekajo po zgradbi ali med gosto postavljenimi primarnimi elementi, je priporočljivo uporabljati oklep iz žičk, ki tvorijo gibko pletenico, ta je lahko tudi korozijsko zaščitena.

Vsa oprema mora biti izdelana po domačih SIST in mednarodnih standardih, ki predpisujejo vse potrebne ukrepe za preprečitev vplivov ali omilitev elektromagnetnih motenj in predvsem v skladu z zadnjo izdajo standardov:

- IEC61000 (Electromagnetic compatibility, EMC),
- IEC60478 (Stabilized power supplies, DC output, Reference levels and measurment of conducted electromagnetic interference),
- IEC60950 (Safety of information technology equipment).

Ta spisek standardov ne sme biti omejujoč. Zahteve za primarno in sekundarno opremo ter sisteme na področju elektromagnetne združljivosti EMC izhajajo iz stanja tehnike, ki je opisano s standardom IEC 694 (1996-03) ter panožnih zahtev, ki so postavljene v referatu EIMV št. 1303, Ljubljana 1996: »Zagotavljanje elektromagnetne združljivosti v distribucijskih prostorih«. Navedene zahteve opredeljujejo motnje, ki jih primarna oprema seva v okolje in motnje, ki potujejo po sekundarnem ožičenju od primarne opreme do sekundarne opreme in sistemov.

Nove spoje na osnovno ozemljilno mrežo in različnih materialov (podstavki...) je potrebno izvesti z vso pazljivostjo skladno z naštetimi navodili in študijo št. 1302 »Zagotavljanje elektromagnetne združljivosti v elektroenergetskih objektih«, EIMV Ljubljana.

## 2. 3. Energetski podatki

Pri določitvi opreme je potrebno upoštevati opremo višjega reda tako, da bodo vsi glavni konstruktivni deli dolgoročno odgovarjali kratkostičnim razmeram.

Udarni tok kratkega stika 110 kV naprav	$I_{ku} = 100 \text{ kA}$
Tok kratkega stika 110 kV naprav	$I_{k110 \text{ kV}} = 40 \text{ kA}$
Tok kratkega stika 20 kV naprav	$I_{k20 \text{ kV}} = 25 \text{ kA}$
Tok kratkega stika 0,4 kV naprav	$I_{k0,4 \text{ kV}} = 10 \text{ kA}$

Upoštevati je potrebno podatke študij:

- EIMV, ref. št.: 1421/2, o izračunu kratkega stika za SN in NN opremo,
- EIMV, ref. št.: 1636, Kratkostične moči v priključnih točkah RTP 110/SN v slovenskih distribucijskih podjetjih.
- REDOS 2035 - Razvoj porabe električne energije in koničnih obremenitev na območju javnega podjetja Elektro Gorenjska, študija EIMV št. 2009/1, 2009
- EIMV, REDOS 2035, Razvoj elektrodistribucijskega omrežja javnega podjetja Elektro Gorenjska - spodnja Gorenjska, študija št. 2009/4, 2009.

## 2.4. Meje dobave

Meja dobav zajema:

- dobava, montaža in postavitve energetskega transformatorja na obstoječi temelj,
- dobava naprave za termosliko in kontaktnega termometra,
- spuščanje v pogon in funkcionalni preizkusi,
- zavarovanje za obseg del in transport,
- izdelava potrebne projektne in tehnične dokumentacije,
- navodila za obratovanje in vzdrževanje.

Opomba: priključek s signalno krmilnimi kablji in VN priključki niso predmet dobave.

## 2.5. Montaža

Montažna dela, ki jih mora ponudnik ponuditi so:

- montaža kompletnega energetskega transformatorja.

## 2.6. Pogoji vgradnje

Oprema mora ustrezati naslednjim pogojem za vse RTP-je na območju EG do nadmorske višine 1000 m:

- oprema mora brez poškodb prenesti in obratovati z nazivnimi vrednostmi v naslednjem temperaturnem območju od  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $+40^{\circ}\text{C}$ ,
- oprema bo vgrajena v direktno ozemljeno omrežje 110 kV, v katerem je mogoča najvišja obratovalna napetost 123 kV in najnižja obratovalna napetost 99 kV in omrežje 20 kV v kateri je nevtralna točka ozemljena preko ohmskega upora ( $80\Omega$ ).



## **2.7. Projektna in tehnična dokumentacija**

### *2.7.1. Projekt za izvedbo in projekt izvedenih del*

Ponudnik mora ponuditi projektno dokumentacijo – PZI za kompletno opremo energetskega transformatorja. Kabelske povezave v omarici naj se prilagodijo ožičenju kot v omarici transformatorja kateri se zamenjuje (potreben ogled na terenu in posnetek stanja).

Po končanih delih mora ponudnik izdelati tehnično dokumentacijo - PID, z vnesenimi vsemi spremembami med izvedbo dobave in montaže opreme.

Vsebina projektne dokumentacije mora biti v skladu s Pravilnikom o projektni dokumentaciji (Ur. l. RS št. 55/2008).

Projekti PZI/PID morajo celovito obravnavati rekonstrukcijo, kar pomeni, da morajo biti projektno obdelane vse povezave.

Projekti PZI in PID morajo biti izdelani in predani na papirju v štirih (4) izvodih in v elektronski obliki, na ustreznem elektronskem mediju – po dogovoru z naročnikom:

- risbe v formatu .dwg – ACAD,
- teksti v formatu .doc (.docx),
- izračuni, izpiski iz baz podatkov v formatu .xls (.xlsx).

Odgovorni vodja projekta bo imenovani s strani naročnika, odgovorni projektant(i) načrta(ov) dobavljene opreme in njene montaže ter izdelovalec navodil za obratovanje in vzdrževanje, morajo biti imenovani s strani dobavitelja.

### *2.7.2. Dokumentacija za obratovanje in vzdrževanje*

Ponudnik mora ponuditi za transformator, sledečo dokumentacijo:

- originalna obratovalna navodila za vsak sklop energetskega transformatorja; komercialni prospekti ne štejejo za navodilo,
- navodila za vzdrževanje opreme,
- servisna navodila za preventivno vzdrževanje v slovenskem jeziku,
- servisna navodila za korektivno vzdrževanje v slovenskem jeziku,
- navodila za spuščanje v pogon v slovenskem jeziku.

Ponudnik naj navedeno dokumentacijo ponudi v obliki preglednega seznama v štirih (4) izvodih.

## **2.8. Šolanje**

Ponudnik mora ponuditi šolanje osebja naročnika za področje obratovanja in področje vzdrževanja, tako da bodo uporabniki primerno pripravljeni na prevzem, obratovanje in vzdrževanje opreme.

## C. POSEBNI TEHNIČNI POGOJI

### 1. Splošni opis transformatorja

Predmet razpisne dokumentacije je dobava in montaža energetskega transformatorja 110/21/10,5 kV, YNyn6 (d5), 31,5 MVA, ki vsebuje:

- 1 (en) transformator 110/21/10,5 kV, YNyn6 (d5), 31,5 MVA,
- prevoz in montaža transformatorja do objekta RTP Zlato polje.
- postavitve energetskega transformatorja na obstoječi temelj,
- spuščanje v pogon in funkcionalni preizkusi,
- zavarovanje za obseg del in transport,
- izdelava potrebne projektne in tehnične dokumentacije.

Opomba: priključek s signalno krmilnimi kabli in VN priključki niso predmet dobave.

#### 1. 1. Osnovne zahteve

Energetski transformator mora biti skonstruiran na osnovi najnovejših tehničnih dosežkov in dobavljen skupno z vsemi pomožnimi napravami in priborom.

Energetski transformator mora ustrezati naslednjim standardom:

- SIST EN 60071-1 Koordinacija izolacije v visokonapetostnih napravah,
- SIST EN 60076-1 Energetski transformatorji. 1 del: Splošno,
- SIST EN 60076-2 Energetski transformatorji. 2: del: Segretek,
- SIST EN 60076-3 Energetski transformatorji. 3: del: Izolacijski nivoji in dielektrični preizkusi,
- SIST EN 60076-5 Energetski transformatorji. 5: del: Zdržljivost pri kratkem stiku,
- SIST IEC 60354 Navodila za obremenjevanje transformatorjev izoliranih z oljem,
- SIST EN 60076-10 Določitev nivoja hrupa pri transformatorjih in dušilkah,
- IEC 60298 Olja za transformatorje,
- SIST EN 60214-1 Regulacijska stikala,
- SIST EN 60044-1 Tokovni transformatorji.

