

## Dokumentacija za razpis

ŠT.:	NAČRT:	ŠT. NAČRTA:
3	NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE	
3/1	Dobava energetskih transformatorjev 220/110 kV T211 in T212	R4DI01-6E/06D

## RTP 400/110-220/110/35/10 kV Divača / Rekonstrukcija transformacije 220/110 kV

VZDRŽEVALNA DELA V JAVNO KORIST



ŠT. PROJEKTA:	ŠT. MAPE:	IZVOD:	KRAJ IN DATUM:
R4DI01-A025/601	R4DI01-6E/M06D	1	Ljubljana, oktober 2024



ELES, d.o.o.

**Dokumentacija za razpis**

ŠT.:	NAČRT:	ŠT. NAČRTA:
3 3/1	NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE Dobava energetskih transformatorjev 220/110 kV T211 in T212	R4DI01-6E/06D

**RTP 400/110-220/110/35/10 kV Divača /  
Rekonstrukcija transformacije 220/110 kV**

VZDRŽEVALNA DELA V JAVNO KORIST

ŠT. PROJEKTA:	ŠT. MAPE:	IZVOD:	KRAJ IN DATUM:
R4DI01-A025/601	R4DI01-6E/M06D	1	Ljubljana, oktober 2024

IBE, d.d., svetovanje,  
projektiranje in inženiring

Hajdrihova ulica 4  
1001 Ljubljana, Slovenija

tel: +386 1 477 61 00

[www.ibe.si](http://www.ibe.si)



## NASLOVNA STRAN NAČRTA

## INVESTITOR

ime in priimek ali naziv družbe

ELES, d.o.o.

naslov ali sedež družbe

Hajdrihova ulica 2, 1000 LJUBLJANA

## OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje

RTP 400/110-220/110/35/10 kV Divača / Rekonstrukcija transformacije 220/110 kV

kratek opis gradnje

/

vrste gradnje

☐

novogradnja - novozgrajen objekt

☐

vzdrževanje objekta

☐

novogradnja - prizidava

☒

vzd. dela v javno korist

☐

rekonstrukcija

☐

sprememba namembnosti

☐

odstranitev

## DOKUMENTACIJA

vrsta dokumentacije

Dokumentacija za razpis (DZR)

številka projekta

R4DI01-A025/601

☐

sprememba dokumentacije

## PODATKI O NAČRTU

strokovno področje načrta

3

3/1

NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE

Dobava energetskih transformatorjev 220/110 kV T211 in T212

številka načrta

R4DI01-6E/06D

datum izdelave

oktober 2024

## PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA

pooblaščen inženir

mag. Marko Testen, univ. dipl. inž. el.

identifikacijska številka

IZS E-1293

podpis



žig

## PODATKI O PROJEKTANTU

projektant (naziv družbe)

IBE, d.d., svetovanje, projektiranje in inženiring

naslov

Hajdrihova ulica 4, 1001 Ljubljana

vodja projektiranja

mag. Marko Testen, univ. dipl. inž. el.

identifikacijska številka

IZS E-1293

podpis vodje projektiranja



žig

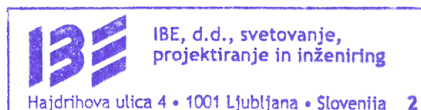
odgovorna oseba projektanta

dr. Franc Sinur

podpis odgovorne osebe projektanta

žig podjetja

datum podpisa



## DRUGI SODELAVCI

izdelava dokumentacije

Igor Tomaž Ebner, el. teh.

## SKLADNOST ELEKTRONSKEGA IN FIZIČNEGA IZVODA

podpis



datum

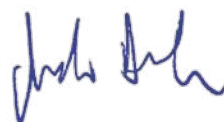
17.10.2024

## KONTROLA PROJEKTA

V skladu s Pravilnikom o kontroli projektov je bila imenovana komisija za kontrolo projekta. Kontrola projekta v skladu s sistemom vodenja kakovosti IBE d.d. je bila opravljena.

predsednik komisije za kontrolo projekta mag. Marko Smole, univ. dipl. inž. el.

podpis predsednika komisije



datum podpisa

16.10.2024

## OZNAČEVANJE DOKUMENTACIJE PO INTERNEM STANDARDU IBE D.D.

številka projekta

R4DI01-A025/601

številka načrta

R4DI01-6E/06D

številka mape

R4DI01-6E/M06D



IBE, d.d., svetovanje, projektiranje in inženiring  
Uprava družbe

Naš znak: FS  
Zap. številka: 5/41/2024

Kraj in datum: Ljubljana, 12. 8. 2024

## P O O B L A S T I L O

Dr. Franc Sinur, glavni direktor družbe IBE, d.d., svetovanje, projektiranje in inženiring, Hajdrihova 4,  
1001 Ljubljana,

pooblašča

Elvisa Štembergerja, univ. dipl. inž. el., tehničnega direktorja družbe,

da v skladu s predpisi s področja graditve objektov in Poslovnikom kakovosti družbe odobrava predajo  
projektne dokumentacije in druge dokumentacije naročnikom ter da to dokumentacijo in vse potrebne  
izjave v zvezi s tem podpisuje v imenu družbe.

dr. Franc Sinur  
Glavni direktor

Sprejemam pooblastilo.

Elvis Štemberger  
Tehnični direktor

## KAZALO VSEBINE NAČRTA

## INVESTITOR

ime in priimek ali naziv družbe	ELES, d.o.o.
naslov ali sedež družbe	Hajdrihova ulica 2, 1000 LJUBLJANA

## OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje	RTP 400/110-220/110/35/10 kV Divača / Rekonstrukcija transformacije 220/110 kV
---------------	--

## DOKUMENTACIJA

vrsta dokumentacije	Dokumentacija za razpis (DZR)
številka projekta	R4DI01-A025/601

## PODATKI O DOKUMENTACIJI

strokovno področje	3 3/1	NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE Dobava energetskih transformatorjev 220/110 kV T211 in T212
številka načrta		R4DI01-6E/06D

pogl.	št.	dokument	id. oznaka	strani
številka mape		R4DI01-6E/M06D		
3.1		Naslovna stran načrta		
3.2		Kazalo vsebine načrta		
3.3		Tehnično poročilo		
	1.	Tehnični opis za dobavo in montažo 220/110 kV transformatorjev T211 in T212	R4DI01-6E1016D	72
	2.	Tabela tehničnih podatkov	R4DI01-6E2006D	7
3.4		Tehnični prikazi		
	1.	Situacija stikališča	R4DI01-6E4000	1
	2.	220/110 kV transformator tloris in stranski ris fazno zaporedje na VN in NN delu	R4DI01-6E4191	1
	3.	Shema temelja transformatorja T211 s požarnimi stenami	R4DI01-6X8901	1
	3.	Transportni koridor in manipulativne površine za transformatorje 220kV/110 kV v RTP Divača	R4DI01-6X8900	1

## TEHNIČNO POROČILO

### INVESTITOR

ime in priimek ali naziv družbe	ELES, d.o.o.
naslov ali sedež družbe	Hajdrihova ulica 2, 1000 LJUBLJANA

### OSNOVNI PODATKI O GRADNJI



naziv gradnje	RTP 400/110-220/110/35/10 kV Divača / Rekonstrukcija transformacije 220/110 kV
---------------	--

### DOKUMENTACIJA

vrsta dokumentacije	Dokumentacija za razpis (DZR)
številka projekta	R4DI01-A025/601

### PODATKI O DOKUMENTACIJI

strokovno področje	3	NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE
	3/1	Dobava energetskih transformatorjev 220/110 kV T211 in T212
številka načrta		R4DI01-6E/06D

D	Uskladitve z ELES-om		10.2024	
C	Uskladitve z ELES-om		04.2024	
B	Uskladitve z ELES-om		03.2024	
Sprememba:	Opis spremembe:		Datum spr.:	Podpis:
Investitor:			Gradnja/Objekt:	
			RTP 400/110-220/110/35/10 kV Divača / Rekonstrukcija transformacije 220/110 kV	
Projektant:			Del objekta/sistem:	
 IBE, svetovanje, projektiranje in inženiring Ljubljana, Slovenija			/	
/			Vrsta načrta:	
			3 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE	
	Ime in priimek:	Ident. št.:	Vsebina risbe (dokumenta):	
Vodja projekta:	mag. Marko Testen, univ. dipl. inž. el.	E-1293		
Pooblaščen inženir:	mag. Marko Testen, univ. dipl. inž. el.	E-1293		
			Številka projekta:	R4DI01-A025/601A
			Vrsta projekta:	DZR
Izdelal:	mag. Marko Testen, univ. dipl. inž. el.	E-1293	Klasifikac. oznaka:	C D
Datum izdelave:	05.2022	Merilo:	Identifikac. oznaka:	R 4 D I 0 1 - 6 E 1 0 1 6 D Spr.:



## VSEBINA

<b>1</b>	<b>OBSEG IN MEJE DOBAVE.....</b>	<b>5</b>
1.1	OBSEG DOBAVE .....	5
1.2	REZERVNI DELI .....	6
1.3	ORODJA ZA MONTAŽO TRANSFORMATORJA.....	7
1.4	MEJE DOBAVE .....	7
1.5	OBSEG MONTAŽE IN NADZORA.....	7
<b>2</b>	<b>OSNOVNI PODATKI, STANDARDI IN JAMSTVA .....</b>	<b>8</b>
2.1	OSNOVNI PODATKI .....	8
2.2	OBRATOVALNI POGOJI .....	9
2.2.1	<i>Standardne napetosti .....</i>	<i>9</i>
2.3	POSEBNA JAMSTVA.....	10
2.3.1	<i>Neprekinjena moč transformatorja .....</i>	<i>10</i>
2.3.2	<i>Izgube .....</i>	<i>10</i>
<b>3</b>	<b>SPLOŠNE ZAHTEVE.....</b>	<b>11</b>
3.1	POGOJI VGRADNJE .....	11
3.2	KONSTRUKCIJA, MATERIALI IN IZDELAVA .....	11
3.3	TEHNIČNI PREDPISI IN STANDARDI .....	12
3.4	MERSKE ENOTE .....	14
3.5	EMBALIRANJE.....	14
3.6	TRANSPORT .....	15
3.6.1	<i>Cestni promet .....</i>	<i>15</i>
3.6.2	<i>Prevoz po železnici.....</i>	<i>15</i>
3.6.3	<i>Pristanišča .....</i>	<i>15</i>
3.6.4	<i>Letališča .....</i>	<i>16</i>
3.6.5	<i>Transport znotraj ograje RTP Divača .....</i>	<i>16</i>
3.7	GARANCIJSKO OBDOBJE .....	16
3.8	ŠOLANJE .....	17
<b>4</b>	<b>KONSTRUKCIJA, MATERIALI IN IZDELAVA .....</b>	<b>18</b>
4.1	OMARE IN OHIŠJA.....	19
4.1.1	<i>Stikalni in zaščitni elementi .....</i>	<i>20</i>
4.1.2	<i>Ožičenje v krmilnih in pogonskih omaricah .....</i>	<i>21</i>
4.2	INSTRUMENTACIJSKA, NADZORNA IN ZAŠČITNA OPREMA .....	21
4.2.1	<i>Merjenje termične slike navitja (WTI) .....</i>	<i>22</i>
4.2.2	<i>Ventil za razbremenitev tlaka .....</i>	<i>23</i>
4.2.3	<i>Buchholz rele .....</i>	<i>23</i>
4.2.4	<i>Zaščitni rele regulacijskega stikala .....</i>	<i>24</i>

© IBE d.d. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.

4.2.5	Kapilarni termometer (OTI).....	24
4.2.6	Uporovna temperaturna tipala (RTD) .....	24
4.2.7	Indikator nivoja olja .....	25
4.2.8	Tokovni merilni transformatorji .....	25
4.2.9	Oprema za meritev temperature navitja preko optičnih senzorjev .....	26
4.2.10	Oprema za nadzor regulacijskega stikala .....	26
4.3	ELEKTROMOTORJI.....	26
4.4	KABLI NA TRANSFORMATORJU .....	27
4.5	NAPISNE PLOŠČICE.....	28
<b>5</b>	<b>ZASNOVA TRANSFORMATORJA.....</b>	<b>30</b>
5.1	SPLOŠNE ZAHTEVE .....	30
5.2	MAGNETNI KROG .....	30
5.2.1	Jedro.....	30
5.2.2	Magnetna gostota.....	31
5.3	NAVITJA.....	31
5.4	BREMENSKO REGULACIJSKO STIKALO .....	32
5.4.1	Krmilna omarica regulacijskega stikala .....	33
5.5	TRANSFORMATORSKI KOTEL IN OPREMA.....	34
5.5.1	Transformatorski kotel.....	34
5.5.2	Konservator, oddušniki in sušilci zraka .....	35
5.5.3	Cevovodi, ventili, spoji in tesnila.....	36
5.5.4	Ozemljilni priključki .....	37
5.5.5	Podporje in oprema za premikanje.....	37
5.6	HLAJENJE TRANSFORMATORJA .....	37
5.6.1	Omara hladilnega sistema (krmilno - signalna omara.).....	38
5.6.2	Omara izbire napajanja .....	39
5.7	MERILNA, NADZORNA IN ZAŠČITNA OPREMA .....	40
5.8	SISTEMOM SPROTNEGA NADZORA TRANSFORMATORJA.....	41
5.8.1	Omara sistema sprotnega nadzora transformatorja.....	42
5.8.2	Serverska omara sistema sprotnega nadzora transformatorja .....	43
5.8.3	Aplikacijska programska oprema .....	45
5.9	PROTIKOROZIJSKA ZAŠČITA .....	47
5.10	SKOZNJIKI IN PRIKLJUČKI .....	48
5.10.1	Skoznjiki .....	48
5.10.2	Priključki transformatorja .....	49
5.11	NOSILNA KONSTRUKCIJA ZA NAMESTITEV PRENAPETOSTNIH VODNIKOV .....	49
5.12	TRANSFORMATORSKO OLJE IN IZOLACIJSKI PAPIR.....	49
5.13	DETEKTORJI ZA JAVLJANJA POŽARA .....	50
5.14	REAKCIJE OPREME .....	51

5.15	TEMELJ TRANSFORMATORJA.....	51
5.15.1	Višina požarne stene.....	53
5.15.2	Velikost novih temeljev transformatorjev.....	53
5.16	SISTEM ODVEČNE TOPLOTE (SIOT).....	54
5.16.1	Splošno.....	54
5.16.2	Zahteve za OFWF delovanje.....	54
5.16.3	Omara sistema odvečne toplote.....	55
<b>6</b>	<b>KONTROLA KVALITETE GRADNJE IN MONTAŽE, INŠPEKCIJE IN TESTIRANJA.....</b>	<b>57</b>
6.1	NAVODILA ZA ZAGOTAVLJANJE IN KONTROLO KAKOVOSTI (QA/QC) .....	57
6.2	ZAHTEVE ZA MONTAŽO .....	57
6.2.1	Montaža na terenu.....	57
6.2.2	Nadzor montaže .....	58
6.3	PREGLEDI IN PREIZKUSI.....	58
6.3.1	Tovarniški prevzemni preizkusi .....	59
6.3.2	Preizkusi na mestu vgradnje .....	62
<b>7</b>	<b>DOKUMENTACIJA .....</b>	<b>64</b>
7.1	DOKUMENTACIJA PONUDNIKA .....	64
7.2	DOKUMENTACIJA, KI MORA BITI PRILOŽENA PONUDBI.....	66
<b>8</b>	<b>DEMONTAŽA TRANSFORMATORJA T 211 .....</b>	<b>68</b>
8.1	OPIS OBSTOJEČEGA STANJA .....	68
8.1.1	Obstoječi energetski transformator 220/110 kV - T211.....	68
8.2	OBSEG DEL .....	69
8.3	VAROVANJE OKOLJA .....	69
8.4	TRANSPORT ZNOTRAJ OGRAJE STIKALIŠČA.....	70
8.5	OSTALE INFORMACIJE .....	72
8.6	ZAHTEVE ZA DEMONTAŽO .....	72

# 1 OBSEG IN MEJE DOBAVE

## 1.1 OBSEG DOBAVE

Obseg razpisa je dobava energetskega transformatorja 150 MVA, 220/110 kV za zamenjavo obstoječega transformatorja T 211 v RTP Divača.

Ponudnik mora dobaviti vse naprave in opremo ter opraviti pomožna dela, ki predstavljajo bistven element za trajno, zanesljivo in varno delovanje visokonapetostne opreme v obsegu te razpisne dokumentacije, tudi v primeru, če niso bile izrecno omenjene v razpisu. Predmet tega razpisa je:

1. Dobava in montaža energetskega transformatorja, ki obsega:
  - a) dobavo energetskega transformatorja 150 MVA v skladu s tehničnimi zahtevami in tabelami tehničnih podatkov v tem razpisu,
  - b) izvedba prevzemnih preizkusov skladno z zahtevami v razpisu,
  - c) embalaža in transport transformatorja do mesta postavitve, transportno zavarovanje,
  - d) namestitev in pritrditev transformatorja na temelj,
  - e) montažo dobavljenega transformatorja (skoznjiki, hladilni sistemi, konservator, polnjenje olja ...),
  - f) sodelovanje pri usklajevanju ožičenja in priključevanju na stičnih mestih ter preizkušanju funkcij sistemov zaščite in vodenja,
  - g) nadzor nad montažo, dajanje v pogon,
  - h) odstranitev embalažnega materiala in drugega materiala, uporabljenega med transportom in montažo transformatorja,
  - i) šolanje kadrov naročnika,
  - j) parametriranje sistema sprotnega nadzora transformatorjev, izvedba vseh potrebnih komunikacijskih povezav in priključitev v obstoječi ELES-ov centralni sistem sprotnega nadzora transformatorjev,
  - k) 20 kosov 3D modela energetskega transformatorja v merilu 1:40.
2. Demontaža obstoječega energetskega transformatorja T211, ki obsega:
  - a) izdelava poročila o varovanju okolja,
  - b) izdelavo elaborata o ravnanju z gradbenimi odpadki za transformator skladno z veljavno zakonodajo,
  - c) najem vse potrebne transportne opreme vključno z upravljalci,
  - d) ureditev vseh potrebnih transportnih dovoljenj od RTP Divača do mesta razgradnje (kar zajema vsa potrebna dovoljenja, takse, transportne študije ter vse morebitne ostale stroške transporta),

116

- e) odklop ozemljilnih povezav na transformator,
- f) odstranitev transformatorskega olja iz transformatorja,
- g) demontaža hladilnega sistema in vseh skoznjikov (visokonapetostnih, srednjenapetostnih in nizkonapetostnih),
- h) demontaža konzervatorja in pripadajočih cevni povezav,
- i) priprava transformatorske enote na transport (zaščita demontirane opreme pred morebitnim iztekanjem ostankov izolacijskega olja, ....),
- j) prestavitev transformatorja s temelja na transportno kompozicijo,
- k) organizacijo in izvedbo transporta od RTP Divača do mesta razgradnje vključno z zavarovanjem transporta,
- l) odvoz celotne opreme na deponijo v razgradnjo ali uničenje,
- m) izdaja evidenčnih listov,
- n) priprava, razgradnja preostalega dela transformatorske enote na za to primernem mestu, ki ustreza zahtevam standarda ISO 14001 in njemu podrejenih standardov.

V obseg dobave ne spadajo gradbena dela. Ponudnik mora pravočasno zagotoviti vso dokumentacijo, ki je nujna za nadaljevanje in dokončanje projekta.

Rok za dobavo opreme je določen v pogodbi, ki jo podpišeta ponudnik in naročnik.

Opombi:

Izraz **ponudnik** v tem razpisu predstavlja ponudnika do faze sklenjene pogodbe za obseg dobave opreme in izvedbo del po tem razpisu in tudi dobavitelja za obseg dobave opreme ter izvajalca del po sklenjeni pogodbi.

Izraz **naročnik** v tem razpisu predstavlja Eles d.o.o oziroma njegove pooblaščen predstavnike ali od Eles pooblaščen delovno organizacijo ali osebo.

## 1.2 REZERVNI DELI

Ponudnik mora zagotoviti izvajanje servisa za potrebe vzdrževanja in dobavo rezervnih delov za celotno življenjsko dobo transformatorja in njegove opreme (minimalno obdobje 40 let).

V sklopu dobave rezervnih delov je:

- 1 kos 400 kV skoznjik (Hitachi Energy tip:GSB420/1600/0.3),
- 1 kos 220 kV skoznjik,
- 1 kos 110 kV skoznjik,
- 1 komplet zaščitnih avtomatov (za vsak uporabljen tip enega).

16.10.2024

### 1.3 ORODJA ZA MONTAŽO TRANSFORMATORJA

Vsa orodja, potrebna za montažo transformatorja v skladu s podrobnim opisom in navodili, mora zagotoviti ponudnik ali izvajalec montaže.

### 1.4 MEJE DOBAVE

Za meje dobave veljajo naslednje mejne točke transformatorja, nameščenega na temelj transformatorja:

1. Proti temelju transformatorja: transformator raztovorjen in pritrjen na temelj.
2. Proti drugi primarni električni opremi:
  - a) VN priključki (3),
  - b) VN nevtralni priključek (1),
  - c) NN priključki (3),
  - d) NN nevtralni priključek (1).
3. Proti sekundarnim napravam (s priključki v omarah, nameščenih na transformatorju):
  - a) sponke za priključek na lastno rabo 400/231 V AC,
  - b) sponke za povezavo na postajne sisteme vodenja, zaščite in monitoringa.
4. Priključki za ozemljitev transformatorja.

### 1.5 OBSEG MONTAŽE IN NADZORA

Vsa montažna dela na transformatorju in na opremi v obsegu dobave mora izvajati ponudnik v skladu z mejami dobave. Izbor izvajalca montažnih del je predmet odobritve naročnika.

Ponudnik mora zagotoviti nadzor transporta in raztovarjanje na lokaciji montaže.

Ponudnik mora pripraviti program montažnih in nadzornih del ter oceno stroškov montaže in nadzora, kar mora biti vključeno v ponujeno ceno.

Dobavitelj mora pri izvedbi del upoštevati omejitve in usmeritve, ki izhajajo iz standardov ISO14001 in OHSAS 45001, po katerih je certificiran Naročnik.

## 2 OSNOVNI PODATKI, STANDARDI IN JAMSTVA

### 2.1 OSNOVNI PODATKI

Tehnični podatki za dobavo transformatorja 220/110 kV, 150 MVA, so naslednji:

Št.	Opis	Podatek
1.	Nazivna izhodna moč pri nazivni in konstantni napetosti, nazivni frekvenci in toku po IEC (vrednost bo uporabljena kot referenca za garantirane podatke in za določanje nazivnih karakteristik)	150 MVA
2.	Nazivna izhodna moč pri napetosti $U_n \pm 15 \%$ , frekvenci 50 Hz $\pm 2,5$ Hz, z nad temperaturami določenimi v tabeli tehničnih podatkov	150 MVA
3.	Terciarno navitje	Ni obremenljivo
4.	Nazivne napetosti v praznem teku:	
	- visoko napetostna stran (VN)	220 kV
	- nižje napetostna stran (NN)	115 kV
	- terciarno navitje	10,5 kV
5.	Bremensko regulacijsko stikalo:	
	- lokacija v navitju	nevtralna točka VN navitja
	- obseg	$\pm 15 \%$
	- stopnje	$\pm 12 \times 1,25 \%$
6.	Kratkostična napetost VN/NN pri 75 °C	
	- pri nazivni napetosti ( $\pm 0 \%$ )	$13 \pm 7,5 \%$
7.	Nazivna frekvenca	50 Hz
8.	Vezava navitij:	
	- VN	zvezda
	- NN	zvezda
	- terciarno navitje	trikot
9.	Vežalna skupina	YNyn0+d5
10.	Status nevtralne točke v normalnem obratovalnem stanju:	
	- Nevtralna točka VN togo ozemljena	
	- Nevtralna točka NN izolirana	
11.	Tip hlajenja po IEC	ONAN/ONAF – 60/100 %
12.	Dovoljen nivo hrupa merjen po IEC 60076-10 (po metodi zvočnega tlaka) pri nazivni napetosti ( $U_n$ )	66 dB (ONAN) 70 dB (ONAF)

## 2.2 OBRATOVALNI POGOJI

Obratovalni pogoji so odvisni od zahtev sistema, ki določajo obremenjevanje transformatorja. Elektroenergetski sistem Slovenije je na napetostnem nivoju 220 kV povezan z ENTSO-E.

Pred projektiranjem transformatorja je treba za načrtovano mesto vgradnje upoštevati velikost največjega predvidenega toka trifaznega kratkega stika ( $I''_{k3}$ ) na 220 in 110 kV zbiralkah.

Najvišje vrednosti trifaznega toka kratkega stika na zbiralnicah v Divači so:

- |                            |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| 1. 400 kV zbiralnice       | $I''_{k3} = 32,3 \text{ kA},$ |
| 2. 220 kV zbiralnice       | $I''_{k3} = 20,5 \text{ kA},$ |
| 3. 110 kV zbiralnice       | $I''_{k3} = 39,5 \text{ kA},$ |
| 4. Trajanje kratkega stika | $t_k = 1 \text{ s}.$          |

Upošteva se, da bo ob normalnih obratovalnih pogojih transformator obratoval z:

- |                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| 1. nazivno napetostjo | $\leq 111 \text{ },$ |
| 2. nazivno frekvenco  | $\pm 2 \text{ },$    |
| 3. $\cos \varphi$     | od 0,8 do 1,0.       |

Za izredne obratovalne pogoje se predvidi:

- |                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| 1. nazivno napetost  | $> 111 \text{ },$ |
| 2. nazivno frekvenco | $\pm 5 \text{ },$ |
| 3. $\cos \varphi$    | od 0,8 do 1,0.    |

Omrežje napetostnega nivoja 220 kV je v nevtralni točki učinkovito ozemljeno (faktor zemeljskega stika je  $k \leq 1,4$ ), omrežje napetosti 110 kV je v nevtralni točki učinkovito ozemljeno ( $k \leq 1,3$ ).

Prenosno omrežje 110 kV in 220 kV ima učinkovito ozemljeno nevtralno točko.

Zasnova transformatorja mora izpolnjevati tudi vse druge zahteve glede lokacije, navedene v ostalih delih te dokumentacije.

### 2.2.1 Standardne napetosti

Uporabljene standardne napetosti za prenosni sistem in napajanje sekundarnih sistemov podajata spodnji tabeli:

Standardne napetosti za prenosni sistem:

nazivna napetost:	400 kV	220 kV	110 kV
najvišja obratovalna napetost	420 kV	245 kV	123 kV
ozemljitev nevtralne točke	učinkovita	učinkovita	učinkovita

Standardne napetosti za napajanje sekundarnih sistemov:

izmenična trifazna napetost	400/231 V, $\pm 5 \text{ },$ štirizični, ozemljen (TN-C-S)
-----------------------------	--



izmenična enofazna napetost	230 V, $\pm 5\%$ , trižični, ozemljen (TN-C-S)
enosmerna napetost za krmiljenje in zaščito	220 V, $+15\%$ , $-10\%$ , neozemljen s kontrolo izolacije

V tej točki navedene napetosti so v skladu z IEC 60038. Frekvenca izmeničnega sistema je 50 Hz.

Zahtevani nazivni tokovi za opremo in naprave so navedeni v drugih delih te dokumentacije.

## 2.3 POSEBNA JAMSTVA

### 2.3.1 *Neprekinjena moč transformatorja*

Neprekinjena moč transformatorja mora biti, kot je določeno v tabelah tehničnih podatkov, zagotovljena v mejah dopustnih dvigov temperature navitja in vročih točk, določenih v sprejetih mednarodnih standardih IEC 60076.

Če transformator ne izpolnjuje zahtev, je ponudnik dolžan v šestih mesecih spremeniti transformator ali opremo, ki povzroča odstopanja od zahtevanih vrednosti tako, da bodo odstopanja odpravljena.

### 2.3.2 *Izgube*

Izgube v praznem teku, izgube v kratkem stiku in izgube v pomožnih tokokrogih (ventilatorji hladilnikov, motorni pogon regulacijskega stikala) transformatorja, kot so predpisane v tabeli tehničnih podatkov transformatorja, morajo biti zagotovljene s toleranco  $+0\%$ . Pri jamstvu za hrup transformatorja se dovoljuje odstopanje  $+0$  dB.

Če bo zgornja meja navedenih izgub med preskusi FAT večja, lahko kupec uveljavlja svojo pravico do znižanja kupnine oz. zavrnitve transformatorja v skladu s splošnimi razpisnimi pogoji.

### 3 SPLOŠNE ZAHTEVE

#### 3.1 POGOJI VGRADNJE

Ponudnik mora upoštevati naslednje pogoje na mestu vgradnje:

1. nadmorska višina je pod 1000 m,
2. oprema mora biti zasnovana za naslednje temperaturno območje na mestu vgradnje:
  - a) notranja oprema: od -5 °C do + 40 °C, povprečna relativna vlažnost do 95 %,
  - b) zunanja oprema: od -25 °C do + 40 °C.
3. oprema mora biti protipotresno vzdržna. Referenčni najvišji pospešek tal na tleh tipa A  $a_g R = 0,25 g$ ,  $T_b = 0,15 s$  za horizontalno smer potresnih vplivov; vertikalni vplivi skladno s parametri v NAD k SIST EN 1998-1; razred pomembnosti IV po SIST EN 1998-1,
4. stopnja onesnaženosti po IEC/TS60815-1 je b,
5. stopnja zaledenitve po IEC je razred 10,
6. oprema mora biti dimenzionirana na hitrost vetra 42 m/s (1,1 kN/m<sup>2</sup>),
7. oprema mora ustrezati najvišjemu dopustnemu nivoju hrupa 70 dB po metodi zvočnega tlaka v skladu z IEC (pri nazivni napetosti ( $U_n$ ) in ONAF),
8. oprema mora ustrezati zahtevam glede elektromagnetne združljivosti za podobne visokonapetostne prostozračne razdelilne transformatorske postaje.

#### 3.2 KONSTRUKCIJA, MATERIALI IN IZDELAVA

Materiali, uporabljeni pri izdelavi navedene opreme, morajo biti takšne vrste, sestave in fizikalnih lastnosti, da bodo kar najbolje prilagojeni njihovim namenom v skladu z razpisnimi karakteristikami opreme in v skladu z dobro inženirsko prakso.

Materiali, uporabljeni pri izdelavi opreme, morajo biti novi, prvovrstne kakovosti, primerni za namen, brez pomanjkljivosti in nepopolnosti ter v skladu s pripadajočimi standardi.

Vse površine morajo biti ravne in gladko obdelane. Barvane ploskve morajo biti na robovih zaobljene z minimalnim radijem 2 mm. Izvrtine ali preboji morajo biti izvedeni tako, da ne oslabijo osnovnega materiala, enako velja tudi za ostale oblikovane materiale.

Varjenje lahko izvaja samo usposobljeno osebje z odobrenimi certifikati. Varjenje mora biti v skladu z varilnimi standardi, ki veljajo v Republiki Sloveniji.

V splošnem dopustna obremenitev uporabljenih materialov in jeklenih konstrukcij ne sme presegati zahtevanih vrednosti v standardih DIN 18800 in DIN 4100.

Material in proizvodni postopki za dobavljeno opremo morajo biti skrbno izbrani glede na namen opreme, ob upoštevanju vseh pogojev lokacije in funkcije delovanja. Če uporaba standardnih materialov ne zadošča, je potrebno uporabiti bolj kakovostne materiale. Ustreznost vhodnih kontrol in proizvodnih postopkov bo preverjena s pregledom QA/QC dokumentov proizvajalca.

© IBE d.d. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.

Specifikacije uporabljenih materialov, vključno z navedbo njihove kvalitete morajo biti razvidne iz risb in drugih dokumentov, predloženih v pregled in potrditev.

Če med izdelavo opreme pride do odstopanj od potrjene dokumentacije in/ali navodil, mora ponudnik o tem nemudoma obvestiti naročnika.

### 3.3 TEHNIČNI PREDPISI IN STANDARDI

Če v razpisni dokumentaciji ni zahtevano drugače, morajo biti projektna dokumentacija, materiali, izdelava in preskušanje vseh del po tej pogodbi v skladu z odobrenimi standardi.

Kot splošno veljavni odobreni standardi veljajo najnovejše izdaje naslednjih standardov:

1. SIST (Slovenski nacionalni standardi),
2. EN (evropski standardi),
3. ISO (International Standardization Organization),
4. IEC (International Electrotechnical Commission).

Kot potrjeni standardi veljajo standardne publikacije naslednjih organizacij:

1. SIST - Industrijski standardi veljavni v Republiki Sloveniji,
2. EN, CEN, CENELEC - Evropski standardi,
3. ISO - Mednarodna organizacija za standardizacijo,
4. IEC - Mednarodna elektrotehniška komisija,
5. DIN - Nemške industrijske norme,
6. VDE - Nemška elektrotehniška komisija.

Če v kakšnem ali kakšnih primerih ne obstajajo SIST, EN, IEC ali ISO standardi, lahko ponudnik naročniku predlaga uporabo ustreznega nacionalnega standarda. Vsak tak standard bo sprejet kot ustrezen šele po pisni odobritvi naročnika, ob upoštevanju pogodbenih določil in pod pogojem, da je bil naročniku dostavljen preveden v pogodbeno določen jezik.

Izdelava, montaža in testiranje transformatorjev morajo biti izvedeni v skladu z najnovejšo izdajo IEC in drugih obvezujočih standardov.

Seznam veljavnih standardov in členov mora pripraviti ponudnik. Seznam mora biti odobren s strani naročnika pred podpisom pogodbe.

Ponudnik mora upoštevati zahtevane smernice za EMC (po standardih IEC in EN).

V nadaljevanju so navedeni najpomembnejši IEC standardi, ki naj bi bili uporabljeni (naslovi so zapisani v originalu):

1. IEC 60076 Power transformers
2. IEC 60076-1 General
3. IEC 60076-2 Temperature rise for liquid-immersed transformers

4. IEC 60076-3 Insulation level & dielectric tests external clearances in air
5. IEC 60076-4 Guide to the lightning impulse and switching impulse testing - Power transformers and reactors
6. IEC 60076-5 Ability to withstand short circuit
7. IEC 60076-7 Loading guide for oil-immersed power transformers
8. IEC 60076-10 Determination of sound levels
9. IEC 60137 Insulated bushings for alternating voltages above 1000 V
10. IEC 60214 (-1, -2) Tap-changers
11. IEC 60228 Conductors of insulated cables
12. IEC 60296 Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear
13. IEC 60422 Mineral insulating oils in electrical equipment – Supervision and maintenance guidance
14. IEC 60450 Measurement of the average viscometric degree of polymerization of new and aged cellulosic electrically insulating materials
15. IEC 60529 Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
16. IEC 60567 Sampling of gases and analysis of free and dissolved gases - Guidance
17. IEC 60599 Mineral oil-impregnated electrical equipment in service - Guide to the interpretation of dissolved and free gases analysis
18. IEC 60616 Terminal and tapping markings for power transformers
19. IEC 60617 Graphical symbols for diagrams
20. IEC 61125 Unused hydrocarbon based insulating liquids - Test methods for evaluating the oxidation stability
21. IEC 61181 Mineral oil-filled electrical equipment - Application of dissolved gas analysis (DGA) to factory tests on electrical equipment
22. IEC 61198 Mineral insulating oils – Methods for the determination of 2-furfural and related compounds
23. IEC 61462 Composite hollow insulators - Pressurized and unpressurized insulators for use in electrical equipment with rated voltage greater than 1 000 V - Definitions, test methods, acceptance criteria and design recommendations
24. IEC 61850 Compensated networks and admittance based earth – fault protection
25. IEC 62073 Guidance on the measurement of hydrophobicity of insulator surfaces
26. IEC 62217 Polymeric HV insulators for indoor and outdoor use - General definitions, test methods and acceptance criteria
27. SIST EN 795:2012 Personal fall protection equipment – Anchor devices
28. SIST EN 61869-1 Instrument transformers - Part 1: General requirements

© IBE d.d. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.

- 29. SIST EN 61869-2 Instrument transformers - Part 2: Additional requirements for current transformers
- 30. SIST EN 61936-1 Power installations exceeding 1 kV a.c. - Part 1: Common rules
- 31. SIST EN 50629 Energy performance of large power transformers ( $U_m > 36$  kV or  $S_r \geq 40$  MVA)« or Commission Regulation (EU) No. 548/2014 of 21 May 2014 on implementing Directive 2009/125/ES
- 32. SIST EN ISO 2409 Paints and varnishes - Cross-cut test
- 33. SIST EN ISO 8501-1 Preparation of steel substrates before application of paints and related products -- Visual assessment of surface cleanliness -- Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings
- 34. SIST EN ISO 12944-2 Barve in laki - Protikorozijska zaščita jeklenih konstrukcij z zaščitnimi premaznimi sistemi - 2. del: Klasifikacija okoljskih pogojev (ISO 12944-2:2017)
- 35. DIN 3230-3 Technical delivery conditions for valves; Compilation of test methods
- 36. DIN 4100 Welded structural steelwork – calculation and structural details
- 37. DIN 18800 Steel structures

Ob ugotovitvi odstopanj med podatki, predvidenimi v tabeli Tehničnih značilnosti transformatorja in zahtevami, navedenih (in drugih) standardov, je treba nejasnosti razreševati v skladu s pisno potrjenim dogovorom. Ponudnik mora upoštevati, da so določene zahteve višje kot je zahtevano v standardih, kar pomeni, da se v tem primeru upošteva zahteva naročnika.

### 3.4 MERSKE ENOTE

Uporablja se metrični sistem v standardiziranem mednarodnem merskem sistemu SI (Système International d'Unités).

### 3.5 EMBALIRANJE

Ponudnik mora vso opremo embalirati in naložiti na transportna vozila tako, da bo zaščitena pred morebitnimi poškodbami med transportom do mesta vgradnje ali poškodbami zaradi nepravilne embalaže. Vsak kos opreme mora biti na dveh nasprotnih straneh vidno označen z oznako, ki mora vsebovati osnovne podatke o vsebini, dimenzijah in masi opreme ter navodila za pravilno rokovanje. Vsi kosi opreme, ki imajo maso večjo od 50 kg, morajo biti opremljeni tako, da bo med transportom možna uporaba viličarjev, dvigal in druge strojne opreme. Vsi kosi opreme, v katerih so električne naprave in občutljive mehanske komponente, ki bi jih lahko poškodovala vlaga, morajo biti v nameščeni hermetično zaprti embalaži.