#### 1. 2. Pogoji v katerih obratuje energetski transformator

Energetski transformator obratuje v omrežju 110 kV, v katerem je mogoča najvišja obratovalna napetost 123 kV in najnižja obratovalna napetost 99 kV. V težjih obratovalnih pogojih, oz. v primerih večjih okvar v omrežju se dovoljuje spodnja meja obratovalne napetosti 95 kV.

Nevtralna točka omrežja 20 kV je ozemljena preko 80  $\Omega$  vrednosti upornosti. 110 kV omrežje je na nekaterih točkah v Republiki Sloveniji direktno ozemljeno, na objektu Zlato polje pa ozemljeno preko odvodnika prenapetosti.

Energetski transformator bo obratoval na nadmorski višini cca. 405 m (do 1000 m) pri sledečih temperaturah okolice:

- najvišja temperatura zraka + 40 °C,
- srednja dnevna temperatura zraka + 30 °C,
- srednja letna temperatura zraka + 20 °C,
- najnižja temperatura zraka – 20 °C.

## **2. Osnovne tehnične karakteristike energetskega transformatorja**

Nazivna moč ( $S_n$ ) transformatorja mora biti v vseh prestavnih razmerjih 31,5 MVA.

Na VN strani morajo biti vgrajeni skozniki kondenzatorskega tipa s priključki za meritev tg  $\delta$ . Skoznik mora biti vgrajen tudi v zvezdišču transformatorja.

Transformator mora biti opremljen z naslednjo dodatno opremo:

- Buholz rele z Read kontakti in dvema plovčema,
- 2x magnetni oljekaz,
- kontakti termometer z dvema kontaktoma in žepom za vgradnjo,
- termična slika s štirimi kontakti,
- omarica za namestitev merilnih elementov temperature,
- eksplozijska cev z vzmetjo in pokazateljem delovanja,
- odzračevalni vijak,
- 2x sušilec zraka (obratovanje brez vzdrževanja kot npr. Mtrab),
- naprava za izpust olja,
- VN - kondenzatorski skozniki,
- SN - skozniki (oklopljene izvedbe po sistemu konektorskega kablanskega priključka),
- ozemljitveni priključki,
- napisna tablica,
- priključki za dvigovanje,
- stopenjsko regulacijsko stikalo Maschinen Fabrik Reinhausen, z BCD kodirnikom za prikaz stopenj,
- krmilna omarica z zaščitnimi in krmilnimi releji za AC in DC,

### **2. 1. Izdelava**

Energetski transformator je trifazna enota s tremi ločenimi navitji. Tretje navitje (terciar) se koristi kot stabilizacijsko navitje.

Energetski transformator se izdelava za zunanjo montažo.

### **2. 2. Razmerje transformacije in obseg regulacije**

Razmerje transformacije v praznem teku je naslednje:

$$110 \text{ kV} \pm 12 \times 1.33\% / 21 \text{ kV}$$

Tretje navitje (terciar) se izvede za 10,5 kV za vsa razmerja transformacije.

### 2. 3. Nazivna moč

Nazivna moč je moč, katero energetski transformator daje trajno v normalni življenjski dobi pod pogojem, da temperatura okolice, v kateri energetski transformator obratuje, ne preseže vrednosti iz točke 1.2.

Nazivna moč ( $S_n$ ) energetskega transformatorja vseh razmerij transformacije je: 31,5 MVA.

Primarno in sekundarno navitje se dimenzionirata za polno moč ( $S_n$ ). Terciarno navitje, z izvedenima dvema priključkoma, se uporablja kot stabilizacijsko navitje. Vsak ponudnik dimenzionira terciarno navitje glede na lastno tipizacijo transformatorja.

### 2. 4. Nazivna frekvenca

Nazivna frekvenca transformatorja je 50 Hz.

### 2. 5. Napetost kratkega stika ( $u_k$ %)

Napetosti kratkega stika primar/sekundar mora biti, pri moči 31,5 MVA in temperaturi navitja 75 °C pri naslednjih položajih regulacijskega stikala:

1. stopnja	$u_k = 15,5 \%$ ,
13. stopnja	$u_k = 14,0 \%$ ,
25. stopnja	$u_k = 13,0 \%$ .

Toleranca odstopanja napetosti kratkega stika primar/sekundar lahko znaša maksimalno  $\pm 10 \%$  od garantirane vrednosti pri vseh stopnjah regulacijskega stikala.

### 2. 6. Vezava energetskega transformatorja

Vezava energetskega transformatorja 110/21/10,5 kV je YN yn6 (d5).

Visokonapetostno in srednje napetostno zvezdišče se izvedeta preko prevodnih izolatorjev na pokrov transformatorja.

Priključka za terciarno navitje se izvedeta preko dveh prevodnih izolatorjev na pokrovu transformatorja. Izolatorja morata biti mehansko in električno zavarovana s pokrovom. Priključka "3U2" in "3W1" se medsebojno kratko vezeta in ozemljita. Spojne vezi morajo biti dobavljene s transformatorjem.

## 2. 7. Regulacija napetosti

Regulacija napetosti se vrši pod obremenitvijo s pomočjo regulacijskega stikala napetosti, ki je vgrajeno v zvezdišču 110 kV navitja. Pogon regulacijskega stikala mora imeti preklopno stikalo za naslednje načine regulacije:

- lokalno iz omarice regulacije (preko tipkala in ročnega pogona z ročico),
- daljinsko (višje, nižje) od releja za avtomatsko regulacijo napetosti in DCV.

Označbe za regulacijo napetosti VIŠJE – NIŽJE se morajo nanašati na sekundarno napetost, kar pomeni regulacija VIŠJE višjo stopnjo regulacijskega stikala in višjo napetost na sekundarni strani TR. Obratno velja za regulacijo NIŽJE.

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

Regulacijski obseg je podan v točki razmerje transformacije in obseg regulacije.

## 2. 8. Stopnja izolacije navitij

Nevtralna točka 110 kV omrežja mora biti izolirana za polno stopnjo izolacije in enakomerno izolacijo.

V tabeli spodaj so podane standardne vrednosti izolacije navitij, nevtralnih točk in prevodnih izolatorjev.

Nazivna napetost navitja [kV]	Nazivna kratkotrajna vzdržna nap. 50 Hz, 1 min [kV]		Nazivna vzdržna atmosferska udarna napetost [kV]	Stopnja izolacije
	za navitje	za izolatorje		
110	230	230	550	LI550AC230
21	50	50	125	LI125AC50

## 2. 9. Hlajenje energetskega transformatorja

Hlajenje energetskega transformatorja je naravno (ONAN) do 100% nazivne moči z naravno cirkulacijo zraka in olja.

## **2. 10. Obremenljivost in zagotavljanje dolge življenjske dobe energetskega transformatorja**

Energetski transformator mora biti sposoben 40 let trajno obratovati z nazivno močjo (SN), če je srednja letna temperatura okolice (zraka) + 20 °C.

Vrednost dovoljene preobremenitve, v odvisnosti od predhodne obremenitve, časa trajanja preobremenitve in temperature okolice (0°C, 10°C, 20°C, 30°C), mora proizvajalec podati v tabelarni obliki ali v obliki diagramov skupaj z ostalo dokumentacijo.

Za zagotavljanje dolge življenjske dobe transformatorja mora proizvajalec razpolagati s tehnologijo in proizvodnim procesom, ki zagotavlja čistost proizvodnih prostorov najmanj CLASS8 po standardu SIST EN ISO 14664-1:2000 in tehnologijo, ki preprečuje vnos nečistoč v proizvodnih prostorih.

Za izpolnitev zahteve po čistosti proizvodnih prostorov v oddelku sestave magnetnega jedra, izdelave navitij, sestave navitij, montaže aktivnega dela in končne montaže, mora proizvajalec priložiti dokazilo neodvisne strokovne inštitucije o doseganju zahtevanega razreda čistosti. Dokazilo mora vsebovati tudi podatke o izvedenih meritvah prašnih delcev v zgoraj navedenih proizvodnih prostorih, iz katerih je razvidno izpolnjevanje kriterija zahtevanega razreda.

Za izpolnitev zahteve po preprečitvi vnosa nečistoč, mora proizvajalec predložiti ustrezen atest zrakotesnosti objekta v katerem se bodo izvajala zaključna montažna dela na aktivnem delu transformatorja po zaključnem postopku sušenja do zalitja s transformatorskih oljem in hermetičnem zaprtju transformatorskega kotla. Zahtevan atest mora biti opravljen skladno z zahtevami standarda EN 13829 ("Blower door test") in izdan s strani neodvisne strokovne inštitucije.