Rezervni deli morajo biti embalirani ločeno od ostale opreme v embalažo, ki zdrži skladiščenje najmanj 10 let.

### 3.6 TRANSPORT

Konstrukcija opreme mora biti prilagojena transportu po železnici ali cesti do RTP Divača. Odločitev za izbor transporta je na strani ponudnika.

Vsi težji deli opreme morajo biti opremljeni z dviznimi kljukami ali dvigali za namen transporta in montaže.

Ponudnik mora sam organizirati prevoz, natovarjanje in razkladanje opreme. Preučiti mora vse možnosti za prevoz težke in velike opreme na gradbišče in do končne lokacije namestitve. Ponudnik mora najmanj tri mesece po podpisu pogodbe podrobno obvestiti naročnika o pomembnih transportnih podatkih. Ponudnik mora prikazati ločene cene za prevoz in za transportno zavarovanje.

Med prevozom transformatorja do končnega mesta namestitve morata biti na transformatorju nameščeni najmanj dve napravi za registracijo pojemkov in pospeškov v "x", "y" in "z" smeri (Shock recorder). Napravi morata biti nameščeni diagonalno na kotel transformatorja. Po zaključenem prevozu transformatorja se bosta napravi komisijsko odprli in analizirali ob prisotnosti ponudnika in naročnika, ponudnik pa bo izdelal in dostavil naročniku certifikat o kalibraciji in poročilo o obremenitvah, ki jim je bil transformator med transportom izpostavljen.

#### 3.6.1 *Cestni promet*

RTP Divača je dostopna po avtocesti A1 do izvoza proti Divači in nato po državni cesti 409 in 446 do objekta.

Za vse prevoze je treba upoštevati predpise, ki obravnavajo načrtovanje in gradnjo cest in mostov in predpise o varnosti v cestnem prometu.

Pred vsakim izjemnim (predimenzioniranim) prevozom mora izvajalec od uprave za ceste pridobiti ustrezno dovoljenje za prevoz in ga predložiti naročniku. Če skupna teža posebnega prevoza presega dopustno obremenitev transportne poti ali če bi bila lahko presežena dopustna obremenitve mostov, se izvede ocena stabilnosti za posamezen most in/ali cestni odsek.

#### 3.6.2 *Prevoz po železnici*

Najbližja železniška postaja lokaciji RTP Divača je postaja Divača, ki je pribl. 2 km oddaljena od lokacije RTP-ja.

Železnica povezuje Ljubljano s koprskim pristaniščem, z Avstrijo (preko Jesenic), s Hrvaško (preko Zidanega Mosta in Zagreba) in z Italijo (prek Trsta).

#### 3.6.3 *Pristanišča*

Najbližja pristanišča na lokaciji RTP Divača so:

16.

1. Koper, Slovenija - pribl. 30 km ob avtocesti A1,
2. Trst, Italija - pribl. 30 km ob glavnih cestah (delno prek Italije),
3. Monfalcone, Italija - pribl. 80 km ob glavnih cestah (delno preko Italije).

### 3.6.4 *Letališča*

Najbližje letališče je:

1. Ljubljana/Jože Pučnik pribl. 110 km stran,
2. Trst/Ronchi pribl. 80 km stran.

### 3.6.5 *Transport znotraj ograje RTP Divača*

Od državne ceste 446 do lokacije temelja transformatorja vodi asfaltirana dostopna pot širine deloma 4,0 m in deloma 6,0 m.. Krivinski radiji dostopne poti so 16,5 m (notranji robnik), največji naklon (na ravnem delu poti) je 2,2 %.

Transportni koridor znotraj RTP-ja je razviden iz priloženih grafičnih prilog.

Celotno transportno pot oziroma vse potrebne manipulativne površine si mora ponudnik ogledati pred oddajo ponudbe.

## 3.7 GARANCIJSKO OBDOBJE

Splošno obdobje odgovornosti za napake (garancijsko obdobje) za razpisano opremo je opredeljeno v pogodbi.

Garancijska doba za antikorozijsko zaščito mora biti 10 let.

Ob prijavi okvare ali drugega nepravilnega delovanja opreme v garancijskem roku mora ponudnik poslati svojega predstavnika na lokacijo vgrajenega transformatorja najkasneje 2 (dva) dni po prejemu pisnega obvestila. Če ponudnik ne reagira v skladu s pogodbenimi določili, ima naročnik pravico zahtevati novo opremo na stroške ponudnika.

Po prijavi napake ali pomanjkljivosti dobavljene opreme upravičenost reklamacije ugotovi komisija, ki jo sestavljajo predstavniki ponudnika in naročnika. Vse napake ali pomanjkljivosti, ki jih ugotovi komisija, mora ponudnik odpraviti najkasneje 2 (dva) tedna po predstavitvi ugotovitev komisije oziroma skladno z njenim sklepom.

Če se med montažo ali v garancijskem roku pojavijo napake, ki vplivajo na v razpisu zahtevano zanesljivost, bo ponudnik popravil ali zamenjal vso neustrezno opremo na lastne stroške.

V primeru okvare aktivnega dela transformatorja v fazi zagona in obratovanja v garancijski dobi, je ponudnik dolžan zamenjati najmanj celotni aktivni del. Čas popravila je omejen na največ 1 leto od nastanka okvare.

Izvedbo popravila transformatorja nadzoruje naročnik ob podpori zunanjih strokovnih inštitucij. Pred izvedbo popravila morata naročnik in ponudnik uskladiti in potrditi s strani ponudnika izdelan načrt sanacije.

Za popravila v garancijski dobi veljajo enakovredne tehnične zahteve (tehnična razpisna dokumentacija) ter pogodbeni določila (vključno z garancijsko dobo, pogodbenimi kaznimi...) kot za izdelavo novega transformatorja.

V pogodbi so določeni tudi garancijski pogoji za zamenjano opremo ali naprave. Izjema so napake v programski opremi, ki se tudi po iztečenem garancijskem roku odpravijo na stroške ponudnika.

V primeru garancijskega posega, ki bi terjal nedelovanje naprave za več kot 5 dni, se garancijski rok podaljša za čas odprave napak. Garancijski rok za dele, ki so bili zamenjani zaradi odprave napake, je naveden v splošnih razpisnih pogojih.

Demontažo, vgradnjo, preskušanje, transport, zavarovanje in vse druge stroške, povezane z zamenjavo opreme, je dolžan kriti ponudnik. Naročnik nima pravice zahtevati vračila posredno povzročene škode.

Če se ponudnik in naročnik ne bosta mogla dogovoriti o upravičenosti reklamacije, bo o tem odločalo Okrožno sodišče v Ljubljani, njegova odločitev pa bo obvezna za ponudnika in naročnika.

### 3.8 ŠOLANJE

Ponudba mora zajemati primeren obseg strokovnega usposabljanja za naročnikovo strokovno osebje.

Strokovno usposabljanje mora biti organizirano kot:

1. usposabljanje med montažo in ob spuščanju v pogon pod vodstvom ponudnikovega eksperta in
2. tečaji za obratovanje/vzdrževanje pri ponudniku in naročniku.

Usposabljanje je namenjeno osebju za obratovanje in vzdrževanje (najmanj 1 dan za 10 oseb v za transformator in najmanj 1 dan za 5 oseb za seznanjanje z monitoring sistemom). Preostali čas šolanja je namenjen ostalim vprašanjem v zvezi z dobavljeno opremo.

Šolanje mora biti v ponudbi opredeljeno z lokacijo šolanja in z dolžino trajanja. Cena šolanja bo prišteta k ponudbeni ceni transformatorja.



## 4 KONSTRUKCIJA, MATERIALI IN IZDELAVA

Oprema transformatorja mora biti izdelana v skladu z najnovejšimi veljavnimi standardi, dobro inženirsko prakso in po najnovejših tehniških izsledkih. Stopnja mehanske zaščite mora biti vsaj IP 55. V celoti je potrebno upoštevati naslednje usmeritve:

1. vsa nizkonapetostna oprema mora biti nameščena v ustrezne omare oziroma ohišja ali pa mora biti kako drugače zaščiten pred vremenskimi in okoljskimi razmerami ter nenamernim dotikom,
2. do vseh priključkov in povezav opreme v omarah mora biti omogočen enostaven dostop. Vsi elementi, predvideni za operativne interakcije (instrumenti, krmilna in preklopna stikala, indikacijske lučke, tipke, zasloni in drugo) morajo biti nameščeni na ustrezni višini na prednje stene omare ali na vrata omare. Elementi morajo biti logično in pregledno nameščeni v višini med 80 in 180 cm nad tlemi,
3. vse naprave, povezave in kabelski dovodi morajo biti izdelani tako, da se prepreči izbruh požara, njegovo širitev ali nastanek kakršnekoli škode povzročene z ognjem,
4. vsa oprema mora biti zaščiten tako, da živali ne morejo povzročati kratkih stikov,
5. usmeritve za kabelske povezave:
  - a) kabelske uvodnice morajo biti nameščene na spodnji strani opreme oziroma omar,
  - b) vsa oprema mora biti grajena za namestitvev kabelskih priključkov s spodnje strani in nameščena tako, da bo omogočen enostaven dostop do priključnih sponk in kabelskih povezav,
  - c) vsi kabli morajo biti opremljeni z ekrani in ozemljeni v skladu z dobro inženirsko prakso EMC,
  - d) ekrani vseh kablov, ki so v sklopu dobave se ozemljijo preko EMC kabelskih uvodnic. EMC uvodnice morajo zagotavljati stik med uvodnico in ekranom kabla po celotnem obodu kabla (polna 360-stopinska povezava). Prav tako morajo imeti EMC uvodnice ustrezen stik z ohišjem omarice oziroma posredno z ozemljilno zbiralko (glej točko f),
  - e) kabli, ki niso v sklopu dobave praviloma nimajo finožičnega oklopa z vsaj 80 % pokritjem plašča, zato mora biti v omarah predvidena ozemljitev njihovih ekranov na ozemljilno zbiralko, kot je navedeno v točki f,
  - f) vsaka omara ali omarica mora imeti na strani, kjer so kabli ozemljeni, ozemljilno zbiralko ali zbiralke, ki bodo omogočale pravilen priključek kabelskih ekranov in njihovo ozemljitev (smernice EMC najmanj v skladu s SIST EN 61936 -1, IEC TR 61000-5-2 in IEC TR 61000-5-6).
6. naprave morajo biti modularne, sestavljene iz enot, ki omogočajo enostavno prenašanje in montažo. Sestavni deli morajo biti hitro zamenljivi brez posebnega orodja,
7. vgrajena oprema mora biti sposobna prenesti vse električne, mehanske in termične obremenitve, do katerih lahko pride med normalnim obratovanjem in ob morebitnih kratkih

- ali zemeljskih stikov na mestu vgradnje,
8. vsaka naprava mora biti opremljena s tovarniškimi in tipskimi oznakami ter z napisnimi ploščicami ki označujejo namen uporabe v slovenskem jeziku. Vse oznake morajo biti nameščene na vidnih mestih,
  9. deli naprav, ki bodo stalno ali občasno na visokem električnem potencialu, morajo biti zaščiteni pred nenamernim dotikom in vidno označeni v skladu z relevantnimi predpisi,
  10. vsa oprema transformatorja, kot so deli hladilnikov, ventili, indikatorji pretoka olja, krmilne naprave in podobno, mora biti standardizirane izvedbe in enostavno zamenljiva brez predelav.

## 4.1 OMARE IN OHIŠJA

Vse omare in ohišja morajo biti izdelane za trajno delovanje v klimatskih pogojih, ki prevladujejo na lokaciji vgradnje in mora zagotavljati ustrezno EMC in EMS zaščito vgrajenih naprav. Ponudnik mora v celoti smiselno upoštevati naslednje usmeritve za omare in ranžirne omarice:

1. narejene morajo biti iz nerjavne jeklene pločevine minimalne debeline 1,5 mm, ki zagotavlja togo oporo za vgrajeno opremo in biti istega RAL-a kot je kotel (RAL 7038),
2. dobavljene morajo biti v celoti, skupaj z vsemi okvirji in vrati (vključno s tečaji in ključavnicami),
3. če so nameščene zunaj morajo imeti:
  - a) poševen nadstrešek za dež,
  - b) ustrezno zaščitene odprtine za prezračevane,
  - c) vgrajen proti-kondenzacijski grelec, ki mora v notranjosti vzdrževati temperaturo, ki je približno 5 °C nad temperaturo okolice in s tem preprečiti kondenziranje vlage. Grelec v izvedbi z AC enofaznim napajanjem mora imeti avtomatsko krmiljenje z nastavljivim termostatom.
4. omare morajo imeti ustrezno naravno prezračevanje z odprtinami za prezračevanje, zaščitnimi pred prahom, ki bo v vseh obratovalnih pogojih zagotavljalo temperaturo v notranjosti omare pod 55 °C, ob največji temperaturi okolice 40 °C, in ob delujoči opremi v omari,
5. zaščitni razred vsaj IP55 v skladu z IEC 60529,
6. omare morajo biti opremljene s svetilko, ki se prižiga in ugaša z mikrostikalom na vratih,
7. vse omare in druga oprema morajo biti opremljene s priključnimi sponkami ustrezne kakovosti, proizvod proizvajalca z ustreznimi referencami na tem področju in oštevilčene s trajnimi oznakami. Zahtevana kakovost sponk mora biti na nivoju tovrstnih izdelkov proizvajalcev Weidmueller ali Phoenix,
8. vse žične zveze morajo nositi oznake elementov/sponk, na katere so priključene,
9. vsa stikalna in zaščitna oprema (odklopniki, stikala, avtomati, varovalke idr.) mora biti

kakovostne izvedbe, proizvod proizvajalca z ustreznimi referencami. Zahtevana je kakovost tovrstnih naprav, kot jo dosegajo proizvajalci Moeller, Siemens, Schneider ali ABB. Elementi morajo biti nameščeni v omaro v logičnem vrstnem redu,

10. povsod, kjer to zahteva pravilno delovanje vgrajene opreme je potrebno namestiti blažilce vibracij,
11. omogočen mora biti lahek dostop do sponk ali priključkov ter servisiranje opreme in elementov. Elementi za ročno krmiljenje in nadzor morajo biti nameščeni na višini od 80 do največ 180 cm od višine tal,
12. opremljena mora biti z ozemljilno zbiralko za ozemljitev dohodnih kablov v skladu z EMC predpisi in uveljavljeno prakso. Bakrena (Cu) ozemljitvena zbiralka minimalnih dimenzij 30x5 mm mora biti nameščena vzdolž celotne dolžine omar, panelov ali plošč. Vsaka ozemljilna zbiralka mora biti z vodnikom NYY-J Cu 70 mm<sup>2</sup> neposredno povezana s kotlom transformatorja. Vsi kovinski kabelski oklopi kablov, v sklopu dobave in vstopajo v omaro, morajo biti povezani na ozemljitev preko EMC kabelskih uvodnic,
13. Izdelana mora biti tako, da bo imela na delu, kjer bodo nameščene EMC kabelske uvodnice, ustrezno kovinsko ploščo za njihovo pritrditev in bo tudi ustrezno ozemljene (EMC smernice in skladno s SIST EN 61936-1:2011),
14. vsi kovinski deli morajo biti galvansko povezani v enoten galvanski sklop, ki bo zagotavljal obratovalno varnost in primerno elektromagnetno združljivost (EMC). Kovinska vrata in drugi kovinski nepritrjeni elementi morajo biti ozemljeni na ohišje preko bakrene (Cu) pletene gibljive povezave minimalnega preseka 16 mm<sup>2</sup>,
15. varnostne razdalje med vodniki in med vodniki in ozemljenimi deli morajo ustrezati veljavnim tehničnim predpisom in standardom,
16. deli opreme, ki so pod napetostjo, morajo biti zaščiteni pred slučajnim dotikom in označeni z ustreznimi opozorilnimi nalepkami,
17. v vsaki omari mora biti vsaj še 20 % rezervnega prostora za morebitno kasnejšo namestitev dodatne opreme,
18. omare morajo imeti na notranji strani vratih nameščen ustrezen nosilec dokumentacije, kamor se vstavi dokumentacija omare,
19. omare in ohišja morajo biti v celoti izdelane in preizkušene v tovarni, skupaj z vsemi elementi, napisnimi ploščicami, notranjim ožičenjem, vsemi kabelskimi priključki in oznakami.

#### **4.1.1 Stikalni in zaščitni elementi**

Vsi elementi pomožnih sistemov morajo biti dimenzionirani tako, da omogočajo trajno delovanje celotnega hladilnega sistema pri nazivni obremenitvi transformatorja (zaščitni avtomati, kabli, ožičenje in ostalo).

Avtomatska zaščitna stikala morajo biti enofazna ali trifazna, ustrezno tokovno dimenzionirana, z zatesnjenim izklopnim mehanizmom in po potrebi opremljena s pomožnimi kontakti.

Kontaktorji morajo biti zračne izvedbe z obločnim oklopom razreda AC 3 po IEC standardih. Vklapljeni morajo biti do delovanja ustreznega selektivnega pretokovnega zaščitnega elementa in zdržati možen tok okvare. Termični pretokovni sprožnik mora biti nastavljiv, ustrezati mora zahtevam pogona in biti temperaturno kompenziran do temperature 70 °C.

Varovalke morajo biti ustrezno selektivno izbrane, omejiti in prekiniti morajo kratkostični tok v določeni veji. Do 63 A morajo biti izvedene tako, da ne zahtevajo posebnega orodja za zamenjavo.

Stikala morajo omogočati ročno krmiljenje s sprednje strani. Imeti morajo krmilno ročico in samočistilne kontakte v močnem, obločno vzdržnem ohišju ter mehanizem za hiter vklop in izklop. Sposobna morajo biti preklopa nazivnih tokov. Po potrebi naj imajo vgrajene HRC varovalke.

#### **4.1.2 Ožičenje v krmilnih in pogonskih omaricah**

Celotno ožičenje v krmilnih in pogonskih omaricah mora biti izvedeno z bakrenimi izoliranimi vodniki in finožičnimi vodniki minimalnega preseka vodnika 1,5 mm<sup>2</sup>. Izolacija ožičenja in kablov mora biti ognje-odporen ali UV-odporen PVC ali drug material s podobnimi lastnostmi. Brez posledic mora zdržati vse obratovalne, električne in druge obremenitve na mestu vgradnje. Vsi krmilno signalni in napajalni kabli morajo imeti kovinski oklop, ki preprečuje vdor elektromagnetnih motenj.

Na vseh ožičenih priključkih morajo biti nameščeni žični končniki ustreznih dimenzij glede na debelino žičnih zvez. Vsi zunanji priključki morajo biti izvedeni na eni ali več ločenih spončnih letvah. Spončne letve morajo biti ustrezno oštevilčene z leve proti desni in od zgoraj navzdol.

Uporabljene sponke morajo biti nameščene na vrstne letve. Biti morajo samostojne, negorljive, z dvema ločenima pritrdilnima ploščicama, primerne za spoj vhodnih ali izhodnih kompaktnih ali pletenih vodnikov. Vsaka spončna letev mora vsebovati dodatne rezervne sponke. Med vsakim tokokrogom in različnimi vrstami sekundarnih tokokrogov se uporabijo izolacijske pregrade. Njihova oblika mora biti taka, da zagotavljajo zadostno zaščito, obenem pa tudi enostaven dostop do sponk.

Priključki morajo biti pravilno površinsko zaščiteni proti oksidaciji in škodljivim pojavom elektrolize. Vsi priključki morajo biti trajno in pravilno označeni. Oznake morajo biti trdno nameščene, da ne odpadejo, če je žična zveza odpeta.

### **4.2 INSTRUMENTACIJSKA, NADZORNA IN ZAŠČITNA OPREMA**

Merilna območja dostavljenih senzorjev in drugih elementov morajo biti prilagojena območjem, kjer se merilne vrednosti običajno pričakujejo.

Vsi senzorji, katerih integralni del je tudi priključni kabel, morajo biti opremljeni s kabli takšne dolžine, da dodatni spoji med senzorjem in priključno sponko v pripadajoči omari/omarici/panelu ne bodo potrebni. Senzorji s priključnimi kabli morajo biti opremljeni z izdelanimi in testiranimi konektorji.

Upoštevati je treba naslednje splošne zahteve:

1. vsa oprema mora biti primerna (npr. zaščitni nivo IP) za območje, v katerem bo naprava nameščena,
2. vsa oprema mora biti primerna za neprekinjeno delovanje v pogojih na lokaciji,
3. vsi deli transponderjev in deli za njihovo pritrjevanje morajo biti izdelani iz materialov, odpornih na korozijo,
4. vsa dobavljena oprema mora omogočati dobro in zanesljivo priključevanje in ozemljevanje priključnih kablov,
5. vsi tokokrogi za krmiljenje in nadzor morajo biti grajeni za napetost 220 V DC,
6. tokovna zmogljivost in kontaktna upornost morata omogočati zanesljivo povezavo s krmilnim sistemom (220 V DC),
7. tokokrogi zaščitnih naprav morajo biti galvansko ločeni od tokokrogov sistemov za krmiljenje in nadzor,
8. vse zaščitne naprave morajo imeti dva potencialno prosta kontakta (izklopna kontakta) za sistem zaščite,
9. vsi analogni dajalci (transponderji) morajo biti grajeni za izhodni tok 4-20 mA. Obvezno se zahteva izoliran DC izhod. Prednost imajo dvožični aktivni priključki. Če to ni možno, se zahteva ločeno napajanje transponderja.

Instrumentacijska, nadzorna in zaščitna oprema mora biti dobavljena in povezana v ustrezne krmilne in nadzorne omare, kot je opisano v drugih delih te dokumentacije.

#### **4.2.1 Merjenje termične slike navitja (WTI)**

WTI mora omogočati spremljanje termične slike navitij za lokalni in daljinski nadzor z ustreznim številom nastavljivih kontaktov za potrebe krmiljenja hlajenja in daljinsko alarmiranje in izklope.

Naprava mora obsegati:

1. senzor temperature, kjer mora biti obseg merjenja temperature od 0 °C do 160 °C,
2. tokovni transformator v fazi V VN navitja za spremljanje temperature navitij (ne sme biti razreda P). Primeren mora biti za zunanjo kalibracijo z vsiljenim tokom v sekundarni tokokrog transformatorja.

WTI mora biti nameščen v ohišju, tako da je ustrezno zaščiten pred vremenskimi vplivi. WTI mora biti opremljena z naslednjimi potencialno neodvisnimi kontakti:

1. dva (2x) ali več potencialno neodvisnih kontaktov, ki se uporabljajo v sistemu za krmiljenje hlajenja transformatorja,
2. en (1x) potencialno neodvisen alarmni kontakt, ki se uporablja za:
  - a) sistem vodenja,
3. dva (2x) med seboj potencialno neodvisna kontakta, ki se uporabljata za:

- b) sistem zaščite - zunanji izklop na zaščitni terminal A,
- c) sistem zaščite - zunanji izklop na zaščitni terminal B.

Naprava mora biti opremljena z naslednjim analognim izhodom:

1. en (1x) izoliran tokovni izhod 4-20 mA. Tokovni izhod mora biti aktivnega tipa (tokovna zanka 4-20 mA se napaja s strani senzorja). Če to ni možno, potem je v sklopu dobavi tudi napajalnik za napajanje tokovne zanke.

#### **4.2.2 Ventil za razbremenitev tlaka**

Ventil za razbremenitev tlaka (pressure relief valves), vzmetne izvedbe, mora zagotoviti hiter izpust nadtlaka, ki se lahko ustvari v rezervoarju transformatorja. Delovati mora pri statičnem tlaku, nižjem od hidravličnega preskusnega tlaka. Ventil mora segati vsaj 25 mm v kotel, da je s tem preprečena akumulacija plinov.

Ventil za razbremenitev tlaka mora biti nameščen na vseh prostorih, ki so napolnjeni z oljem in biti zadostne velikosti.

Izpust olja mora biti usmerjen proč od zgornjega pokrova transformatorja oziroma od katerega koli delovnega področja. Zagotoviti je treba ustrezen cevni podaljšek, ki vodi odtok olja navzdol do zbiralnika olja pod transformatorjem.

Naprava mora biti opremljena z naslednjimi med seboj neodvisnimi potencialno prostimi kontakti:

1. dva (2x) med seboj potencialno neodvisna kontakta, ki bosta uporabljena za:
  - a) sistem zaščite - zunanji izklop na zaščitni terminal A,
  - b) sistem zaščite - zunanji izklop na zaščitni terminal B.

#### **4.2.3 Buchholz rele**

Rele mora biti opremljen s preskusno pipo za preverjanje njegovega delovanja in preizkusnim gumbom za aktiviranje. Nameščen mora biti tako, da se v njem zbirajo vsi plini, ki lahko nastanejo v transformatorju.

Rele mora biti opremljen z naslednjimi med seboj neodvisnimi potencialno prostimi kontakti:

1. dva (2x) med seboj potencialno neodvisna kontakta, za alarm pri kopičenju plina, ki bosta uporabljena za:
  - a) sistem vodenja,
  - b) on-line monitoring sistem.
2. dva (2x) med seboj potencialno neodvisna kontakta, za izklop transformatorja ob nenadnem dvigu tlaka, ki bosta uporabljena za:
  - a) sistem zaščite - zunanji izklop na zaščitni terminal A,
  - b) sistem zaščite - zunanji izklop na zaščitni terminal B.

#### 4.2.4 Zaščitni rele regulacijskega stikala

Zaščitni rele mora biti zasnovan za zaščito regulacijskega stikala in transformatorja med okvaro v oljnem predelu regulacijskega stikala. Zaščitni rele (npr.: MR RS2001) nadzira pretok olja v skladu z IEC 60214-1.

Rele mora biti opremljen z naslednjimi med seboj neodvisnimi potencialno prostimi kontakti:

1. dva (2x) med seboj potencialno neodvisna kontakta, za izklop transformatorja, ki bosta uporabljena za:
  - a) sistem zaščite - zunanji izklop na zaščitni terminal A,
  - b) sistem zaščite - zunanji izklop na zaščitni terminal B.

#### 4.2.5 Kapilarni termometer (OTI)

Kapilarni termometer za merjenje temperature olja mora delovati po principu spremembe volumna polnila v tipalu, ki se preko membranske kapsule in mehanizma prenaša na kazalec instrumenta za vizualni prikaz, indikator maksimalne vrednosti in na nastavljive kontakte. Obseg temperaturne indikacije mora biti od 0 do 160 °C.

OTI mora biti nameščen v ohišju, tako da je ustrezno zaščiten pred vremenskimi vplivi. OTI mora biti opremljen z naslednjimi potencialno neodvisnimi kontakti:

1. dva (2x) ali več potencialno neodvisnih kontaktov, ki se uporabljajo v sistemu za krmiljenja hlajenja transformatorja,
2. en (1x) potencialno neodvisen alarmni kontakt, ki se uporablja za sistem vodenja,
3. dva (2x) med seboj potencialno neodvisna kontakta, ki se uporabljata za:
  - c) sistem zaščite - zunanji izklop na zaščitni terminal A,
  - d) sistem zaščite - zunanji izklop na zaščitni terminal B.

Naprava mora biti opremljena z naslednjim analognim izhodom:

1. en (1x) izoliran tokovni izhod 4-20 mA. Tokovni izhod mora biti aktivnega tipa (tokovna zanka 4-20 mA se napaja s strani senzorja). Če to ni možno, potem je v sklopu dobavi tudi napajalnik za napajanje tokovne zanke.

#### 4.2.6 Uporovna temperaturna tipala (RTD)

Uporovna temperaturna tipala (RTD) morajo izpolnjevati naslednje zahteve:

1. standardno Pt100 uporovno temperaturno tipalo (RTD) z 100  $\Omega$  pri 0°C, skladno z EN 60751,
2. RTD tipala so praviloma ločeni od ozemljitve (neozemljena),
3. tri ali štiri žična priključitev.

Če se RTD tipala uporabljajo za sistem sprotnega nadzora transformatorja, potem se lahko priključijo neposredno na napravo za nadzor nameščeno na transformatorju.



Če se RTD tipala uporabljajo za sistem vodenja, potem morajo imeti prigraden tudi merilni pretvornik »RTD na 4-20 mA«. Tokovni izhod pretvornika mora biti aktivnega tipa (tokovna zanka 4-20 mA se napaja s strani senzorja), če to ni na voljo je v sklopu dobave tudi napajalnik za napajanje te zanke.

#### **4.2.7      *Indikator nivoja olja***

Indikator nivoja olja mora zagotavljati ustrezen nadzor nad nivojem olja v transformatorju. Biti mora magnetnega tipa z ustreznim številom neodvisnih in nastavljivih kontaktov za detekcijo prenizkega oziroma previsokega nivoja olja.

Naprava mora biti opremljena z naslednjimi med seboj neodvisnimi potencialno prostimi kontakti:

1. dva (2x) med seboj potencialno neodvisna kontakta (indikacija prenizkega nivoja olja), ki se uporabljata za:
  - a) sistem vodenja,
  - b) sistem sprotnega nadzora transformatorja.
2. dva (2x) med seboj potencialno neodvisna kontakta (indikacija previsokega nivoja olja), ki se uporabljata za:
  - c) sistem vodenja,
  - d) sistem sprotnega nadzora transformatorja.

#### **4.2.8      *Tokovni merilni transformatorji***

Merilni transformatorji morajo imeti ustrezen razred točnosti in nazivno moč. Izdelani morajo biti v skladu z najnovejšimi odobrenimi standardi. Tokovni transformatorji (TT) morajo biti nameščeni in zasnovani tako, da ustrezajo svojemu namenu. Sekundarna navitja morajo biti ožičena na ustrezne spončne letve v omaro hladilnega sistema. Sponke, ki se uporabljajo za priključitev TT, morajo biti opremljene z odstranljivimi kratkostičnimi povezavami. Primerni morajo biti za zunanjo kalibracijo z vsiljenim tokom v sekundarni tokokrog TT. Minimalni preseki vodnikov merilnih tokokrogov je  $\geq 2,5 \text{ mm}^2$ .

V sklopu dobave so najmanj naslednji TT:

1. en (1): razred 3 Fs 5 v fazi V VN navitja za merjenje termične slike navitja WTI (ne sme biti razreda P),
2. en (1): razred 3 Fs 5 v fazi V VN navitja za priključen na sistem krmiljenja bremenskega regulacijskega stikala,
3. tri (3): razred 1 Fs 5 v vsaki fazi VN navitja za priključitev na sistem sprotnega nadzora transformatorja.



#### **4.2.9 Oprema za meritev temperature navitja preko optičnih senzorjev**

V VN in NN navitja transformatorja mora biti vgrajeno najmanj 12 optičnih senzorjev za neposredno merjenje temperature v vseh treh fazah (hot spot). Zahtevani so sistemi enake ali boljše kakovosti kot so tovrstne naprave proizvajalca FISO Nortech EasyGrid LT.

Oprema za meritev temperature navitja preko optičnih senzorjev mora vsebovati:

1. optične senzorje (vsaj dvanajst 12),
2. lokacije optičnih senzorjev morajo biti dogovorjene in potrjene s strani naročnika,
3. priključni del na steni kotla,
4. kazalnik temperature navitij na kotlu transformatorja,
5. prikazovati mora vrednosti vseh 12 senzorjev,
6. daljinsko kazanje temperatur navitij preko sistema sprotnega nadzora transformatorja.

#### **4.2.10 Oprema za nadzor regulacijskega stikala**

Oprema za nadzor regulacijskega stikala (kot n.pr.: MR ETOS) mora omogočati vrednotenje in beleženje obratovalnih podatkov regulacijskega stikala, kot so:

1. položaj regulacijskega stikala,
2. število preklopov regulacijskega stikala vključno s selektorjem in preselektorjem,
3. čas preklopa regulacijskega stikala,
4. navor pogonskega motorja,
5. informacije pomembne za osredotočeno načrtovanje vzdrževanja regulacijskega stikala,
6. itd..

Oprema za nadzor regulacijskega stikala mora imeti ustrezen komunikacijski vmesnik za komunikacijo s sistemom sprotnega nadzora transformatorja.

### **4.3 ELEKTROMOTORJI**

Obratovalna napetost in priključna moč vseh elektromotorjev na izmeničnih tok, mora ustrezati pogojem:

1. napetost obratovanja: trifazna 400/231 V, 50 Hz,
2. način zagona: direkten.

Motorji na enosmerni tok niso dovoljeni. Vsi indukcijski motorji na izmenični tok morajo biti opremljeni z rotorji s kratkostičnimi kletkami in biti grajeni za direkten zagon.

Faktor obratovanja (rezerve) mora biti 1,2. Predstavlja razmerje med močjo motorja in maksimalno močjo bremena na pogonski osi motorja, pri čemer je:

1. zahtevan razred obratovanja: S1,

2. zahtevan razred moči: najvišja moč pri trajnem obratovanju.

Vsi elektromotorji morajo biti grajeni za trajno obratovanje pri naslednjih parametrih električne energije:

1. med 95 % in 105 % nazivne frekvence,
2. med 90 % in 110 % nazivne napetosti,
3. zdržati morajo kratkotrajne prenapetosti v višini 130 % nazivne napetosti.

Motorji morajo biti sposobni stabilnega obratovanja pri 70 % nazivne napetosti v času vsaj 10 sekund. Najvišji zagoni tokovi motorjev ne smejo presegati 6-kratnika nazivnega toka. Zagnati se morajo tudi ob 20 % prehodnem padcu napetosti ob zagonu.

Izklopne čase motorja v okvari (kratek stik, preobremenitev) mora zagotavljati ustrezna zaščita motorjev.

Motorji, ki so nameščeni na prostem morajo biti izdelani v vodotesni izvedbi. Poskrbljeno mora biti za odvajanje kondenzirane vlage.

Vsi motorji morajo biti popolnoma zaprti, ventilatorsko hlajeni in opremljeni morajo biti s samomazalnimi krogličnimi ali valjčnimi ležaji s tekalnimi obroči.

Zasnova kabelskih omaric z vsemi priključki mora ustrezati vrednostim nazivnega toka in kratkostičnega toka izmeničnega napajalnega sistema (AC) lastne rabe.

Izolacija vseh motorjev mora biti v skladu s specifikacijo IEC razreda F. Temperatura elektromotorjev mora med delovanjem ostati znotraj vrednosti, določenih za razred B po IEC.

#### 4.4 KABLI NA TRANSFORMATORJU

Vsi kabli napetostnega nivoja 231/400 V AC in 220 V DC morajo izpolnjevati naslednje zahteve:

1. temperaturno območje delovanja od -25 °C do 120 °C,
2. primerni morajo biti za zunanjo montažo,
3. bakreni vodniki morajo biti gibki finožični (v skladu z IEC 60228, cl 5),
4. izolacija mora biti odporna na olje in negorljiva razred FRNC (Flame Retardant Non-Corrosive),
5. z bakrenim oklopom, ki mora prekrival vsaj 80 % ekranizirane površine,
6. vsi uporabljeni materiali morajo biti brez halogenskih primesi.

Kabli morajo biti ustrezno podprti, razporejeni po kabelskih trasah in ustrezno zavarovani. Za mehansko zaščito kabelskih tras po transformatorju je potrebno predvideti zaščitne kovinske cevi ali pokrite kabelske police iz nerjavnega materiala. Kabelske trase naj bodo speljane tako, da ne ovirajo rednega vzdrževanja.

Kabli se ne smejo dotikati ostrih robov ali vročih površin opreme, kar bi lahko poškodovalo izolacijo in povzročilo nevarnost. Kjer je primerno, je potrebno uporabiti kabelske uvodnice ali skoznike, da se prepreči kakršnakoli nevarnost poškodb kablov.

Napajalni kabli ter kabli namenjeni krmiljenju in procesni signalizaciji morajo biti strogo ločeni in položeni po ločenih poteh. Vsak kabel ali kabelska povezava mora biti na obeh straneh ustrezno označena v skladu z oznako iz seznamov kablov in risb.

Kabli v obsegu dobave:

1. vsi kabli med merilno, nadzorno in zaščitno opremo in:
  - a) omaro hladilnega sistema,
  - b) krmilna omarica regulacijskega stikala,
  - c) omaro sistema sprotnega nadzora transformatorja in
  - d) omaro sistema izrabe odvečne toplote.
2. vsi kabli med naslednjimi omarami:
  - a) omaro hladilnega sistema,
  - b) krmilna omarica regulacijskega stikala,
  - c) omaro sistema sprotnega nadzora transformatorja in
  - d) omare sistema izrabe odvečne toplote.
3. vsi kabli med omaro sistema sprotnega nadzora transformatorja in serversko omaro sistema sprotnega nadzora transformatorja,
4. napajalni kabli omara sistema sprotnega nadzora transformatorja,
5. napajalni kabli za serversko omaro sistema sprotnega nadzora transformatorja,
6. komunikacijski kabli od serverske omare sistema sprotnega nadzora transformatorja do TK prostora v komandni zgradbi RTP,
7. kabli od omarice zaščitnih avtomatov merilnih transformatorjev na VN strani transformatorja do omare sistema sprotnega nadzora transformatorja,
8. napajalni kabli med omaro izbire napajanja in omaro hladilnega sistema.

## 4.5 NAPISNE PLOŠČICE

Vsak pomembnejši del opreme mora biti na vidnem mestu opremljen s trajno obstojno napisno ploščico iz nerjavečega materiala z osnovnimi podatki o proizvajalcu, serijsko številko, datumom proizvodnje in glavnimi tehničnimi podatki. Ploščice in pritrdilni elementi morajo biti odporni proti koroziji in drugim zunanjim vplivom.

Napisi na napisnih ploščicah (opreme, omar, elementov v omarah, naprav itd.) morajo biti dobro čitljivi in v slovenskem jeziku.