Za zagotavljanje kvalitete izolacije in zmanjšanja vplivov staranja ter s tem povezano dolgo življenjsko dobo mora proizvajalec razpolagati s tehnologijo in proizvodnim procesom, ki omogoča nadzorovano temperaturo in relativno vlažnost v proizvodni hali v kateri se bodo izvajala zaključna montažna dela na aktivnem delu transformatorja po zaključnem postopku sušenja do zalitja s transformatorskih oljem in hermetičnem zaprtju transformatorskega kotla. Predvsem je pogoj, da je proizvajalec v fazi zaključnih montažnih del na aktivnem delu, to je v fazi po končanem sušenju in stavljanju aktivnega dela v kotel do njegovega zalitja z oljem, sposoben zagotoviti relativno vlažnost v prostoru, ki ne presega 15% pri temperaturi prostora 25°C. V času od zaključenega sušenja do hermetičnega zaprtja transformatorskega kotla se dovoljuje zgolj enkratna izpostavljenost aktivnega dela transformatorja nekontrolirani atmosferi v trajanju maksimalno 2 uri, v kolikor proizvodni proces to zahteva.

Za izpolnitev te zahteve mora proizvajalec predložiti ustrezen atest - meritev temperature in relativne vlažnosti proizvodnega prostora v katerem se izvaja zaključna montaža, izdan s strani neodvisne strokovne inštitucije, ki ni starejši od treh let.

Naročnik si pridržuje pravico ogleda proizvodnega objekta in preverbe dejanskega stanja glede izpolnjevanja zahtev iz zgornjih točk.

## 2. 11. Hrup energetskega transformatorja

Hrup, ki ga povzroča energetski transformator, mora biti manjši ali enak 50 dB(A) – merjeno 1,0 m od transformatorja. Meritev hrupa se izvrši po standardu SIST EN 60076-10. Dovoljena toleranca +2 dB(A).

## 2. 12. Kratkostična moč transformatorja

Energetski transformator mora biti dimenzioniran in skonstruiran tako, da navitja zdržijo dinamične in termične obremenitve pri kratkem stiku v smislu standarda SIST EN 60076-5.

Pri dimenzioniranju energetskega transformatorja na kratek stik je potrebno upoštevati maksimalne trifazne simetrične moči kratkih stikov, ki so:

- za mrežo 110 kV      6000 MVA
- za mrežo 20 kV      800 MVA

Čas trajanja kratkega stika po trajnem obratovanju sme znašati največ 5,5 s.

## 2. 13. Izgube v energetskega transformatorju

Izgube v praznem teku pri nazivni napetosti in frekvenci 50 Hz ter izgube v kratkem stiku pri nazivni moči in temperaturi navitja 75 °C smejo presegati v tabeli podane vrednosti za max. 5 %.

Stopnja	Moč transf. [MVA]	P <sub>Fe</sub> [kW]	P <sub>Cu</sub> [kW]	P <sub>Fe</sub> +P <sub>Cu</sub> [kW]
1	31,5	13	150	163
13 a,b,c			140	153
25			155	168

## 2. 14. Tok praznega teka

Tok praznega teka sme biti 0,1 % nazivnega toka s toleranco +30 %.

## 3. Osnovne konstrukcijske značilnosti transformatorja

### 3. 1. Magnetno jedro

Magnetno jedro mora biti izdelano iz kvalitetne orientirane pločevine visoke magnetne permeabilnosti, nizkega koeficienta histereze in majhnih specifičnih izgub. Tip magnetnega jedra in ostalo je prepuščeno izbiri proizvajalca.

### **3. 2. Navitja**

Navitja morajo biti iz zelo čistega elektrolitskega bakra. Tip in razporeditev navitij, izolacijo, dimenzije in podobno določi proizvajalec sam.

### **3. 3. Transformatorski kotel**

Transformatorski kotel mora biti robustne konstrukcije, imeti mora ojačitve za hidravlična dvigala in ušesa za dviganje kotla.

Transformator se dobavi brez koles. Dobavitelj mora zagotoviti dodatni vibro – izolacijski material, ki se ga namesti med temeljnem in kotlom transformatorja.

Transformatorski kotel mora zdržati statične in dinamične pritiske, ki se pojavljajo v transformatorjih v kratkem stiku. Stranice kotla naj bodo ojačane, da je onemogočena trajna deformacija kotla.

Vsi zvari na transformatorskem kotlu morajo zagotoviti absolutno tesnjenje pri vročem olju 110 °C.

Na kotlu je potrebno predvideti ventil za izpust olja in tri čepe za ugotavljanje kvalitete olja: na spodnjem, srednjem in zgornjem nivoju.

Za priključek naprave za sušenje in čiščenje olja je potrebno predvideti dva priključka, postavljena diagonalno na kotlu.

Cevi za priključek radiatorjev na kotel morajo biti opremljene z ventili z loputo, ki omogočajo demontažo hladilnih elementov, ne da bi bilo potrebno izpustiti olje iz kotla. Radiatorji morajo imeti posebej čep za izpust olja in ušesa za dviganje.

Na dnu nosilne konstrukcije transformatorskega kotla je potrebno po diagonalni smeri predvideti dva vijaka za ozemljitev.

### **3. 4. Pokrov energetskega transformatorja**

Pokrov energetskega transformatorja mora biti izdelan tako, da omogoča odtekanje dežja po zunanjih stranicah in da je plin, ki se tvori v kotlu, usmerjen proti odprtini, kjer je priključen Buchholz rele.

Pokrov mora biti oblikovan tako, da nudi veliko mehansko trdnost in ugodno obliko za razmestitev izolatorjev. Na njem se nahajajo ušesa za dviganje samega pokrova.

Na pokrovu mora biti zadostno število žepov za merjenje temperature olja (7 žepov, od tega 2 prosta za meritve na terenu R1" x 170 mm).



### **3. 5. Konzervator olja**

Konzervator (dilatacijska posoda) se montira bočno z desne strani, gledano s strani 110 kV priključkov. Na njem se nahajajo:

- gumijasta membrana (zaprt sistem v predelku za kotel transformatorja),
- dva sušilca zraka dostopna od tal in ne potrebujeta vzdrževanja,
- odprtina za polnjenje olja,
- odprtina za praznjenje dostopna od tal,
- dva magnetna pokazala olja,
- ušesa za dviganje in
- odprtina za pregled in čiščenje (odprtina mora biti zadostnega premera, da je omogočeno čiščenje).

Oljekaz za nivo olja transformatorja je na VN strani, oljekaz za nivo olja regulacijskega stikala pa na SN strani.

Konzervator naj ima ločena prekata za transformatorski kotel in regulacijsko stikalo (plinska kromatografija).

### **3. 6. Hladilni aparat**

Hladilni aparat tvorijo radiatorji, ki se montirajo na transformatorski kotel.

### **3. 7. Buchholz rele**

Buchholz rele se vgradi med transformatorski kotel in konzervator. V priključno cev za priključek Buchholz releja morajo biti vgrajeni zasuni tako, da je omogočena zamenjava releja brez izpusta olja iz konzervatorja.

Buchholz rele mora biti odporen proti potresu ("reed" kontakti). Rele mora imeti dva kontakta:

- za signalizacijo (nabiranje plina) in
- za izključitev (hiter pretok olja).

### **3. 8. Prevodni izolatorji**

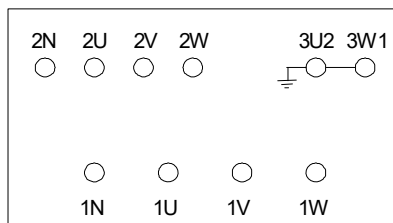
Prevodni izolatorji morajo biti montirani tako, da je mogoča njihova zamenjava brez demontaže ali dviganja pokrova energetskega transformatorja.

Prevodni izolatorji morajo vzdržati termične, dinamične in električne obremenitve, ki se pojavljajo v obratovanju energetskega transformatorja.

Prevodni izolatorji za 110 kV morajo biti kapacitivni, z izvodi za merjenje kota izgub in čepe za izpust zraka.

Prevodni izolatorji 110 kV morajo biti proizvodnje od renomiranega proizvajalca elektroenergetske opreme.

Razporeditev prevodnih izolatorjev na pokrovu transformatorja je podana na sliki.