S transformatorjem morajo biti dobavljene naslednje napisne ploščice:

1. napisna ploščica po zahtevah IEC 60076 z dodanimi impedancami pri maksimalnem, minimalnem in srednjem položaju regulacijskega stikala z napetostjo in tokom pri vsakem položaju,

1. ploščica, na kateri so na standardiziran način prikazane notranje povezave in razmerja vektorjev napetosti v posameznih navitjih v skladu z IEC 60076 in dodatno tloris transformatorja, iz katerega bo jasno viden razpored zunanjih priključkov,
2. ploščica, na kateri bo prikazan razpored in funkcija vseh ventilov, z opozorilom obratovalnemu osebju, da morajo upoštevati navodila, če želijo izvesti vakumiranje transformatorskega olja,
3. ploščice z oznakami in opisom za vse ventile, ventilatorje, oddušnike, sušilnike in ostale elemente na transformatorju,
4. ploščica, ki kaže vse električne tokokroge in spončne letve. Ta ploščica naj bo montirana na omarah,
5. ploščica, ki kaže točke podpor in nastavkov, kot tudi ustrezne podatke za transport, s potrebnimi dimenzijami in dovoljenimi koti, pod katerimi se transformator lahko transportira,
6. vse ploščice z oznakami priključkov skoznjikov morajo biti dobro vidne (berljive) s tal,
7. napisi na ploščicah, ki so nameščene na ventilih, morajo ustrezati napisom na ploščicah ventilov,
8. ploščica za glavno krmilno omarico, na kateri so podane točne lokacije optičnih temperaturnih senzorjev v navitjih.

## 5 ZASNOVA TRANSFORMATORJA

### 5.1 SPLOŠNE ZAHTEVE

Zasnova transformatorja mora omogočati montažo na načrtovano mesto, skladnost z vsemi tehničnimi razpisnimi pogoji, enostavno vzdrževanje ter zanesljivo in varno delovanje.

Transformator mora biti načrtovan in izdelan po najnovejših dognanjih za tako opremo. Naprave in materiali morajo ustrezati klimatskim in obratovalnim pogojem na mestu vgradnje.

Mehansko in električno načrtovanje naprave mora upoštevati naslednje pogoje in zahteve:

1. izmere transformatorja morajo upoštevati pogoje postavitve in definirane omejitve, ki so pogojene z mestom vgradnje (glej poglavje »temelj transformatorja«) tako, da bodo izpolnjene zahteve standarda SIST EN 61936-1, točka 8.8.1.3.,
2. namestitev višje in nižje napetostnih priključkov mora upoštevati predvideno postavitve, na podlagi pogojev iz priloženih risb,
3. najvišja nad-temperatura olja zgoraj ne sme preseči 55 K, povprečna nad-temperatura navitij ne sme preseči 60 K (nad-temperatura najtoplejše točke 73 K). Kompletно opremljen transformator mora zdržati kratkostične pogoje zaradi zunanjega kratkega stika po IEC 60076. Pri obremenitvah je treba upoštevati tudi vse ostale okvare, do katerih lahko pride med obratovanjem (medfazni stiki, dvofazni stik z zemljo ipd.),
4. transformator mora biti načrtovan tako, da zagotavlja čim manjše nastajanje harmonskih napetosti, visokofrekvenčni pojavi ne smejo povzročati interference s komunikacijskimi tokokrogi,
5. transformator naj bo konstruiran kot trifazni, enojedrni tip z ločenim VN, NN in terciarnim navitjem ('core-type') za zunanjo montažo,
6. terciarno navitje naj bo načrtovano za stabilizacijo napetosti (po potrebi se mu za zagotovitev odpornosti na izredne obratovalne razmere prigradi dušilko), iz kotla naj bodo speljani vsi štirje priključki terciarnega navitja (odprti trikot). En izvod terciarnega navitja mora biti ozemljen na kotel. Izvodi terciarnega navitja na kotlu morajo biti pokriti s kovinskim pokrovom in sicer tako, da je preprečen vstop vsem živalim, tudi majhnim pticam. Ostale konstrukcijske zahteve morajo biti enake kot za druga navitja.

### 5.2 MAGNETNI KROG

#### 5.2.1 Jedro

Jedro mora biti sestavljeno iz tanke orientirane pločevine, ki je proizvedena iz visoko kvalitetnega, nizko izgubnega, hladno valjanega orientiranega silicijevega jekla, ki se ne stara, je preko celotne površine enake kakovosti in ima veliko permeabilnost. Tehnologija razreza pločevine mora zagotoviti gladke robove. Vsaka lamela mora biti izolirana z materialom, ki je mehansko in toplotno odporen prav tako pa je odporen tudi na kemične vplive olja.

Jedro mora biti opremljeno z letvami in ostalimi zateznimi elementi, ki zagotavljajo ustrezno oporo brez deformacij ob sestavljanju, transportu, obratovanju, kratkostičnih in ostalih obremenitvah. Stebrne letve ob jedru morajo biti izdelane iz nemagnetnega materiala. Jedro mora biti enakomerne svetlo sive barve, brez prisotnosti korozije, nečistoč in drugih tujkov.

Za hlajenje aktivnega dela morajo biti izvedeni ustrezni vertikalni hladilni kanali.

Kotni spoji morajo zagotoviti ustrezno električno in magnetno pot, obenem pa omogočiti demontažo v primeru večjih vzdrževalnih del. Konstrukcija mora biti taka, da v primeru odstranitve navitij omogoča tudi odstranitev laminiranega jedra. Posamezni sestavni deli jedra morajo biti opremljeni z ustreznimi elementi za dvig in konstruirani tako, da je omogočeno neposredno dviganje z zunanjim dvigalom, brez mehanskih preobremenitev.

Med posameznimi paketi pločevine morajo biti izvedeni ustrezni mostiči, ki zagotavljajo izenačitev potenciala.

Zaradi preprečitve zapiranja magnetnih krogov preko kotla zgornja zatezna konstrukcija jedra ne sme biti v stiku s kotlom. Magnetni krog mora biti izoliran od vseh konstrukcijskih delov in mora biti sposoben zdržati preizkusno napetost proti zateznim vijakom v vrednosti 2 kV efektivno v času 1 minute. Glavna ozemljilna povezava mora biti preseka najmanj 80 mm<sup>2</sup>, povezave med lamelami pa najmanj 20 mm<sup>2</sup>.

Magnetno jedro mora biti ozemljeno v eni točki, preko izoliranega vodnika in sponk v ozemljilni omarici, ki mora biti nameščena na zunanji strani kotla transformatorja.

### 5.2.2 *Magnetna gostota*

Magnetna gostota v magnetnem jedru ne sme preseči 1,6 T pri nazivni napetosti (Un) 220 kV in frekvenci 50 Hz.

Jedro mora biti načrtovano tako, da preprečuje delne razelektritve, razvoj kratkostičnih poti v samem jedru ali do ozemljene zatezne konstrukcije. Konstruirano in izdelano mora biti iz takega materiala, da posledice stresanih magnetnih polj v najbolj neugodnih razmerah po IEC 60076-7 ne povzročajo poškodb.

## 5.3 NAVITJA

Za izdelavo navitij in ostalih delov pod napetostjo mora biti uporabljen elektrolitski baker visoke prevodnosti z izolacijo razreda A po IEC. Izolacija naj bo papirna, impregnirana z izolacijskim oljem. Pri načrtovanju in izdelavi navitij morajo biti upoštevane vse električne in mehanske obremenitve v obratovanju. Navitja morajo biti izdelana po najnovejših izsledkih tehnologije in prakse na tem področju.

Vsa navitja morajo imeti enako izolacijsko trdnost po celotni dolžini, razen VN navitja, ki imajo neenakomerno izolacijo. Izolacija mora biti brez komponent, ki bi bile s časom in obratovalnimi pogoji nestabilne ali bi bistveno spreminjale svoje poglavitne električne ali mehanske lastnosti.

Izdelava navitij mora zagotavljati njihovo mehansko odpornost in dimenzijsko stabilnost med obratovanjem. S sušenjem mora biti iz navitij odstranjena vlaga v skladu z zahtevami v tabeli tehničnih podatkov.

Spoji delov, ki trajno prevajajo tok, morajo biti varjeni ali pritaljeni drug na drugega ter pravilno oblikovani in izolirani, da ne nastajajo preveliki gradienti električnega polja. Vpliv vrtničnih tokov mora biti minimalen.

Navitja morajo biti oblikovana tako, da je dosežena optimalna velikost serijskih in medsebojnih kapacitivnosti, ki zagotavljajo ustrezno porazdelitev različnih prenapetosti.

Navitja morajo biti odporna na posledice kratkega stika, ki jih povzroča kratkostična moč omrežja, tokovne preobremenitve in napetostne obremenitve, brez lokalnega pregrevanja, kar se dokaže s tipskim preizkusom skladno s standardom.

Če ponudnik nima tipskega testa za transformator enakih karakteristik, lahko predloži tipski test podobnega transformatorja. Kot podoben transformator se upošteva:

1. energetski transformator,
2. transformator moči 150 MVA ali več,
3. transformator z VN navitjem, grajenim za napetost 220 kV ali več,
4. transformator z bremenskim regulacijskim stikalom, vgrajenim v nevtralno točko VN navitja.

Poleg tega pa mora predložiti tudi izračun o zdržnosti transformatorja na sile kratkega stika po IEC 60076-5.

Izvodi iz navitij do skoznjikov morajo biti opremljeni z ustreznimi oporami, ki preprečujejo poškodbe zaradi vibracij in sil ob kratkostičnih pojavih. Prav tako morajo biti tudi vsi ostali deli ustrezno pritrjeni, pritegnjeni in oprti, da so sposobni prenesti vse obremenitve med transportom, montažo in obratovanjem ter da je onemogočeno njihovo premikanje.

Med navitji ter med navitji in jedrom morajo biti izvedene ustrezne pregrade, končni ovoji morajo biti dodatno zaščiteni. Izvedba navitij mora biti takšna, da je omogočen neoviran pretok olja v hladilnih kanalih.

Vsa navitja morajo imeti ustrezno izolacijsko trdnost po IEC 60076-3.

## 5.4 BREMENSKO REGULACIJSKO STIKALO

Transformator mora biti opremljen z regulacijskim stikalom v visokonapetostnem navitju, ki v primeru nihanja napetosti na visokonapetostni strani omogoča ohranjanje napetosti na njegovi nižjenapetostni strani.

Regulacijsko stikalo (tip: VACUTAP VRS III 700Y) mora biti originalni proizvod MR Reinhausen (v celoti izdelano v Nemčiji). Sestavljajo ga izbirno stopenjsko stikalo z vakuumskimi kontakti in s pogonskim mehanizmom, indikatorji položaja in krmilno opremo, kompletno z vsemi pomožnimi napravami.

Energetski del regulacijskega stikala (diverter switch) ima ločeno oljno posodo v transformatorskem kotlu, ki zagotavlja enostavno vzdrževanje in njegov pregled brez vpliva na glavni del transformatorskega kotla s transformatorskimi navitji ter z minimalnimi motnjami na ostali opremi.

Konservator regulacijskega stikala mora biti s cevovodom povezan z energetskim delom regulacijskega stikala. Povezava mora biti izvedena preko lastnega zaščitnega releja. Zaporni ventil v cevovodu mora biti nameščen na konservatorski strani releja oljnega pretoka. Prekat konservatorja stikala mora biti opremljen z lastno magnetno napravo za merjenje nivoja olja z alarmno indikacijo nizkega nivoja olja, polnilnim ventilom, iztočnim ventilom in sušilcem zraka na predpisani višini.

Regulacijsko stikalo mora biti izdelano za enake obremenitve kot ostali elementi energetskega transformatorja. Navedeno velja za katerikoli položaj stikala.

Tok, pri katerem lahko regulacijsko stikalo preklaplja, mora biti najmanj 20 % večji od nazivnega toka transformatorskih navitij.

#### **5.4.1 Krmilna omarica regulacijskega stikala**

Krmilna omarica regulacijskega stikala z vso potrebno opremo mora biti nameščena na kotel transformatorja, na mesto, ki je lahko dostopno s tal.

Krmilna omarica regulacijskega stikala mora vsebovati:

1. elektromotorni pogon regulacijskega stikala. Elektromotor mora biti ustreznega tipa, za napajanje z napetostjo 400/231 V, 50Hz, opremljen z ustrezno mehansko in električno zaščito, odklopnikom, končnimi stikali, pomožnimi stikali, prikaznimi in krmilnimi elementi ter ostalo potrebno opremo,
2. v izrednih primerih mora biti omogočeno varno obratovanje tudi z ročnim pogonom, ki mora biti ob daljinskem krmiljenju ustrezno blokiran in zaščiten,
3. nadzor nad regulacijskim stikalom se izvaja z napravo MR ETOS.

Preklop regulacijskega stikala se mora začeti s krmilnim impulzom kratkega trajanja in se mora avtomatsko zaključiti. Daljše trajanje preklpnega krmilnega impulza ne sme povzročiti dodatnega preklopa.

V krmilni omarici regulacijskega stikala je prekllopka LOKALNO/DALJINSKO, ki omogoča:

1. lokalno krmiljenje preko dveh tipk (VIŠJE/NIŽJE) za preklope navzgor in navzdol,
2. daljinsko krmiljenje preko sistema vodenja, kjer morata biti na voljo dva potencialno prosta vhoda za komande višje/nižje na napetostnem nivoju 220 V DC.

Indikator položaja naj bo izveden preko BCD kodirnika, indikacija bo speljana v pripadajočo relejno hišico na omare vodenja in zaščite. Skala indikatorja položaja naj bo izvedena tako, da so v položaju '1' vključeni vsi ovoji visokonapetostnega navitja.



## 5.5 TRANSFORMATORSKI KOTEL IN OPREMA

### 5.5.1 Transformatorski kotel

Transformatorski kotel mora biti varjene konstrukcije, izdelan iz visoko natezno odpornih jeklenih plošč. Izveden mora biti tako, da tudi polna obremenitev pri montaži, dvigovanju, premikanju in obratovanju ne povzroča preobremenitev kateregakoli dela ali elementa.

Transformatorski kotel mora imeti železniški profil, prilagojen transportu z železniško kompozicijo. Pri projektiranju morajo biti upoštevani maksimalni gabariti, ki še dovoljujejo transport skozi železniške predore.

Vsa spojna mesta kotla, razen tistih, ki morajo biti razstavljiva, morajo biti varjena, s čimer se zagotovi njihova oljetesnost. Za razstavljiva mesta mora biti uporabljena O obročna tesnila. Oljni kotel mora imeti tri ventile za odvzem vzorca olja z dna, sredine in vrha kotla. Kakovost ventilov za jemanje vzorcev mora biti najmanj enaka kakovosti ostalih ventilov na transformatorju.

Pokrov kotla je lahko privijačen ali privarjen na kotel. Pri varjenju pokrova in kotla je potrebno pustiti toliko materiala, da je mogoče naknadno kotel odpreti vsaj 3x.

Izbor ventilov za odvzem vzorca olja mora potrditi naročnik, zato mora ponudnik k ponudbi predložiti dokumentacijo ventilov, na kateri mora biti jasno vidna predlagana kakovost. Vsak kotel mora biti opremljen z indikatorjem nivoja olja ali tlaka plina, z oznako normalnega nivoja.

Kotel mora biti popolnoma vodo in oljetesen. Vse povezave in podpore, v zunanosti ali notranosti, razen tistih, ki se lahko poškodujejo, morajo biti privarjene.

Kotel mora zdržati preizkus vakuumiranja skladno z IEC 60076-1-11.11. Uhajanje plina ali trajno izkrivljanje rezervoarja ni sprejemljivo. Popolnoma sestavljen transformator mora biti sposoben brez posledic prenesti sile, ki nastanejo zaradi tlaka v kotlu, ki za 35 kPa presega na zaščiti nastavljen maksimalni obratovalni tlak.

Zunanji žepi na kotlu transformatorja morajo biti ustrezno zaščiteni, tako da se v njih ne zadržuje voda. Notranji žepi morajo imeti dodaten izpust. Minimalni notranji premer izpustnih ventilov mora biti 25 mm.

Zaradi barvanja in protikorozijske zaščite mora biti omogočen ustrezen dostop do vseh zunanjih delov kotla.

Pokrov kotla mora biti opremljen s 6-imi rumenimi varnostnimi ušesi. Lokacija varnostnih ušes bo določena na design review.

Lestev za dostop na pokrov transformatorja mora biti izdelana tako, da varuje vzdrževalno osebje pred morebitnim padcem.

Na kotlu ali loncih morajo biti izvedene ustrezne odprtine za nadzor notranjih priključkov skoznjikov, spojev navitja, odcepih in ozemljilnih povezav. Odprtine morajo biti take velikosti, da ustrezajo namenu, pokrite morajo biti z vijačnimi pokrovi z nastavki za dviganje.

Na kotlu mora biti izvedenih vsaj pet žepov za namestitve uporovnih ali kapilarnih temperaturnih senzorjev. Žepi morajo biti izvedeni na mestih najvišje temperature olja, to je nad navitji faze V.

Omogočati morajo odstranitev kateregakoli senzorja brez nižanja nivoja olja v kotlu. Žepi morajo biti opremljeni z zatesnjenimi pokrovi, ki preprečujejo vstop vodi, ko v njih ni senzorjev.

Na pokrovu terciarnega navitja morajo biti inšpekcijske odprtine, da se lahko električne meritve transformatorja izvajajo brez dviga pokrova.

### **5.5.2      *Konservator, oddušniki in sušilci zraka***

Transformator mora biti opremljen s konservatorjem nameščenim nad najvišjo točko oljnega sistema. Povezave s konservatorjem morajo biti izvedene na najvišji točki, s čimer je preprečeno zbiranje plina pod pokrovom transformatorskega kotla.

Lokacija konservatorja mora biti izvedena tako, da ni moten prehod visokonapetostnih vodnikov nad transformatorjem. Postavitev visokonapetostnih povezav in lokacija transformatorja je prikazana na ustrezni risbi.

Kotel konservatorja mora zdržati vakuum 10 kPa absolutnega tlaka in mora imeti dovolj veliko prostornino za temperaturne raztezke olja od 0 do 120 °C.

Konservator mora biti povezan s transformatorskim kotlom z nagnjeno cevjo minimalnega notranjega premera 50 mm, ki ne ovira pretoka plina in na kateri je nameščen Buchholz ali drugi zaščitni plinski rele. Ustrezni ventili morajo omogočati odstranitev releja brez zapiranja povezave med kotlom in konservatorjem (izveden by-pass).

Na stranskih ploskvah konservatorja morajo biti izvedene zadostno velike odprtine za pregled, čiščenje in barvanje. Pokrov mora biti privijačen na konservator in opremljen z ustreznimi ročaji ali ušesi za odstranjevanje.

Za preprečitev neposrednega kontakta olja z zunanjim zrakom mora biti v konservatorju uporabljena sintetična zrakotesna in oljeodporna diafragmska blazina. Notranjost blazine je v stiku z zunanjim zrakom preko sušilca zraka, zunanost pa je v neposrednem stiku z oljem. Konservator mora omogočati vakuumsko polnjenje olja. Konservator mora biti izveden z dvema popolnoma ločenima prekatoma (transformator, regulacijsko stikalo), vsak prekat mora imeti svoj indikator nivoja olja. Indikatorja nivoja olja morata biti nameščena v isti omari kot kontaktni termometer in termoslika.

Vsak prekat konservatorja mora biti opremljen z enim sušilcem zraka in oljno loputo. Sušilec zraka mora biti samосуšilne izvedbe, pri kateri zamenjava silikagela ni potrebna (izdelano v kakovosti proizvoda MR Reinhausen). Sušilec mora biti opremljen z grelcem za sušenje silikagela. Napajalna napetost je 230 V AC, signalni kontakti morajo ustrezati napetosti 220 V DC. Napajalni tokokrog mora biti ščiten s pod-tokovno zaščito ( $<I$ ). Zaradi vzdrževanja in nadzora sušilca zraka mora biti uporabljen tri-potni ventil, ki zagotavlja stalno delovanje vsaj enega sušilca. Sušilci morajo biti, tako kot ostale naprave za vzdrževanje in posluževanje, nameščeni na višini med 80 in 180 cm nad tlemi.

### 5.5.3 Cevovodi, ventili, spoji in tesnila

Vsi praznilni in polnilni ventili, zaporni in kontrolni ventili ter izpustni ventili zraka se dobavijo v količini, ki ustreza velikosti transformatorja, količina pa je tudi predmet odobritve naročnika. Ustrezati morajo standardu DIN 3230-3 (leakage rate/stopnja puščanja 1).

Omogočeno mora biti enostavno vzdrževanje in zamenjava posameznih elementov. Elementi morajo biti kakovostne izdelave iz izbranih materialov, ki zagotavljajo odpornost na vplive okolice. Do DN 50 mm morajo biti ventili izdelani iz medenine ali bron, nad to velikostjo pa iz litoželeznih jeder s prirobnicami iz bron.

Vsak ventil mora biti opremljen z indikatorjem položaja, iz katerega mora biti jasno razviden položaj ventila: odprt/zaprt.

Vsi olje neprepustni spoji morajo biti izdelani z obdelanimi prirobnicami in odobrenim tipom tesnil. Zagotoviti je potrebno vse potrebne ukrepe, da se prepreči prekomerno stiskanje tesnil. Vse spojne površine morajo preprečevati vdor vode ali puščanje olja.

Vsi ventili, zaključki cevovodov in podobno, ki niso v uporabi, morajo biti zaprti ali zatesnjeni z ustreznimi prirobnicami, vijaknimi pokrovi ali ploščami.

Vsi elementi morajo biti ustrezno označeni in opisani na risbah transformatorja.

Transformator mora biti opremljen vsaj z naslednjimi ventili:

#### 1. transformatorski kotel

- a) enim DN 50 mm filtrskim ventilom blizu vrha kotla, ki je opremljen za priključek naprav za obdelavo olja, v skladu z IEC 60567,
- b) enim DN 50 mm filtrskim ventilom na dnu kotla in diagonalno nasproti ventila pod a) in ki je opremljen za priključek naprav za obdelavo olja, v skladu z IEC 60567,
- c) enim DN 50 mm čepom, ki omogoča popoln izpust olja iz kotla,
- d) tremi ventili za jemanje vzorcev olja: zgoraj, sredina in spodaj.
- e) dva ventila DN 100, ki bosta služila kot predobdelava z možnostjo vgradnje toplotnega izmenjevalnika. Namestijo se ne glede na to, kje bo izmenjevalnik dejansko nameščen.

#### 2. konservator

- a) enim ventilom za oljni obhod Buchholz releja (by-pass),
- b) dvema ventiloma za odstranitev Buchholz releja,
- c) priključkom za polnjenje olja,
- d) ventilom na mestu, kjer lahko izpraznimo posamezni prekat konservatorja.

#### 3. radiatorji

- a) Ventili na vsaki priključni točki na kotel in v skladu z zahtevami v poglavju Hlajenje transformatorja in poglavju Sistema odvečne toplote.

#### **5.5.4 Ozemljilni priključki**

Na transformatorskem kotlu, diagonalno, blizu dna, morajo biti izvedeni štirje ozemljilni priključki ustrezne velikosti, ki zdržijo kratkostični tok na nižji napetosti v trajanju 3 s. Omare, motorni pogoni in vsa ostala oprema mora biti vidno in primerno ozemljena na kotel. Vse ozemljilne povezave (vodniki) morajo biti rumeno zelene barve.

#### **5.5.5 Podporje in oprema za premikanje**

Dno kotla mora biti ojačeno z močnim privarjenim mrežastim jeklenim podporjem.

Podnožje rezervoarja mora biti zasnovano tako, da je možno premikati celotno transformatorsko enoto v katero koli smer brez poškodb. Premik transformatorja se doseže z drsenjem transformatorja po temelju z vgrajenimi jeklenimi nosilci. Jekleni nosilci bodo ustrezali risbam transformatorja, ki jih bo predložil ponudnik. Sprememba smeri se izvede po dvigu transformatorja s pomočjo hidravličnih priključkov. Ko je transformator postavljen, mora ležati neposredno (brez kakršnihkoli koles ali podobnega) na svojem temelju.

Podpore oz. opore za dvigovanje transformatorja morajo biti nameščene dovolj visoko, da bodo omogočale dvigovanje z oljem napolnjenega transformatorja. Vsaka opora mora biti dimenzionirana vsaj za 50 % teže celotnega transformatorja. Oporna mesta morajo biti vidno označene s črno barvo.

Ponudnik je dolžan predložiti podatke za izdelavo temelja transformatorja (geometrija podpornih mest, obremenitve temelja)

### **5.6 HLAJENJE TRANSFORMATORJA**

Hlajenje transformatorja mora biti izvedeno primarno v načinu ONAN/ONAF, z radiatorji na kotlu transformatorja. Radiatorji ali kotel transformatorja morajo biti opremljeni z ustreznimi zapornimi ventili, ki omogočajo zamenjavo radiatorjev brez izpusta olja iz kotla transformatorja. Število radiatorjev in njihova kapaciteta mora biti dimenzionirana na zunanjo temperaturo 40 °C (temperatura zraka v senci).

Hladilni sistem mora biti načrtovan in izdelan tako, da bo zagotavljal način hlajenja ONAN do 60% obremenitve transformatorja pri predpisanih pogojih temperature olja, pri obremenitvah transformatorja nad 60 % do 100 % pa mora hlajenje transformatorja obratovati v načinu ONAF pri predpisanih pogojih temperature olja.

Radiatorski del in oljni cevovodi morajo zdržati enak nadtlak in vakuum, kot je zahtevano za kotel transformatorja (skladno z IEC 60076-1-11.8 in 11.11).

Radiatorske grupe morajo biti pocinkane.

Ventilatorji z lastnimi motorji naj bodo razporejeni enakomerno in simetrično ter montirani pod radiatorji. Propelerji morajo biti dinamično popolnoma uravnoteženi tako, da ne povzročajo vibracij. Vpetje ventilatorjev mora preprečevati morebitne vibracije, ki bi se prenašale na radiatorje. Mehanska zaščita iz pocinkane mreže minimalne gostote 15 x 15 mm mora zagotavljati, da ni možen nehoten dotik vrtečih se delov ventilatorja.

Motorji ventilatorjev naj bodo asinhronskega tipa, z rotorjem s kratkostično kletko, primerni za zunanjo montažo in ustrezno zaščiteni pred atmosferskimi vplivi, popolnoma zaprti ter namenjeni za neposreden zagon in trajno obratovanje. Priključeni bodo na trifazno napetost 400/230 V, 50 Hz.

Način montaže posameznih ventilatorjev mora zagotavljati, da bo možno posamezno enoto odstraniti in zamenjati med nemotenim obratovanjem ostalih enot.

Hladilni sistem naj bo opremljen z minimalno naslednjo standardno opremo:

1. enim (1) ventilom na vsakem dotočnem in iztočnem cevovodu olja v vsak radiator,
2. enim (1) drenažnim ventilom na oljnem cevovodu na najnižjem mestu za vsak radiator,
3. enim (1) ventilom za odzračevanje vsakega radiatorja na najvišji točki,
4. enim (1) žepom za termometer z zavojnim pokrovom na vsakem dotočnem in iztočnem cevovodu kotla,
5. vsemi potrebnimi cevovodi s prirobnicami med radiatorji in kotlom, spojnimi, ekspanzijskimi in tesnilnimi elementi, podporno in nosilno konstrukcijo in podobno.

### **5.6.1 Omara hladilnega sistema (krmilno - signalna omara.)**

Transformator mora biti opremljen z omaro hladilnega sistema, ki je montirana na kotlu transformatorja. Omarica mora vsebovati naslednjo opremo:

1. nizkonapetostne razdelilne naprave,
2. avtomatiko hladilnega sistema ter,
3. merilno, nadzorno in zaščitno opremo.

Poleg omare hladilnega sistema je v sklopu dobave tudi omara razvoda napajanja iz katere se napaja omara hladilnega sistema.

#### **5.6.1.1 Nizkonapetostne razdelilne naprave**

Napajanje omare hladilnega sistema naj bo izvedeno preko dovodnega ločilnega stikala. Signalizacija izpada napetosti se izvede s podnapetostnim relejem. V vsakem primeru mora biti omogočen ročen izklop napajanja omare.

Za napajanje posameznih naprav se predvidijo vsaj naslednji napajalni odcepi:

1. ločeno za vsak elektromotor hladilnih ventilatorjev,
2. krmilna omarica regulacijskega stikala,
3. omarica sistema sprotnega nadzora,
4. omaro sistema izrabe odvečne toplote,
5. tokokrogi krmilnega sistema hlajenja,
6. ločeno za vsak sklop merilne opreme,

7. razsvetljava omarice in napajanje grelca proti kondenzaciji,
8. servisna vtičnica,
9. ostala pomožna oprema.

Elektromotorni pogoni hladilnih ventilatorjev morajo imeti lasten zaščitni odklopnik in motorsko zaščitno stikalo.

Zaščitni odklopniki, motorska zaščitna stikala, preklopke itd... morajo biti opremljeni s pomožnimi kontakti za indikacijo položaja/delovanja. Pomožnimi kontakti morajo biti ožičeni na spončno letev.

#### 5.6.1.2 *Avtomatika hladilnega sistema*

Avtomatika hladilnega sistema mora zagotavljati delovanje ustreznega števila ventilatorjev. Njihov vklop in izklop naj bo izveden s pomočjo relejne kombinacije, ki upošteva tako temperaturo navitja kot tudi olja. Kriterij za avtomatski vklop naj bo temperatura navitja, kriterij za avtomatski izklop naj bo temperatura olja. Nastavitev histereze med vklopom in izklopom mora biti najmanj  $5 \div 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Ventilatorji na radiatorjih naj bodo razporejeni v dve skupini, tako da bo možno stopenjsko vklapljanje in izklapljanje ventilatorjev. Ventilatorji naj se vklopijo in izklopijo vsi hkrati v posamezni skupini po zgoraj opisanem kriteriju. Sekvenca vklapljanja posameznih skupin ventilatorjev mora biti nastavljiva. Vsak motor naj bo mogoče zamenjati brez izklapljanja ostalih motorjev, kar bo zagotavljal način njihove priključitve.

Krmilni sistem mora omogočati tudi ročni način krmiljenja (preklopka ročno-avtomatsko). Ročni način krmiljenja mora omogočati obratovanje hladilnega sistema ne glede na temperaturo olja in navitja. Pri avtomatskem načinu pa mora krmilni sistem hlajenja izvesti avtomatski vklop vsakega ventilatorja vsak mesec vsaj za 20 minut.

Za indikacijo stanja hladilnega sistema morajo biti uporabljene vsaj naslednje signalne svetilke:

1. okvara na ventilatorjih (za posamezno skupino),
2. vklop ventilatorjev (za posamezno skupino),
3. hladilni sistem krmiljen ročno,
4. hladilni sistem krmiljen avtomatsko.

Avtomatsko krmiljenje hlajenja preko temperaturnih dajalcev ter lokalno ali daljinsko krmiljenje morajo biti izvedeni s kontaktorji/releji na izmenično napetost.

#### 5.6.2 *Omara izbire napajanja*

Poleg omare hladilnega sistema mora biti transformator opremljen tudi z omaro izbire napajanja, ki se prav tako namesti na kotel transformatorja. Na tej omarici mora biti omogočena izbira med dvema trifaznima 400/230 V AC viroma napajanja opreme na transformatorju. Omara izbire napajanja mora vsebovati najmanj naslednjo opremo:

© IBE d.d. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.

Datoteka: R4DI01-6E1016D - Tehnične specifikacije - rev.6.docx

Objekt: RTP 400/110-220/110/35/10 kV Divača

Id. oznaka: R4DI01-6E1016D

Datum: 10.2024

1. preklopko za izbiro vira napajanja (vir 1 / izklop / vir 2),
2. priključne sponke za dovod vira 1, dovod vira 2 in izvod za povezavo na omaro hladilnega sistema.

## 5.7 MERILNA, NADZORNA IN ZAŠČITNA OPREMA

Transformator mora biti opremljen z najmanj naslednjo merilno, nadzorno in zaščitno opremo, ki mora biti ožičena ustrezne priključne sponke v omari hladilnega sistema:

1. enim (1) Buchholz relejem,
2. enim (1) zaščitnim relejem regulacijskega stikala,
3. enim (1) oljekazom v kotlu transformatorja,
4. enim (1) oljekazom za olje regulacijskega stikala,
5. enim (1) instrumentom za spremljanje termične slike navitij (WTI),
6. enim (1) kapilarnim termometrom (OTI),
7. dvema (2) razbremenilnima ventiloma,
8. uporovna temperaturna tipala (RTD) – za uporabo v sistemu vodenja:
  - a) enim (1) za meritev temperatura olja pod pokrovom s pretvornikom na tokovno zanko 4-20 mA.
9. uporovna temperaturna tipala (RTD) – za uporabo v sistemu sprotnega nadzora transformatorja:
  - a) enim (1) za meritev temperatura okolja,
  - b) enim (1) za meritve olja zgoraj,
  - c) enim (1) za meritve olja spodaj,
  - d) na vseh v hladilni sistem,
  - e) na izhodih iz hladilnega sistema.
10. uporovna temperaturna tipala (RTD) – za nadzorni sistem regulacijskega stikala:
  - a) enim (1) za meritve temperature olja zgoraj,
  - b) enim (1) za meritev temperature olja regulacijskega stikala.
11. oprema za meritev temperature navitja preko optičnih senzorjev,
12. oprema za nadzor regulacijskega stikala,
13. tokovni merilni transformatorji,
14. merilni pretvorniki za spremljanje električnih veličin (UL1, UL2, UL3, IL1, IL2, IL3 itd.),
15. monitoring raztopljenih plinov in vlage,
16. nadzor skožnjikov.



## 5.8 SISTEMOM SPROTNEGA NADZORA TRANSFORMATORJA

ELES razpolaga s centralnim sistemom sprotnega nadzora CSSN (ang. COLM), ki je namenjen neposrednemu nadzoru in diagnostiki energetskih transformatorjev.

Energetski transformator mora biti opremljen z sistemom sprotnega nadzora transformatorja z vsemi pripadajočimi elementi:

1. omara sistema sprotnega nadzora transformatorja,
2. strežniška omara sistema sprotnega nadzora transformatorja in
3. aplikacijska programska oprema.

Dobave sistema sprotnega nadzora transformatorja vključuje naslednje storitve in elektromontažna dela:

1. povezava merilne, nadzorne in zaščitne opreme ter izvedba komunikacijskih povezav med:
  - a) merilna, nadzorna in zaščitna oprema in omara sistemoma sprotnega nadzora transformatorja,
  - b) omaro sistema sprotnega nadzora transformatorja in serversko omaro sistema sprotnega nadzora transformatorja,
  - c) serversko omaro sistema sprotnega nadzora transformatorja in diagnostičnim centrom v Ljubljani.
2. parametrisiranje, kalibriranje oziroma nastavitve izhodov iz merilne, nadzorne in zaščitne opreme na alarmne in izklopne nivoje,
3. priključitev optičnih senzorjev in kalibriranje opreme za meritev temperature navitja preko optičnih senzorjev,
4. parametrisiranje/kalibriranje opreme za nadzor regulacijskega stikala,
5. namestitev programske opreme na sistemski strežnik in uporabniške računalnike, ki bodo na strežnik povezani preko intraneta/interneta,
6. napajanje in montaža optičnih kablov za povezavo med:
  - a) omaro sistema sprotnega nadzora transformatorja in serversko omaro sistema sprotnega nadzora transformatorja,
  - b) serversko omaro sistema sprotnega nadzora transformatorja in TK opremo,
  - c) vključno z vso potrebno pomožno opremo (npr.: FO/UTP patch kabli itd.).
7. zagon sistema sprotnega nadzora transformatorja,
8. integracija v obstoječi centralni sistem sprotnega nadzora transformatorjev; ponudnik mora v celoti zagotoviti zahtevano komunikacijo z diagnostičnim centrom v Ljubljani. Poleg komunikacije je del dobave tudi parametrisiranje obstoječega sistema COLM za prikaz teh podatkov,



9. priprava tehnične dokumentacije, vključno z zasnovo optične povezave:

- a) dokumentacija za izvedbo (PZI),
- b) dokumentacijo izvedenih del (PID).

10. šolanje.

### **5.8.1 Omara sistema sprotnega nadzora transformatorja**

Transformator mora biti opremljen z omaro sistema sprotnega nadzora transformatorja, ki je montirana na kotlu transformatorja na mestu, ki je lahko dostopno. Omarica mora vsebovati naslednjo opremo:

Sistemom sprotnega nadzora transformatorja mora vsebovati mikroprocesorsko nadzorno napravo, ki mora omogočati:

1. zajemanje in nadzor podatkov v realnem času v najmanj naslednjem obsegu:

- a) temperature okolja,
- b) temperature navitja,
- c) temperature olja zgoraj in spodaj,
- d) temperature hladilnega sistema zgoraj in spodaj,
- e) temperature iz regulacijskega stikala,
- f) signalizacija iz Buchholz releja - alarm pri kopičenju plina,
- g) signalizacija iz oljekaza v kotlu transformatorja - indikacija prenizkega nivoja olja in indikacija previsokega nivoja olja,
- h) signalizacija iz oljekaza za olje regulacijskega stikala - indikacija prenizkega nivoja olja in indikacija previsokega nivoja olja,
- i) monitoring raztopljenih plinov (vodik, ogljikov monoksid) in vlage (zahteva se sistemi enake ali boljše kakovosti kot je Morgan Schaffer Calisto 2),
- j) monitoring hladilnega sistema transformatorja, ki obsega vsaj:
  - signalizacija delovanja in izpadov naprav sistema hlajenja (n.pr. ventilatorji, črpalke),
  - učinkovitost hlajenja in čas delovanja posameznih naprav.
- k) spremljanje električnih veličin:
  - delovni tok iz vseh treh notranjih tokovnikov,
  - delovne napetosti iz zunanjih napetostnikov,
  - faktor moči.
- l) Spremljanje sistema izrabe odpadne toplote:
  - signalizacija oljne črpalke,
  - signalizacija motoriziranih loput,

© IBE d.d. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.

- signalizacija izpadov avtomat,
  - indikacija olja hladilnika (puščanje, pretok,...),
  - vstopna in izstopna temperatura,
  - podatki iz kalorimetra (impulzi, serijska povezava),
- m) senzor vibracij (merilno območje 5 Hz do 10 kHz (npr. WISE-2460)) – (3) trije kosi.
- n) prehodne prenapetosti, kapacitivnost in disipacija / faktor moči visokonapetostnih skoznjikov (zahteva se sistemi enake ali boljše kakovosti kot je Omnicron Montrano ali MR MSENSE BM),
- o) nadzor na delovanjem bremenskega regulacijskega stikala; zajem podatkov, ki so na voljo v napravi MR ETOS n.pr: položaj, število preklopnih operacij (stikalo, izbirnik, predizbirnik), čas preklopa, stanje pogonskega motorja itd...