Priključke na prevodne izolatorje (z vodniki 240 mm<sup>2</sup>) je potrebno izvesti tako, da se izognemo zlomu izolatorja pri potresu. Poleg tega morajo biti priključki na 110 kV izolatorjih izvedeni z okroglimi priključnimi sponkami, da bi s tem zmanjšali vpliv korone na radijske motnje.

SN priključki so oklopljene izvedbe po sistemu konektorskega kablanskega priključka in morajo biti od renomiranega proizvajalca elektroenergetske opreme (3 x vodniki 240 mm<sup>2</sup> na fazo + prenapetostni odvodnik za fazo in 1 x vodniki 240 mm<sup>2</sup> + prenapetostni odvodnik za nulo).

### 3. 9. Regulacijsko stikalo z regulatorjem napetosti

Regulacijsko stikalo se vgrajuje v zvezdišče navitja 110 kV.

Regulacijsko stikalo mora imeti možnost obratovanja z avtomatskim regulatorjem napetosti in ročnega posluževanja (daljinsko iz centra vodenja, iz komandnega prostora in iz omarice na transformatorju)

Regulacijsko stikalo mora biti originalne proizvodnje Maschinenfabrik Reinhausen. Preklop močnostnih kontaktov mora biti izveden znotraj vakuumske komore.

Regulacijsko stikalo mora biti postavljeno bočno na levi strani gledano s strani 110 kV priključkov. Pogonja ga elektromotor, ki se napaja z enosmerno napetostjo 110 VDC. Na isti strani transformatorja morata biti tudi omarica motornega pogona stikala in signalna omarica.

Dviganje močnostnega dela stikala iz kotla mora biti omogočeno tako, da ni potrebno demontirati konzervatorja, prav tako pa mora biti omogočen pristop do regulacijskih izvodov in kontaktov, ko se dvigne aktivni del transformatorja iz kotla.

Regulacijsko stikalo mora biti opremljeno s pokazali položaja stopnje regulacije na glavi stikala in na pokrovu omarice pogona regulacijskega stikala. Za daljinski prenos stanja mora imeti:

- BCD dajalec,
- uporovni delilnik 26 x 5 Ω,
- daljinski prenos položaja regulacijskega stikala - samo plošča s kontakti v

omarici regulacijskega stikala.

Omarica regulacijskega stikala mora biti opremljena s števcem preklpov, grelcem (231 V, 50 Hz), sredstvom za preprečevanje kondenzacije vlage, kot tudi z drugim potrebnim priborom za samostojni in paralelni način obratovanja energetskega transformatorja.

Zaščitni rele za indikacijo okvar znotraj stikala mora biti vgrajen v cevno povezavo regulacijskega stikala s konzervatorjem.

Rele za regulacijo napetosti ni predmet dobave.

Označbe regulacije VIŠJE – NIŽJE morajo biti v skladu s točko regulacija napetosti.

Vsi napisi morajo biti v slovenskem jeziku.

### 3. 10. Signalna omarica

Signalna omarica mora biti zaradi enostavnosti priključevanja signalnih kablov, čim bližje pogonski omarici regulacijskega stikala in sicer na levi strani gledano proti pogonski omarici regulacijskega stikala.

Osnovne zahteve signalne omarice:

- signalna omarica mora biti izdelana iz dekapirane pločevine ali v INOX izvedbi,
- vrata se morajo vodotesno zapreti in imeti ključavnico za zaklepanje,
- uvednice za dovodne in odvodne kable so predvidene na spodnji strani in morajo biti tesnjene, da se prepreči vstop vlage,
- signalna omarica mora imeti odprtini za zračenje, ki morata biti zaščiteni z mrežico,
- v omarici mora biti vgrajen grelec s termostatom, ki služi za sušenje zraka,
- signalna omarica ima svetilko, ki se prižiga s končnim stikalom, ki je vgrajeno na vratih,
- vrste sponke so označene z zaporednimi številkami,
- na notranji strani vrat signalne omarice mora biti vezalna shema, izdelana na poliesterski samolepilni foliji,
- vsi elementi v signalni omarici morajo biti označeni z nalepkami z oznako, vsi glavni elementi pa naj imajo še nalepko z napisom namena uporabe,
- predvideti enopolno in tripolno vtičnico z zaščitnim kontaktom (nadometno), varovane s kombiniranimi zaščitnimi stikali.

#### *Povezava priključkov signalne omarice z elementi na transformatorju*

Povezave med elementi na transformatorju in signalno omarico naj se izvedejo že v tovarni. Krmilno-signalni kabli naj imajo izolacijo (odporno proti UV žarkom) s kovinskim ekranom, ki je obojestransko ozemljen.

Namembnost elementov v signalni omarici

- t5 termostat za vklop grelca v omarici,

- r grelec, 231 V AC, moč določi proizvajalec,
- e1 varovalka, faza L1 - zaščita tokokroga grelca,
- e2 varovalka, faza L2 - zaščita šuko vtičnice (enopolne),  $I_n = 16$  A,
- e3 varovalka, faza L1, L2, L3 - zaščita šuko vtičnice (tripolna),  $I_n = 16$  A,
- e4 varovalka, faza L1,
- e5 varovalka, faza L2,
- e6 varovalka, faza L3 - zaščita tokokroga svetilke,
- trifazna vtičnica z zaščitnim kontaktom,
- enofazna vtičnica z zaščitnim kontaktom.

Nastavitev termostatov in kontaktnega termometra:

Termoslika - alarm	TS3	signalizacija	113 °C
Termoslika - izklop	TS4	izklop transformatorja	118 °C
Kontaktni termometer		signalizacija	80 °C
Kontaktni termometer		izklop transformatorja	90 °C
Termostat III		signalizacija	85 °C
Termostat IV		izklop transformatorja	95 °C

### 3. 11. Varnostni oddušnik

Oddušnik z vzmetjo in mehanskim kazalom delovanja služi za razbremenitev nenormalnega pritiska v transformatorskem kotlu. Postavi se na primerno mesto tako, da se olje in plin usmeri v oljno jamo. Varnostni oddušnik naj ima signalizacijo delovanja in električni kontakt za izklop.

### 3. 12. Izolacijsko olje za energetski transformator

V energetskem transformatorju je potrebno uporabiti mineralno inhibirano, naftensko izolacijsko olje, ki ne vsebuje primesi PCB in ustreza standardu IEC 60296 (2003). Proizvajalec mora dati podatke ostalih tipov olj, ki se lahko mešajo z danim oljem.

Dielektrična prebojna trdnost izolacijskega olja mora biti najmanj 250 kV/cm in kemijska stabilnost (indukcijski čas) najmanj 110 ur.

Kvaliteto izolacijskega olja potrjuje proizvajalec olja z atestom, ki ne sme biti starejši od 6 mesecev.

Preizkus dielektrične trdnosti olja se izvrši v naslednjih primerih:

- prevzemni preizkus energetskega transformatorja,
- preizkus olja pred prvim stavljanjem energetskega transformatorja v obratovanje.

Fizikalno-kemijske preiskave in ocena novega energetskega transformatorja:

- plinsko kromatografska preiskava, analiza plinov raztopljenih v olju za zgodnje odkrivanje električnih in toplotnih motenj,
- fizikalno-kemijske in dielektrične lastnosti olja,
- odvzem vzorca.

Tesnjenje energetskega transformatorja je izvedeno z materiali, ki zagotavljajo zanesljivo tesnjenje na vseh spojih pri temperaturi olja 110 °C. Klasa izolacije minimalno "A".

### **3. 13. Korozijska zaščita**

Vsi kovinski deli energetskega transformatorja (transformatorski kotel, pokrov, konzervator in signalna omarica) morajo biti kvalitetno očiščeni s postopkom peskanja in kvalitetno zaščiteni proti rjavenju.

Zaščitni premaz mora imeti poleg antikorozivne lastnosti tudi veliko odpornost na spremembe temperature (od - 20 °C do + 110 °C), udarce in atmosferske vplive, kot tudi na kemijske vplive, olja, masti, lugov, soli in kislin.

Zaščito kotla, pokrova, konzervatorja in signalne omarice je potrebno izvesti z dvema osnovnima premazoma in dvema pokrivnima slojema (RAL 9006).

Zaščita radiatorjev se izvede s toplim pocinkanjem. Debelina nanosa mora znašati najmanj 60 µm.

Zaščito notranjih kovinskih površin se izvede z olje odpornim premazom.

### **3. 14. Termična zaščita transformatorja**

Za merjenje temperature navitja je potrebno dobaviti napravo termične slike tip WTI415-10 TS20 TS11, proizvajalca OTIWTI (4 - 20 mA/0 - 150°C). Eno jedro na TT-ju je namenjeno za termično sliko. Termična slika naj bo montirana v omarici z merilnimi elementi temperature, nameščeni desno od pogonske omarice regulacijskega stikala na transformatorju.

Za merjenje temperature olja je potrebno dobaviti kontaktni termometer tip OTI415-10 TS11, proizvajalca OTIWTI (4 - 20 mA/0 - 150°C). Kontaktni termometer naj bo montiran v omarici z merilnimi elementi temperature, nameščeni desno od pogonske omarice regulacijskega stikala na transformatorju.

Za merjenje temperature olja pod pokrovom je potrebno dobaviti uporovni termometer Pt-100 (0 - 120°C) z instrumentom za daljinsko kazanje, umerjenim v °C.

### **3. 15. Mase in osnovne mere**

Največja teža in velikost kompletnega transformatorja:

- teža (60 t)
- dolžina (6,5 m)
- širina (3,8 m)
- višina (4,9 m)

Točne podatke o osnovnih in transportnih merah in masah posameznih delov energetskega transformatorja mora podati ponudnik v tabeli tehničnih zahtev.

#### **4. Preizkušanje in pregled transformatorja**

##### **4. 1. Preizkušanje energetskega transformatorja**

Preizkušanje energetskega transformatorja se mora izvršiti v skladu z SIST EN 60076-1.

Da se priznajo vse meritve, morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji:

- merilni transformatorji za termosliko morajo imeti razred točnosti 0.2,
- merilni instrumenti za termosliko morajo imeti razred točnosti 0.1,
- instrumenti in merilni transformatorji morajo biti žigosani in potrjeni od pooblaščenice ustanove,
- merjenje izgub v železu in bakru mora biti opravljeno po metodi treh Wattmetrov,
- izračuni morajo biti opravljeni takoj po meritvah (pred podpisom zapisnika o prevzemanju transformatorja),
- opravljene fizikalno-kemijske preiskave olja.

##### **4. 2. Kosovno preizkušanje**

Kosovno preizkušanje, ki se mora izvršiti na transformatorju, obsega:

- merjenje upornosti navitja, upornost 110 kV navitja tudi v vseh položajih regulacijskega stikala,
- merjenje tokov magnetiziranja navitij z napetostjo 400 V, 50 Hz,
- merjenje prestavnega razmerja transformacije v vseh položajih regulacijskega stikala in kontrola vezave,
- meritev toka in izgub v praznem teku ob napajanju s sekundarne strani, pri napetosti: 0,9; 1,0 in 1,1  $U_n$ ,
- merjenje izgub in napetosti v kratkem stiku pri srednjem in obeh skrajnih položajih regulacijskega stikala,
- preizkušanje z udarno napetostjo oblike 1,2/50  $\mu$ s primarnega in sekundarnega navitja s polnim atmosferskim udarom,
- preizkus s tujo napetostjo 50 Hz v vseh treh navitij v času 1 min,
- preizkus z inducirano napetostjo 300 Hz oz. 200 Hz v času 20 s oz. 30 s v višini 2 x  $U_n$  z merjenjem parcialnih razelektritev (IVPD),
- merjenje kota izgub izolacije med navitjem in transformatorskim kotlom in merjenje kota izgub izolacije 110 kV prevodnih izolatorjev,
- merjenje nične impedance v srednjem in obeh skrajnih položajih regulacijskega stikala,

- merjenje medsebojne kapacitivnosti navitij in kapacitivnosti navitij proti transformatorskemu kotlu,
- merjenje izolacijske upornosti,
- merjenje stresane induktivnosti,
- merjenje hrupa.

#### **4. 3. Pregledi transformatorja (FAT, SAT)**

Ob prevzemu transformatorja v tovarni (oz. na terenu) se opravi naslednje preglede:

- pregled delovanja regulacijskega stikala,
- pregled delovanja Buchholz releja in zaščitnega releja regulacijskega stikala,
- pregled delovanja pomožnih tokokrogov,
- pregled delovanja pokazala nivoja olja,
- pregled tesnjenja transformatorskega kotla in hladilnih elementov,
- pregled vseh ventilov, zasunov in podobno s katerim se omogoči nemoten pretok olja in zraka,
- pregled neoporečnosti funkcioniranja naprav in opreme energetskega transformatorja,
- pregled neoporečnosti korozijske zaščite kotla in radiatorjev,
- pregled drobne opreme (kazalčni instrumenti), ki morajo biti v skrbno opremljeni embalaži za montažo na terenu.

#### **5. Transport, montaža in postavitve energetskega transformatorja**

Proizvajalec energetskega transformatorja mora podati skice transportnih gabaritov posameznih elementov za transport in podatke o najtežjem delu, ki se dviga pri transportu.

Proizvajalec energetskega transformatorja mora ob prevzemu dostaviti vsa tehnična navodila za montažo, vzdrževanje in revizijo energetskega transformatorja. Navodila morajo biti v slovenskem jeziku.

Proizvajalec oz. dobavitelj postavi in sestavi energetski transformator na temelj v RTP 110/20 kV Zlato polje in ga pripravi za vključitev v obratovanje.

Vključitev v obratovanje se obvezno vrši pod nadzorom oz. ob prisotnosti proizvajalca.

Energetski transformator mora biti izveden in pritrjen tako, da ne pride do zloma, nevarnega gibanja ali odpadanja posameznih delov ob priliki normalnega obratovanja kot tudi ob priliki potresa.

Po zaključku montaže, vendar pred začetkom obratovanja je potrebno izvršiti vse preglede, ki omogočajo varno obratovanje, pridobiti je potrebno tudi strokovno mnenje (mnenje in ustrezne listine za strokovni tehnični pregled) od pooblašene institucije za TR in TR opremo, ki je za to pristojna v Sloveniji.

## **6. Certifikat o ustreznosti**

Proizvajalec energetskega transformatorja mora dostaviti kupcu izjavo o skladnosti po 7. členu Zakona o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti (Ur. List RS 99/2004).

## **7. Rezervni deli**

Za transformator naročnik ne naroča nobene rezervne opreme.



## D. TABELE TEHNIČNIH PODATKOV

### 1. Navodila ponudnikom

Ponudnik mora obvezno v celoti izpolniti tabele tehničnih podatkov.

Pri izpolnjevanju priloženih tabel je potrebno upoštevati, da se zahteva izpolnitev vseh rubrik s parametri ponujene opreme. V zadnjem stolpcu »Ponudbene vrednosti« je prvi okvirček namenjen za vrednost parametra, drugi se pa izpolni s črkama:

G	-	zajamčeni parameter;
I	-	informativni parameter.

Kjer ta stolpec ni izpolnjen se šteje, da gre za informativni parameter. Kjer rubrika »Zahtevane vrednosti« ni izpolnjena mora vseeno Ponudnik vpisati vrednosti ponujene opreme. Vrednosti, ki so postavljene kot »Zahtevane vrednosti«, mora ponujena naprava najmanj dosegati (lahko so tudi boljše). V nasprotnem primeru se ponudba izloči.

Dokazila o zadovoljevanju zahtevanih vrednosti morajo biti razvidna iz tehnične dokumentacije (uradni opisi naprave, tabele vrednosti, kopije tipskih in drugih testov, ...).