Kjer je to možno naj ponudnik uporabi senzoriko z možnostjo serijske komunikacije (Modbus TPC, DNP3 ali IEC 61850).

### 5.8.2 **Serverska omara sistema sprotnega nadzora transformatorja**

V RTP Divača že obstaja serverska omara sistema sprotnega nadzora transformatorja, zato omara ni v sklopu dobave (vsa oprema novega transformatorja se vgradi v obstoječo omaro). V sklopu dobave pa je:

1. serverska oprema, ki se vgradi v obstoječo omaro,
2. vse potrebno parametriranje opreme.

Obstoječa serverska omara je nameščena v relejni hišici PST.



**Slika 1: obstoječa serverska omara sistema sprotnega nadzora transformatorja**

© IBE d.d. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.



**Slika 2:** obstoječa serverska omara sistema sprotnega nadzora transformatorja

Sistemska in aplikacijska programska oprema mora omogočati:

1. vizualizacijo zajetih procesnih vrednosti,
2. izračune, kot je zahtevano za aplikacijsko programsko opremo,
3. arhiviranje meritev in dogodkov,
4. komunikacija s sistemom sprotnega nadzora transformatorja nameščenega na transformatorju,
5. komunikacija s centralnim sistemom sprotnega nadzora (COLM) v Ljubljani,

Sistemiški strežnik mora komunicirati z centralnim sistemom sprotnega nadzora (COLM) v Ljubljani. Upoštevati je potrebno naslednje usmeritve:

1. Centralnim sistemom sprotnega nadzora (COLM) v Ljubljani je namenjen neposrednemu spremljanju in diagnostiki močnostnih transformatorjev,
2. Struktura sistema CSSN je zasnovana na osnovi SinaproWPort, izdelka Kolektor Sistech in omogoča robusten in hiter dostop večjemu številu uporabnikov kot tudi trajno shranjevanje podatkov, enostavno obdelavo, analizo in prikaz podatkov z uporabo

© IBE d.d. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.

modernih spletnih tehnologij in orodij. Podatki iz lokalnega sistema se začasno prenašajo na CSSN s pomočjo aplikacije, s katero se zajemajo neobdelani podatki (procesne vrednosti, dogodki in alarmi), tam pa se podatki pripravijo in kopirajo v procesno bazo podatkov, ki omogoča hitrejši večuporabniški dostop in trajno shranjevanje podatkov v centralno SQL bazo družbe ELES. Procesne vrednosti se zajemajo iz lokalnih sistemov kot trenutne ali arhivske iz procesnega vodila ali podatkovne baze, odvisno od vrste zajetih procesnih podatkov,

3. sistemski strežnik mora komunicirati z diagnostičnim centrom v Ljubljani. Za izvedbo te povezave mora ponujeni sistem podpirati naslednje komunikacijske protokole:
  - a) spletne storitve (web services),
  - b) Modbus,
  - c) IEC 61850.
4. ponujeni sistem mora omogočati popolno interoperabilnost z zgoraj opisanim centrom. Centralni sistem COLM zajema podatke v neobdelanem formatu (analogne vrednosti, dogodki, alarme). V sklopu dobave je tudi parametriranje sistema COLM, kamor se vključijo prikazi transformatorja, ki je v sklopu dobave.

### 5.8.3 *Aplikacijska programska oprema*

Vsa ponujena programska oprema mora biti pregledana, uporabniku prijazna.

Programska oprema mora vsebovati programski model/modele za vrednotenje/izračune:

1. temperature najtoplejše točke v skladu z IEC 60076-7,
2. relativne vsebnosti vlage v papirni izolaciji,
3. stopnje staranja izolacije v skladu z IEC 60076-7,
4. preostale življenjske dobe v skladu z IEC 60076-7,
5. dejanskih izgub,
6. prebojne napetosti izolacijskega sistema,
7. temperature, pri kateri se tvorijo mehurčki,
8. zaznavanje in beleženje prenapetostnih pojavov standardne polne amplitude udarnega vala 1,2/50  $\mu$ s,
9. zaznavanje in beleženje pretokovnih pojavov z minimalnim vzorčnim časom 20 ms v vseh treh fazah,
10. delovanja, učinkovitosti hlajenja in časa delovanja vseh hladilnikov,
11. učinkovitosti hlajenja (toplotna upornost),
12. obrabe kontaktov v regulacijskemu stikalu (z upoštevanjem dejanskega toka in stopnje regulacijskega stikala),
13. kumulativne stopnje staranja transformatorja,

14. spremembe kapacitivnosti skoznjikov na osnovi meritev napetosti v vseh fazah,
15. programskega orodja za analizo in diagnostiko raztopljenih plinov v transformatorskem olju v skladu z MSS, Doernenburg, Rogers, Duval in IEC metodami,
16. simulacijskega programskega orodja za avtomatično izračunavanje simuliranih parametrov in prikazovanje diagnostičnih podatkov.

Programska oprema mora omogočati:

1. pregledovanje arhivskih podatkov ter poročil,
2. prikaz trendov,
3. statistično analizo podatkov,
4. shranjevanje podatkov ter rezultatov analiz,
5. spremljanje povezav od senzorjev do strežnika,
6. nadzorovanje delovanja senzorjev,
7. pregled nad statusom vseh povezanih enot,
8. shranjevanje podatkov v standardno relacijsko bazo podatkov (MS SQL),
9. samodejno varnostno kopiranje shranjenih podatkov (back up),
10. zaslonski prikaz in izpis poljubno kombiniranih podatkov za enega ali več transformatorjev,
11. dostop s skupnega zaslonskega prikaza do zaslonskih prikazov/podatkovnih baz podatkov za vsak transformator oz. enoto prečne transformacije, ki je bila vključena v sistem za neposredni nadzor transformatorjev,
12. da so na skupnem zaslonskem prikazu hkrati vidni podatki o statusu delovanja in morebitnem alarmnem stanju vseh transformatorjev oz. enot prečne transformacije, ki so bile vključene v SSN,
13. da je zaslonski prikaz za posamezen transformator/enoto opremljen s sliko dejanskega transformatorja/enote,
14. možnost uvoza mejnih vrednosti za procesne vrednosti (n.pr.: prenizko, nizko, visoko, previsoko idr.) s strani CSSN,
15. nastavitve parametrov (spreminjanje nivojev alarmov, obdelovanje zgodovinske baze podatkov in podobnih specifičnih posegov) s strani uporabnika,
16. prikaz stanja alarmov in obveščanja odgovorne osebe (internet/intranet, mobilni telefon, itd.),
17. povezavo osebnih računalnikov z ustreznim strežnikom preko interneta/intraneta, preko katere lahko uporabnik uporablja vse prikazovalne ter nadzorne funkcije strežnika.

Podatki z visoko časovno resolucijo se lahko shranjujejo v delovnem spominu strežnika, vendar po se morajo povprečne vrednosti posameznih merilnih veličin po preteku določenega časovnega intervala avtomatsko shraniti v dolgoročno bazo podatkov. Resolucijo zbiranja podatkov predlaga ponudnik, potrdi pa jo naročnik.

Vsi asinhronsko pojavljajoči se pojavi, kot so npr. alarmi ali spremembe položaja regulacijskega stikala, se morajo shranjevati ločeno, z natančnim datumom, časom in izmerjeno vrednostjo.

Ključni elementi opreme, ki bo zajemala podatke na transformatorju morajo biti produkt proizvajalca opreme z ustreznimi referencami na tem področju (v energetiki).

Oprema mora biti izvedena tako, da zagotavlja servisiranje in odpravo potencialnih pomanjkljivosti z uporabo standardnih komponent, tako da niso potrebne intervencije/servisiranje opreme pri proizvajalcu.

Oprema za zajem podatkov mora biti zasnovana tako, da se v primeru krajšega izpada komunikacije podatki ne izgubijo. Podatki se morajo v času izpada zveze arhivirati lokalno in nato ob vzpostavitvi zveze avtomatsko prenesti v CSSN.

Programska oprema in vsi ekranski prikazi morajo biti v slovenskem jeziku.

Posodobitve programske opreme bodo naročniku brezplačno dobavljene vsaj tri leta po prvi namestitvi.

Ponudnik OLM zagotavlja servisne posege v strežniško enoto dobro usposobljenemu osebju na strani naročnika, hkrati pa mora biti sistem zasnovan tako, da ga lahko strokovno osebje naročnika ali njegovega pooblaščenega izvajalca popravi z uporabo navodil za obratovanje in vzdrževanje.

Omogočati mora povezovanje osebnih računalnikov preko ustreznega strežnika preko interneta/intraneta. Povezani uporabniki imajo možnost uporabe vseh funkcij prikazovanja in nadzora strežnika.

## 5.9 PROTIKOROZIJSKA ZAŠČITA

Transformatorski kotel in vsa pripadajoča oprema mora biti ustrezno proti korozijski zaščiten. Zaščiten pred korozijo se nanese po testu tesnjenja. Vse kovinske površine morajo biti pred nanašanjem premazov očiščene s peskanjem. Konstrukcija kotla in opreme mora dopuščati dostop do vseh delov zaradi barvanja. Končni zunanji premaz transformatorja z vso na njem nameščeno opremo mora biti RAL 7038.

Dvokomponentni sistem antikorozijske zaščite: Zinc-Rich Epoxy Primer - EP vmesni premaz - PUR je sestavljen iz primarnega, vmesnega in zaključnega premaza. Uporablja se za območja vgradnje z naslednjimi podnebnimi značilnostmi (EN ISO 12944-2): Industrijska in obalna območja z zmerno slanostjo.

V spodnji tabeli so podani najvažnejši podatki o uporabljenih premazih, načinu nanašanja in debelini slojev:

PREMAZ	NOTRANJI 80 µm OSNOVNI	ZUNANJI ≥260 µm		
		OSNOVNI	VMESNI SLOJ	POKRIVNI
Vrsta premaznega sredstva – barve	EP osnovna barva EMC 182 bela K-DB	Zinc-Rich Epoxy osnovni EMD 156 HS siv	Epoxy vmesni sloj EMD 30 RAL 8012	PUR pokrivni sloj RAL 7038 -ADD47
Stanje površine pred barvanjem	Peskana Sa 2 ½ ISO 8501-1:2007	Peskana Sa 2 ½ ISO 8501-1:2007	razmaščena razprašena suha	razmaščena razprašena suha
Število in debelina slojev barva	1 x 80 µm <sup>(1)</sup>	1 x 80 µm <sup>(1)</sup>	1 x 100 µm <sup>(1)</sup>	1 x 80 µm <sup>(1)</sup>
Način nanašanja barve	Airless zračno brizganje čopič valjček	Airless zračno brizganje čopič valjček	Airless zračno brizganje čopič valjček	Airless zračno brizganje čopič valjček
Održna trdnost EN ISO 4624:2016	/	≥ 5 MPa	≥ 5 MPa	≥ 5 MPa

(1) Kot sprejemni kriterij za debelino suhega filma nanosa se upošteva zahteve po standardu EN ISO 12944-2

Antikorozijska zaščita radiatorjev naj bo izvedena z vročim cinkanjem. Vse površine morajo biti predhodno ustrezno pripravljene in očiščene. Debelina zaščitnega sloja naj bo najmanj 60 µm.

## 5.10 SKOZNJIKI IN PRIKLJUČKI

### 5.10.1 Skoznjiki

Transformatorski skoznjiki za nazivni napetosti 220 in 110 kV morajo biti kondenzatorskega tipa, biti morajo proizvedeni v EU. Izolator mora biti iz kompozitnega materiala, proizvajalca Hitachi Energy.

Skoznjiki morajo biti impregnirani s smolo in ne smejo vsebovati olja. Dovoljen je samo visokotemperaturno odporni vulkanizirani silikonski kavčuk (HTV) ali tekoči silikonski kavčuk (LSR). Vsebovati mora najmanj eno tretjino čiste silikonske gume in mora biti odporen na UV svetlobo, zato ne sme imeti primesi, ki niso odporne na UV (etilen vinil acetat EVA, etilen propilen kavčuka EPR idr.). Silikonski kompozitni izolatorji morajo biti v skladu z zahtevami IEC 61462 in IEC 62217. Izolatorji (konstrukcija in tipski test) se preverijo v skladu s standardom IEC 61462. V skladu z istim standardom se opravi tudi rutinski test za vsak izolator. Izkoristek hidrofobnosti mora biti skladen z IEC TS 62073 (obnova hidrofobnosti WC 1-3 48 ur po popolni izgubi hidrofobnosti).

Izolatorji na VN in NN so naj bodo iz kompozitnega silikona. Skoznjiki terciarja naj imajo izolator iz porcelana.

Izolacijska trdnost mora ustrezati najmanj vrednostim osnovnega izolacijskega nivoja (BIL) ostale opreme v stikališču in preizkusni zdržni napetosti omrežne frekvence pripadajočega navitja.

Skoznjiki morajo biti popolnoma olje tesni in opremljeni s priključki za merjenje izgubnega kota tgδ brez odstranitve primarnih priključkov. Njihova zamenjava mora biti mogoča z minimalnim znižanjem nivoja olja v kotlu transformatorja.

Vsak kompletiran skoznjik mora biti trajno označen s proizvajalčevim imenom ali identifikacijskim znakom, letom proizvodnje, serijsko številko, električnimi in mehanskimi karakteristikami po IEC 60137 in dovoljenim največjim kotom nagiba, če je večji od 30°.

© IBE d.d. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.



Terciarno navitje mora imeti štiri skoznjike: 3W2 in 3U1, ki morata biti kratko sklenjena, 3U2 in 3V2. Terciarni skoznjiki morajo biti zaščiteni z zaščitnim pokrovom v katerem morajo biti odprtine, ki omogočajo električne meritve brez odstranitve pokrova. Ozemljitev trikota izvede proizvajalec.

Vsi oljekazi skoznjikov morajo biti orientirani v smeri pogleda s strani VN oziroma NN navitja. Ponudnik mora pripraviti risbo z usmerjenostjo faz na VN in NN delu (glej risbo R4DI01-6E4191).

### 5.10.2 Priključki transformatorja

Priključki obeh visokonapetostnih navitij (220 kV in 110 kV) in priključki nevtralnih točk obeh navitij morajo biti primerni za priključek sponk iz Al zlitine. Oblika 220 kV in 110 kV priključkov vključno s priključki nevtralnih točk mora biti sorniška, premera najmanj 40 mm.

## 5.11 NOSILNA KONSTRUKCIJA ZA NAMESTITEV PRENAPETOSTNIH ODVODNIKOV

Na 220 kV in 110 kV strani energetskega transformatorja, mora biti izvedena jeklena konstrukcija za namestitev 220 kV in 110 kV prenapetostnih odvodnikov (dobava in namestitev prenapetostnih odvodnikov ni predmet tega razpisa). Prenapetostni odvodniki morajo biti nameščeni tako, da ne nosijo bremena vrvi (breme vpetja vodnikov mora nositi skoznjik).

Nosilna konstrukcija mora biti pripravljena za namestitev 220 kV prenapetostnih odvodnikov:

- Višina: največ 2,2 m,
- Teža: največ 150 kg/kos
- Sornik:  $r=120$  mm, 4 vijaki na podpornih izolatorjih M12,  $90^\circ$  med luknjami.

Nosilna konstrukcija mora biti pripravljena za namestitev 110 kV prenapetostnih odvodnikov:

- Višina: največ 1,4 m,
- Teža: največ 70 kg/kos
- Sornik:  $r=120$  mm, 4 vijaki na podpornih izolatorjih M12,  $90^\circ$  med luknjami.

Konstrukcija mora biti izvedena na način, da jo lahko investitor naknadno odstrani, brez večjih posegov.

Za izvajanje meritev in diagnostike, mora biti predpriprava za kasnejšo namestitev števca delovanja, na lahko dostopnem mestu na kotlu transformatorja (v višini 80 - 180 cm od tal). Prav tako mora biti od posameznega prenapetostnega odvodnika do števca, po konstrukciji transformatorja izvedena predpriprava za namestitev ozemljilne vrvi. Na kotlu mora biti pripravljen priključek za ozemljitev v neposredni bližini števca.

Prenapetostni odvodniki in števcji delovanja niso v obsegu razpisne dokumentacije.

## 5.12 TRANSFORMATORSKO OLJE IN IZOLACIJSKI PAPIR

Transformatorsko olje mora biti novo, tip Nynas Nytro 4000X. Pred prvim polnjenjem mora ustrezati vsem zahtevam navedenim v Tabeli tehničnih podatkov ter zahtevam standarda IEC 60296 – Tabela 3, tip TVAI.



Transformatorsko olje mora biti mineralno, inhibirano, naftensko olje. Ne sme vsebovati PCB.

Lastnosti olja se preverijo po standardnih IEC metodah in morajo ustrezati kriterijem predpisanim v Tabeli tehničnih podatkov.

Pred pričetkom izdelave transformatorja se opravi preizkus stopnje polimerizacije papirne izolacije (po IEC 60450). Pred prvim polnjenjem transformatorja v tovarni se opravi preiskava kakovosti novega transformatorskega olja za transformatorje (po IEC 60296 TVAL in IEC 61125 – metoda C ).

Transformator mora biti med preizkušnji v tovarni napolnjen z oljem. Naročnik zahteva da se skupaj s transformatorjem na objekt dostavi to isto olje s katerim je bil preizkušen.

Naročniku mora ponudnik dostaviti vse testne dokaze o preizkusih olja in papirja.

Transformator naj bo dostavljen brez olja, napolnjen s suhim zrakom pod tlakom, višjim od atmosferskega, proces izčrpavanja olja in polnjenja z zrakom pa je predmet potrditve naročnika. Olje, odstranjeno iz transformatorja pred transportom, mora biti dostavljeno v cisternah pod tlakom. Količina dostavljenega olja mora zadoščati za ponovno polnjenje transformatorja, vključno z izgubami, ki bi lahko nastale med procesom polnjenja.

Pred prvim zagonom, se opravi preiskava transformatorskega olja v skladu z IEC 60422 - Tabela 3 in dodatnimi zahtevami navedenimi v Tabeli tehničnih podatkov. Izvede se tudi FTIR spektralna primerjava vzorcev olja pred tovarniškimi preizkusi in pred prvim zagonom transformatorja.

Uporabljen termično stabiliziran izolacijski papir naj bo od proizvajalca Weidmann. Če želi ponudnik uporabiti papir drugega priznanega proizvajalca, mora za to pridobiti pristanek naročnika.

Preizkusni vzorci uporabljenega izolacijskega papirja morajo po sušenju navitij in končnem sušenju celotnega aktivnega dela ustrezati naslednjim zahtevam:

1. povprečna stopnja polimerizacije odvzetih vzorcev papirja ne sme biti nižja od vrednosti 1100, vrednost vsakega posameznega vzorca pa mora biti vsaj 1050,
2. vsebnost vlage mora biti nižja od 0,5 %.

Odvzem vzorcev izolacijskega papirja se opravi pred pričetkom izdelave navitij (odvzame se več kot tri vzorce). Analiza stopnje polimerizacije vzorcev se izvede na novem (nesušenem) papirju in po končnem sušenju aktivnega dela transformatorja, s tem, da odvzeti vzorci spremljajo navitja transformatorja skozi prvo in drugo sušenje.