**2. Tabele tehničnih zahtev**

zap. št.	Opis	Enota	Zahtevana minimalna vrednost	Ponudbena vrednost	G/I
1.	Proizvajalec transformatorja				
2.	Tip transformatorja				
3.	<b>Nazivna moč – ohranjena na vseh odcepih:</b>				
	primarnega navitja	MVA	31,5		
	sekundarnega navitja	MVA	31,5		
	terciarnega navitja	MVA	10,5		
4.	Nazivna frekvenca	Hz	50		
5.	Nazivna primarna napetost v praznem teku	kV	110		
6.	Nazivna sekundarna napetost v praznem teku	kV	21		
7.	Nazivna napetost terciarnega navitja	kV	10,5		
8.	<b>Napetost kratkega stika primar – sekundar (<math>u_k</math>):</b>				
	1. stopnja	%	15,5		
	13. stopnja	%	14,0		
	25. stopnja	%	13,0		
9.	Vezalna skupina	-	YNyn6 (d5)		
10.	Regulacija napetosti na 110 kV strani, pod bremenom	%	$\pm 12 \times 1,33$		
11.	<b>Stopnja izolacije navitij:</b>				
	primarno navitje		LI550 AC230		
	sekundarno navitje		LI125 AC50		
	terciarno navitje		LI – AC 28		
12.	Najvišja temperatura okolice	°C	+40		
13.	<b>Najvišji segreški:</b>				
	Olja (merjeno s termometrom)	K	60		
	Navitij (iz prirasta upornosti)	K	65		
14.	Hlajenje transformatorja	-	ONAN		
15.	Šum (hrup) transformatorja (SIST EN 60076-10)	dB(A)	$L_{pa} \leq 50$ + tol. 2 dBA		
16.	<b>Kratkostična moč mreže:</b>				
	110 kV	MVA	6000		
	20 kV	MVA	800		

17.	<b>Izgube transformatorja (dovoljena toleranca 5%)</b>				
	v praznem teku pri nazivni napetosti in frekvenci 50 Hz	kW	≤ 13		
	v kratkem stiku pri 75°C				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. stopnja</li> <li>13. stopnja</li> <li>25. stopnja</li> </ul>	kW kW kW	≤ 150 ≤ 140 ≤ 155		
18.	Tok praznega teka pri nazivni napetosti in frekvenci 50 Hz	%	≤ 0.1		
19.	<b>Primarni skožniki (faze in ničla):</b>	kos	4		
	proizvajalec	-			
	tip	-			
	izolacijski nivo	kV	123		
	material				
	nazivni tok	A	800		
	kratkotrajni zdržni tok (1s)	kA	30		
	zdržna napetost tujega vira, 50 Hz	kV	230		
	zdržna atmosferska udarna napetost	kV	550		
	plazilna razdalja	mm	≥ 3400		
20.	<b>Sekundarni skožniki (faze in ničla) za priključek:</b>	kos	4		
	proizvajalec	-	Pfisterer ali ekvivalent		
	tip	-	Connex size 4x 2 za fazo size 2x 2 za nulo		
	izolacijski nivo	kV	24		
	nazivni tok	A	1600		
	zdržna napetost tujega vira, 50 Hz	kV	50		
	zdržna atmosferska udarna napetost	kV	125		
	zaščitni pokrov preko skožnjikov		Da		
21.	<b>Terciarni skožniki:</b>	kos	2		
	proizvajalec	-	Comem ali ekvivalent		
	tip	-	DT 10Nf 630		
	izolacijski nivo	kV	12		
	nazivni tok	A			
	zdržna napetost tujega vira, 50 Hz	kV	28		
	zdržna atmosferska udarna napetost	kV	75		
	zaščitni pokrov preko skožnjikov		Da		
22.	<b>Regulacijsko stikalo:</b>				
	proizvajalec		Maschinenfabrik Reinhausen		
	tip		VM III 300 Y-123/B 14 27 3G		
23.	<b>Termo slika:</b>				
	proizvajalec		OTIWTI		
	tip		WTI415-10 TS20 TS11		

24.	<b>Kontaktni termometer:</b>				
	proizvajalec		OTIWTI		
	tip		OTI415-10 TS11		
25.	<b>Transformatorsko olje:</b>				
	proizvajalec		Nynas		
	oznaka tipa olja		Nytro 10 XN		
26.	<b>Izolacijski papir:</b>				
	Termično nadgrajen papir (DP $\geq$ 950)		Da		
	Vsebnost vlage	%	$\leq 0.5$		
27.	<b>Masa in dimenzije sestavljenega transformatorja:</b>				
	masa celotnega transformatorja pripravljenega za obratovanje	kg	$\leq 60\,000$		
	masa olja	kg			
	dolžina	m	$\leq 6,5$		
	širina	m	$\leq 3,8$		
	višina	m	$\leq 4,9$		
28.	<b>Masa in dimenzije transformatorja pripravljenega za transport:</b>				
	masa	kg			
	dolžina	m			
	širina	m			
	višina	m			

#### **4/1. 5 NAČRTI IN RISBE**

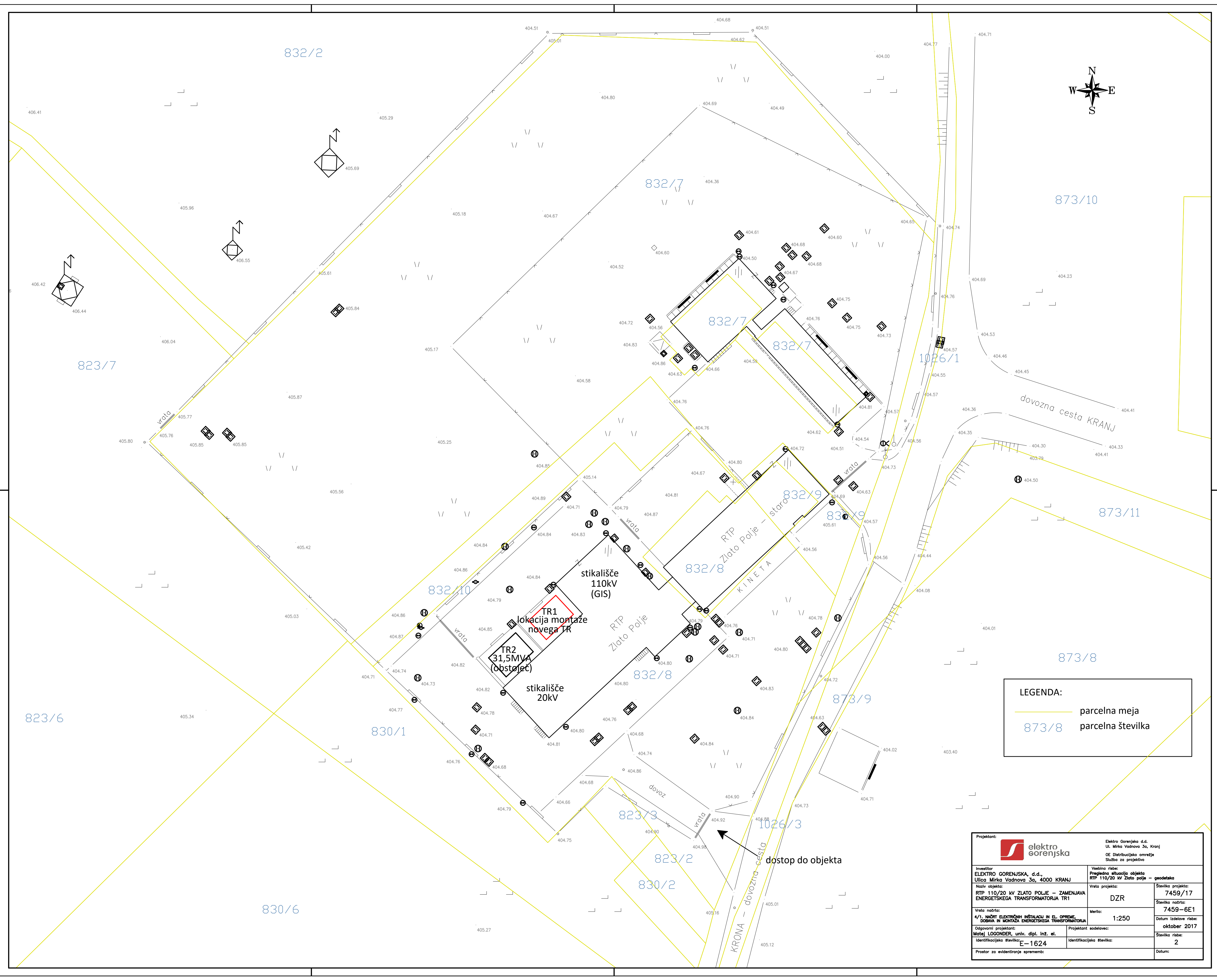
- 1. Pregledna situacija, M 1: 5000**
- 2. Pregledna situacija RTP 110/20 kV Zlato polje – geodetska, M 1: 250**
- 3. Enopolna shema RTP 110/20 kV Zlato polje**
- 4. Tloris pritličja RTP 110/20 kV Zlato polje s transformatorskimi prostori**
- 5. Prerez transformatorskega prostora**





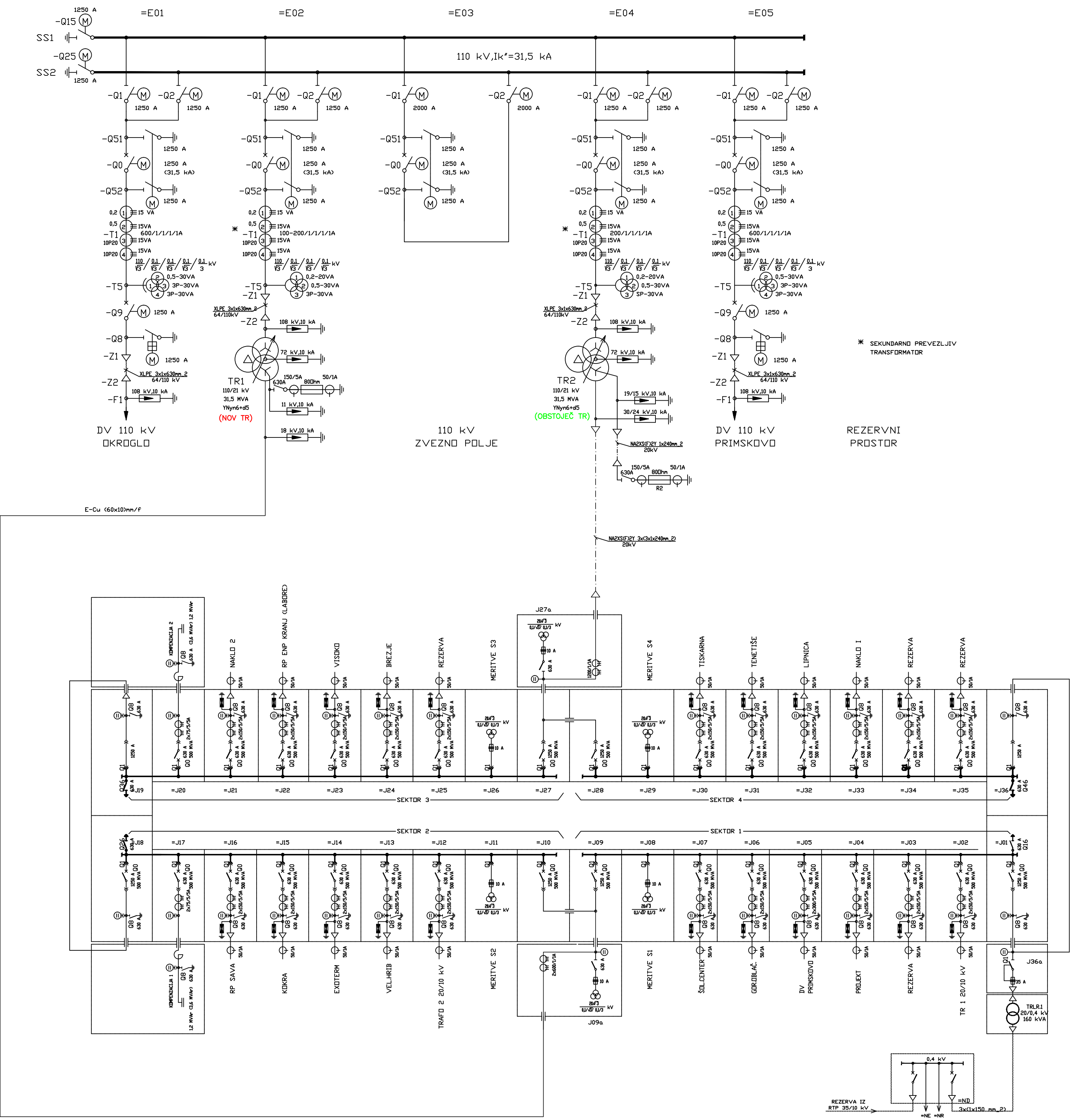
Projektant:  Elektro Gorenjska d.d. Ul. Mirka Vadnova 3a, Kranj OE Distribucijsko omrežje Služba za projektivo	Investitor: ELEKTRO GORENJSKA, d.d., Ul. M. Vadnova 3a, 4000 KRANJ  Vrsta načrta: 4/1. NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME, DOBAVA IN MONTAŽA ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA	Naziv objekta: RTP 110/20 kV ZLATO POLJE – ZAMENJAVA ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA TR1  Vsebina risbe: Pregledna situacija	Odgovorni projektant: Matej LOGONDER, univ. dipl. inž. el.		Ident. številka: E-1624	Številka načrta: 7459-6E1	Merilo: 1:5000
			Projektant sodelavec:		Ident. številka:	Številka projekta: 7459/17	Datum izdelave risbe: oktober 2017
			Prostor za evidentiranje sprememb:			Vrsta projekta: DZR	Številka risbe: 1






<b>Projektant:</b>  <b>elektro gorenjska</b>		Elektro Gorenjska d.d. Ul. Mirka Vadnoga 3a, Kranj OE Distribucijsko omrežje Služba za projektiranje	
<b>Investitor:</b> EL ELEKTRO GORENJSKA, d.d., Ulica Mirka Vadnoga 3a, 4000 KRANJ		<b>Važilno risbo:</b> Pregledno stanje objekta RTP 110/20 kV Zlato polje – geodetska	
<b>Naziv objekta:</b> RTP 110/20 kV ZLATO POLJE – ZAMENJAVA ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA TRINJA		<b>Vrsta projekta:</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">DZR</div>	
<b>Vrsta naloge:</b> 4/1, NAČRTI ELEKTRONIH INSTALACIJ IN EL. OPREME DOKOLIN IN MONTAŽA ENERGETSKE TRANSFORMATORJE		<b>Merilo:</b> 1:250	
<b>Odgovorni projektant:</b> Matej LOGODNER, univ. dipl. inž. el.		<b>Projektant sodelavec:</b> [Blank]	
<b>Identifikacijska številka:</b> –1624		<b>Identifikacijska številka:</b> 2	
<b>Prostor za evidencialno spremembo:</b> [Blank]		<b>Datum:</b> oktober 2017	

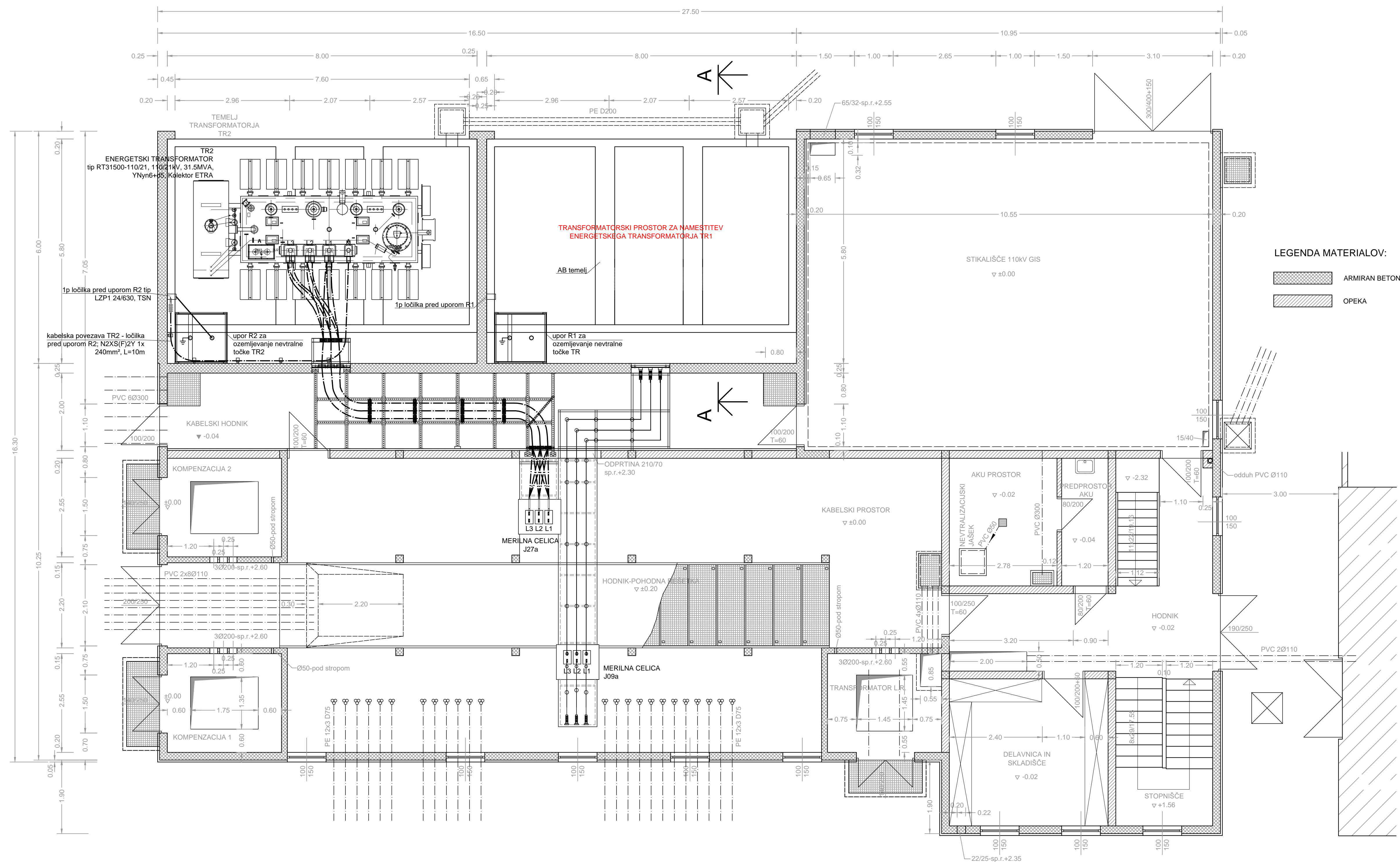
110 kV STIKALIŠČE (GIS)



20 kV STIKALIŠČE

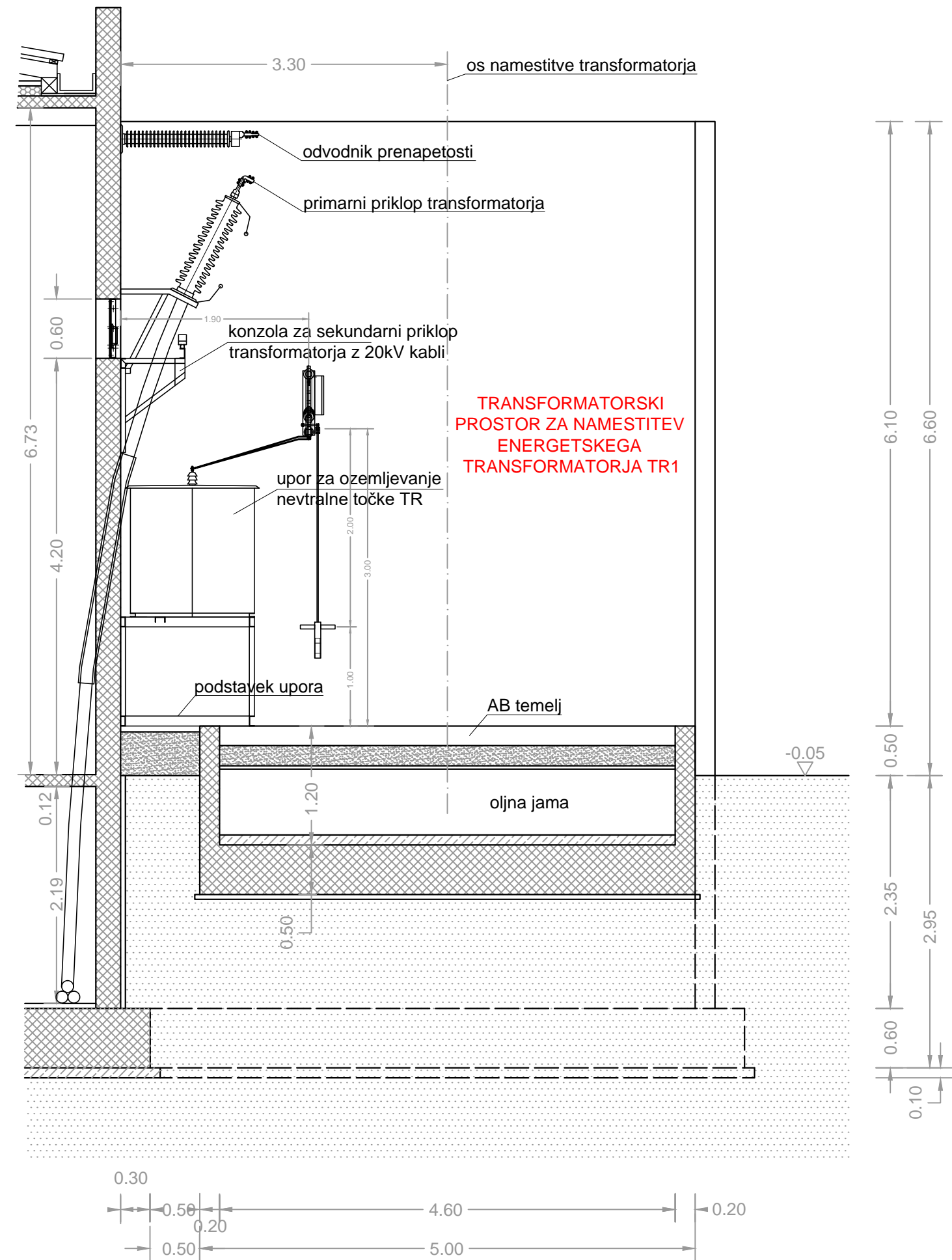
Projektant:				Elektro Gorenjska d.d. Ul. Mirka Vadnovega 3a, Kranj OE Distribucijsko omrežje Služba za projektivo	
Investitor ELEKTRO GORENJSKA, d.d., Ulica Mirka Vadnovega 3a, 4000 KRANJ		Vašbina risba: Enopolna shema RTP 110/20kV Zlato polje		Številka projekta: <b>7459/17</b>	
Način objekta: RTP 110/20 kV ZLATO POLJE – ZAMENJAVA ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA TR1		Vrsta projekta: <b>DZR</b>		Številka risbe: <b>7459-6E1</b>	
Vrsta načrta: 4/1. NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN EL. OPREME, DOJAVA IN MONTAŽA ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA		Merilo: /		Datum izdelave risbe: <b>oktober 2017</b>	
Odgovorni projektant: Matej LOGONDER, univ. dipl. inž. el.		Projektant sodelavec:		Številka risbe: <b>3</b>	
Identifikacijska številka: <b>E-1624</b>		Identifikacijska številka:		Datum:	
Prostor za evidentiranje sprememb:					






Projektant:  <b>elektro gorenjska</b>		Elektro Gorenjska d.d. Ul. Mirka Vadnove 3a, Kranj OE Distribucijsko omrežje Služba za projektivo	
Investitor: <b>ELEKTRO GORENJSKA, d.d.,</b> Ulica Mirka Vadnove 3a, 4000 KRANJ	Vesilna risba: Torta priključje RTP 110/20 kV Zlato polje # transformatorski prostor		Številka projekta: <b>7459/17</b>
Naziv objekta: <b>RTP 110/20 kV ZLATO POLJE – ZAMENJAVA ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA TR1</b>	Vrsta projekta: <b>DZR</b>		Številka notrisa: <b>7459-6E1</b>
Vrsta notrisa: <b>4/1. NACRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN EL. OPREME, DOKHVA IN MONTAŽA ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA</b>	Merilo: <b>1:50</b>		Datum izdelave risbe: <b>oktober 2017</b>
Odgovorni projektant: <b>Matej LOGONDER, univ. dipl. inž. el.</b>	Projektant sodelavec:		Številka risbe: <b>4</b>
Identifikacijska številka: <b>E-1624</b>	Identifikacijska številka:		Datum:
Prostor za evidentiranje sprememb:			

PREREZ A - A



LEGENDA MATERIALOV:

- ARMIRAN BETON
- BETON
- OPEKA
- NASUTJE

Projektant:  Elektro Gorenjska d.d. Ul. Mirka Vadnova 3a, Kranj OE Distribucijsko omrežje Služba za projektivo		
Investitor ELEKTRO GORENJSKA, d.d., Ulica Mirka Vadnova 3a, 4000 KRANJ	Vsebina risbe: Prerez transformatorskega prostora (prerez A-A)	
Naziv objekta: RTP 110/20 kV ZLATO POLJE – ZAMENJAVA ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA TR1	Vrsta projekta: DZR	Številka projekta: 7459/17
		Številka načrta: 7459–6E1
Vrsta načrta: 4/1. NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN EL. OPREME, DOBAVA IN MONTAŽA ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA	Merilo: 1:50	Datum izdelave risbe: oktober 2017
Odgovorni projektant: Matej LOGONDER, univ. dipl. inž. el.	Projektant sodelavec:	Številka risbe: 5
Identifikacijska številka: E–1624	Identifikacijska številka:	Datum:
Prostor za evidentiranje sprememb:		