Odvzem vzorcev transformatorskega olja se opravi pred prvim polnjenjem, po izvedenih dielektričnih preizkusih, po končanih tovarniških preizkusih in pred prvim zagonom. Odvzem vzorcev in testiranja opravi pooblaščen in akreditirana neodvisna inštitucija.

## 5.13 DETEKTORJI ZA JAVLJANJA POŽARA

Transformator mora biti opremljen z naslednjimi detektorji:

1. tremi (3) javljalniki s fiksiranim temperaturnim odzivom,
2. tremi (3) javljalniki z odzivom na podlagi prirastka temperature v času.

© IBE d.d. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.

Detektorji morajo biti nameščeni na kotel transformatorja na mesta, ki jih določi ponudnik v skladu s svojimi izkušnjami in ustaljeno prakso. Detektorji morajo biti ožičeni do glavne krmilne in ranžirne omarice transformatorja.

Zagotoviti je treba vso elektro opremo z vrstnimi sponkami za sprejem zunanjih povezav, kot tudi primerno mehansko zaščito in potrebne podpore za javljalnike in ožičenje.

Pred montažo je treba preveriti obstoječo požarno centralo in povezati kable od transformatorja do požarne centrale. Temu sledi spajanje, parametriranje in začetek obratovanja transformatorja, ki ga izvede pooblaščen servisno podjetje.

Ponudnik bo naročniku dostavil v potrditev:

1. tehnične podatke o predvidenih detektorjih požara s proizvajalčevo referenčno listo,
2. risbe s prikazom lokacij detektorjev požara na kotlu transformatorja.

## 5.14 REAKCIJE OPREME

Ponudnik mora zagotoviti dokumentacijo, iz katere bo razvidna velikost in smer obremenitev/reakcij v vseh podporah konstrukcije opreme. Omenjeni podatki morajo biti navedeni za normalno obratovanje (trajna obremenitev zaradi teže opreme) in za primer potresa. Vpliv obremenitev v potresnem stanju mora biti analiziran za vse tri ortogonalne smeri ločeno (x, y in z). Rezultati morajo biti prikazani tabelarično (tabela 12, Tehnične značilnosti transformatorja – podatki za izračun temeljev), ločeno za vsako podporo konstrukcije opreme (točkovno oz. linijsko). Za linijske podpore mora biti vrednost vpliva določena na začetku in na koncu podpore oz. obremenjenega dela podpore. V kolikor linijske podpore niso obremenjene po celotni dolžini mora biti navedena tudi dolžina obremenjenega dela podpore.

## 5.15 TEMELJ TRANSFORMATORJA

Transformator bo nameščen na betonski temelj z linijskimi podporami za transformator. Prevračanje in zdrs transformatorja v primeru potresa bo onemogočeno z namestitvijo sider na vsaki od vzdolžnih stranic transformatorja.

Na spodnji sliki je primer temelja s prikazom linijskih podpor in sidrišč. Število in lokacije podpor opredeli ponudnik, pri čemer mora biti osni razmak med linijskimi podporami minimalno 1,60 m, razmak med sidri in osjo linijske podpore pa minimalno 0,2 m. V kolikor minimalne osne razdalje med linijskimi podporami ni mogoče zagotoviti, se lahko za podpiranje konstrukcije opreme predvidi enotna ploskovna podpora (enoten blok temelj).

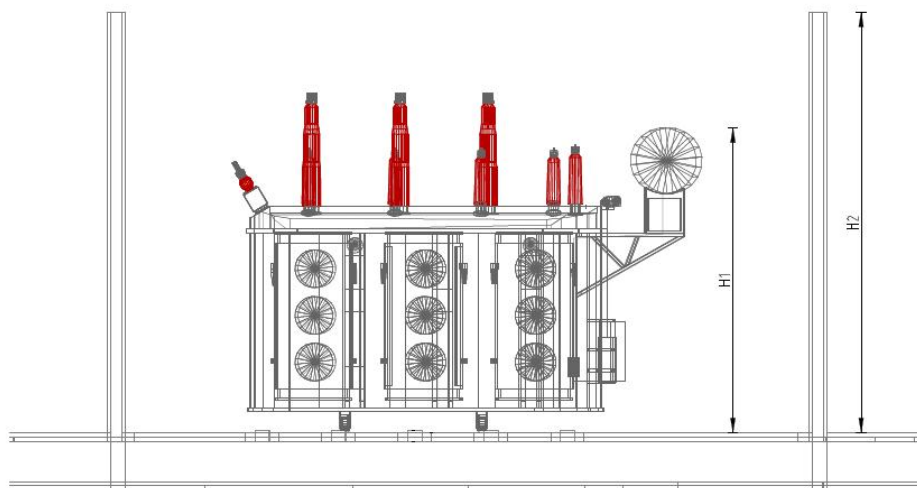


Zunanje dimenzije temelja z lovilno skledo lahko znašajo največ 14,3 m (dolžina oz. daljša stranica) x 8,5 m (širina oz. krajša stranica). Debelina obodnih sten lovilne skleda in požarnih sten znaša največ 30 cm.

### 5.15.1 Višina požarne stene

Iz zahtev v standardu IEC 61936, izhaja da mora biti požarna stena višja od najvišje točke energetskega transformatorja v kateri se nahaja olje (navadno je najvišja točka transformatorja – oljni konzervator). Projektno mora biti požarna stena višja vsaj 0,5 m (v IEC standardu je zahtevano le da je stena višja od konzervatorja).

$$H_2 \geq H_1$$



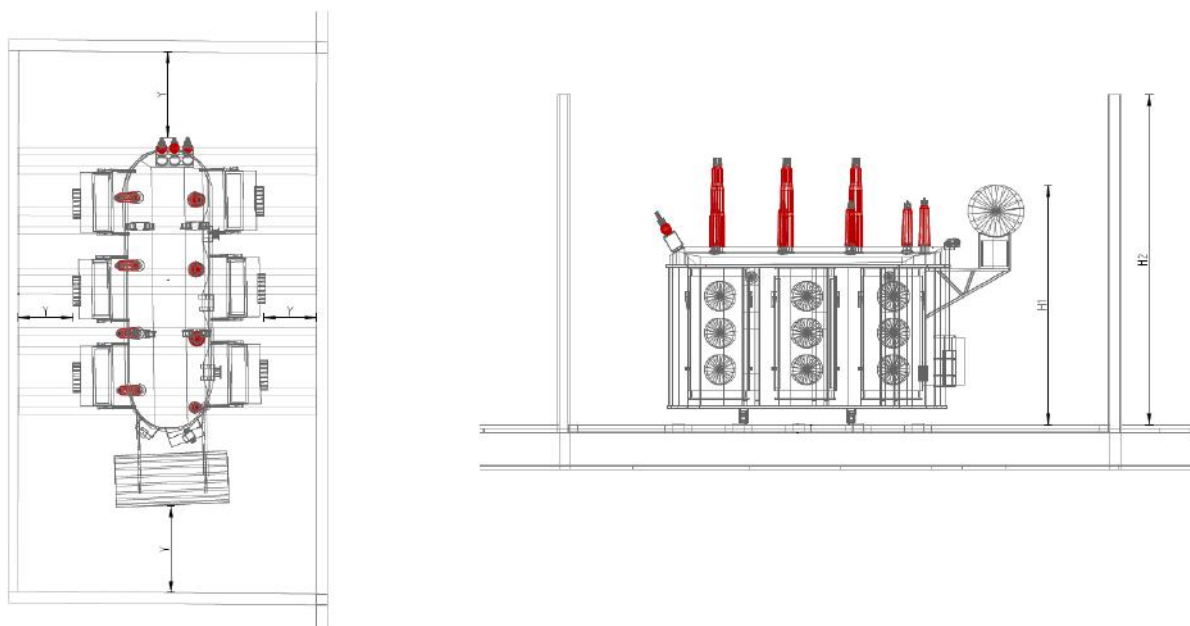
**Slika 5:** shematski prikaz zahtevanih višin požarne stene (vir. IEC 61936)

### 5.15.2 Velikost novih temeljev transformatorjev

Velikost temelja transformatorja z lovilno skledo, mora biti skladno z zahtevo oz. priporočilom iz IEC 61936 standarda sledeča:

Dolžina in širina oljne skleda transformatorja naj bo enaka dolžini in širini transformatorja povečana za razdaljo dobljeno kot 20 % x razdalje med najvišjo točko transformatorja (vključno s konzervatorjem) in koto temeljem transformatorja.

$$Y = 20\% * H1$$



**Slika 6:** shematski prikaz minimalnih zahtevanih/priporočil dimenzij oljne jame (vir. IEC 61936)

## 5.16 SISTEM ODVEČNE TOPLOTE (SIOT)

### 5.16.1 Splošno

Naročnik namerava uporabiti odpadno toploto transformatorja za ogrevanje raznih objektov v RTP-ju. Za odvajanje odpadne toplote mora imeti transformator vodno hlajenje preko prigradenega toplotnega izmenjevalca transformatorsko olje/voda. Ker odvod toplote za namen ogrevanja ne bo mogoč stalno in v celoti, mora biti transformator opremljen tudi z neodvisnim hlajenjem transformatorsko olje/zrak (ONAN/ONAF), ki bo omogočal celotno odvajanje toplote. Transformator mora biti grajen tako, da bo mogoče vzporedno delovanje hlajenja ONAN/ONAF in odvajanja toplote za namen ogrevanja objektov RTP-ja. Regulacija toplote naj bo krmiljena preko temperature zgornjega olja kot vhodne vrednosti za regulacijo. Ponudnik mora ponudbi predložiti predlog svoje rešitve regeneracije toplote skupaj s principom regulacije.

Preizkus segrevanja transformatorja se bo izvajal v vseh kombinacijah režima hlajenja.

### 5.16.2 Zahteve za OFWF delovanje

V dobavi transformatorja mora biti zajeta vsa potrebna oprema za OFWF delovanje, vključno z olje/voda toplotnim izmenjevalcem. Dobava zajema tudi dobavo in montažo vse potrebne cevne opreme, kabliranje in drugo opremo, nujno za vse režime delovanja hlajenja. Meja dobave je prirobnica za priključek vode na toplotnem izmenjevalcu olje/voda.

Ponudnik transformatorja je dolžan projektirati transformator in izmenjevalec toplote tako, da bo pretok olja v transformatorju in v izmenjevalcu toplote optimalen v vseh režimih obratovanja: v OFWF režimu, v ONAN/ONAF režimu in v kombiniranem režimu.

Toplotni izmenjevalec olje/voda mora biti konstruiran za namestitev na prostem in za obratovanje v zaprti zanki z 60/40% mešanico voda/glikol, ob tem da bo v vseh primerih zanesljivo onemogočen kontakt med vodo in transformatorskim oljem.

Hladilna kapaciteta toplotnega izmenjevalca olje/voda mora ustrezati vsaj toplotni moči 150 kW pridobljeni iz izmenjevalca v zimskih pogojih pri ambientalni temperaturi -25 °C. Tehnični podatki izmenjevalca morajo biti skupaj s toplotnim izračunom priloženi ponudbi.

Izhodna temperatura vode iz izmenjevalca toplote bo nastavljena na 25 °C pri normalnih obratovalnih pogojih.

Vhodna temperatura vode v izmenjevalec toplote bo nastavljena na 5 °C pri normalnih obratovalnih pogojih.

Termometerski žepi morajo biti nameščeni v dovodnih in odvodnih ceveh olja in vode pred prirobnico za zunanji hladilni tokokrog. Opremljeni morajo biti s termometri in kalorimetrom.

Temperatura olja naj bo regulirana tako, da se bo ohranjala zadostna razlika med spodnjo in zgornjo temperaturo olja, neodvisno od obremenitve transformatorja. Princip regulacije mora predlagati ponudnik.

Indikator pretoka olja mora zagotavljati javljanje (alarm) v stanju brez pretoka olja in javljanje v stanju s prenizkim pretokom olja.

Indikator uhajanja hladilnih medijev mora zagotavljati javljanje (alarm) uhajanja hladilnih medijev iz toplotnega izmenjevalca.

### **5.16.3 Omara sistema odvečne toplote**

Transformator mora biti opremljen z omaro sistema odvečne toplote, ki je montirana na kotlu transformatorja. Omarica mora vsebovati naslednjo opremo:

1. nizkonapetostne razdelilne naprave,
2. avtomatiko sistema odvečne toplote ter,
3. merilno, nadzorno in zaščitno opremo.

#### **5.16.3.1 Nizkonapetostne razdelilne naprave**

Za napajanje posameznih naprav se predvidijo vsaj naslednji napajalni odcepi:

1. ločeno za oljno črpalko in vsako motorizirano loputo,
2. tokokrogi krmilnega sistema odvečne toplote,
3. ločeno za vsak sklop merilne opreme,
4. razsvetljava omarice in napajanje grelca proti kondenzaciji,
5. ostala pomožna oprema.

Elektromotorni pogoni morajo imeti lasten zaščitni odklopnik in motorsko zaščitno stikalo.

Zaščitni odklopniki, motorska zaščitna stikala, preklopke itd... morajo biti opremljeni s pomožnimi kontakti za indikacijo položaja/delovanja. Pomožnimi kontakti morajo biti ožičeni na spončno letev.

#### 5.16.3.2 *Merilno, nadzorno in zaščitno opremo.*

Merilno, nadzorno in zaščitno opremo je opisana v poglavju »Zahteve za OFWF delovanje«.

Vsa signalizacija iz te opreme mora biti speljana na ustrezne sponke, kjer bo na voljo sistemu za nadzor delovanja ogrevanja objektov znotraj RTP.

#### 5.16.3.3 *Avtomatika sistema odvečne toplote*

Avtomatika sistema odvečne toplote predvidoma vključuje naslednje elemente:

1. toplotni izmenjevalec,
2. oljno črpalko za zagotavljanje kroženja olja skozi prenosnik toplote,
3. indikator puščanja toplotnega izmenjevalca,
4. indikator pretoka olja,
5. kontaktne termometere.

Sistema odvečne toplote mora biti zasnovan tako, da se lahko z zapiranjem ventilov kadarkoli odklopi in demontira brez posega v sam transformator.

Omogočeno mora biti, da se oljna črpalka krmili preko preklopke (lokalno – daljinsko) za izbiro režima delovanja.

Sistem mora biti zasnovan tako, da lahko istočasno delujeta oba sistema hlajenja ONAN/ONAF in OFWF. V primeru napake na oljni črpalki oziroma v primeru puščanja hladilnika se z zakasnitvijo 10 sekund SIOT izklopi; motorizirane lopute pa se morajo postaviti v optimalen položaj, ki zagotavlja nemoteno obratovanje transformatorja.

Motorizirane lopute morajo imeti ustrezno redundanco, tako da ob morebitnem izpadu katere izmed loput je še vedno zagotovljena zadostna hladilna kapaciteta.



## 6 KONTROLA KVALITETE GRADNJE IN MONTAŽE, INŠPEKCIJE IN TESTIRANJA

Namen tega poglavja je ugotavljanje usklajenosti gradnje in montaže transformatorja z veljavnimi standardi, specifikacijami in s predpisi s ciljem zagotovitve ustreznih karakteristik opreme in montaže, kar se bo odražalo v zanesljivem obratovanju naprave preko njene celotne življenjske dobe.

### 6.1 NAVODILA ZA ZAGOTAVLJANJE IN KONTROLO KAKOVOSTI (QA/QC)

Ponudnik mora imeti in uporabljati navodila za zagotavljanje kvalitete in kontrole (QA/QC) za svojo dejavnost, ki zajema proizvodnjo in montažo, vključno z izvajanjem pregledov med proizvodnjo ter testiranj brez in v prisotnosti naročnika oziroma od njega pooblaščenega predstavnika naročnika.

Za vsako aktivnost ali aktivnosti morajo biti v navodilih za zagotavljanje kvalitete in kontrole navedene risbe in drugi dokumenti, iz katerih bodo razvidni uporabljeni standardi in postopki, uporabljeni za preizkušanja materialov, proizvodnjo, kontrolo kakovosti in ugotavljanja zjamčenih karakteristik v vseh fazah proizvodnje – od nabave materialov do končnega in vgrajenega transformatorja.

Noben pregled ne bo veljaven, če izvajalec ne bo razpolagal z vsemi potrebnimi odobrenimi risbami in postopki za dele transformatorja ali celoto, ki jo je treba testirati. Ponudnik mora na zahtevo izvajalcu pred preizkusi predložiti kopijo risb in druge dokumentacije.

### 6.2 ZAHTEVE ZA MONTAŽO

#### 6.2.1 *Montaža na terenu*

Za montažo transformatorja v RTP-ju bo ponudnik zagotovil:

1. montažo transformatorja,
2. specialistično osebje za nadzor montaže in za stavljanje transformatorja v obratovanje,
3. posebna in ostala orodja in naprave za montažo,
4. vse zagonske in funkcionalne preizkuse.

Montažer, ki ga bo predlagal ponudnik, bo moral biti potrjen s strani naročnika.

Montaža transformatorja naj bo v čim večji meri zaključena v tovarni.

Vsa montažna dela na transformatorju in njegovem hladilnem sistemu, ki jih bo potrebno izvesti na lokaciji vgradnje, bo zagotovil ponudnik.

Montažna dela se bodo izvajala z montažnim orodjem, ki ga bo zagotovil ponudnik.

Ponudnik bo sam organiziral prevoz in dvigovanje vse transformatorske opreme, ki jo bo treba namestiti na transformator. Ponudnik oziroma montažer mora montažo na mestu vgradnje

© IBE d.d. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.

Datoteka: R4DI01-6E1016D - Tehnične specifikacije - rev.6.docx

Objekt: RTP 400/110-220/110/35/10 kV Divača

Id. oznaka: R4DI01-6E1016D

Datum: 10.2024



organizirati tako, da naročnik razen prisotnosti na lokaciji ne bo imel dodatnih stroškov in obveznosti.

Ponudnik oziroma montažer bo upošteval vse relevantne zdravstvene in varnostne predpise, zahteve za varstvo okolja in varnostni načrt. Ponudnik bo v celoti odgovoren za varnost (varnost pri delu, varstvo pred požarom, varovanje okolja) med manipulacijami, med transportom in montažo in med delovanjem z opreme in materialov, ki jih dobavlja po tej pogodbi. Odgovornost se nanaša tudi na vse faze priprave dokumentacije - od izračunov in izbire ustreznih materialov, do priprave navodil za montažo in vzdrževanje.

Med transportom znotraj RTPja in med montažo transformatorja mora ponudnik v celoti upoštevati varnostni načrt, ki ga bo zagotovil naročnik. Pri tem bo moral upoštevati tudi, da bodo med montažo transformatorja vsi sistemi RTP-ja pod napetostjo in bodo normalno obratovali.

### 6.2.2 Nadzor montaže

Nadzor montaže bo zagotovil ponudnik. Za nadzor montaže bo ponudnik izdelal tudi program nadzora v katerem bo ocenjen potreben čas nadzornikov, njihovo število z navedbo specialnosti in njihova cena, kar vse bo vključeno tudi v ponudbeni ceni transformatorja.

## 6.3 PREGLEDI IN PREIZKUSI

Vsi preizkusi s katerimi se preveri material in oprema, morajo biti izvedeni tako, da upoštevajo vpliv delovnih pogojev.

Vsi preizkusi morajo biti izvedeni po zahtevah IEC standardov.

Preizkuse se opravi pri proizvajalcu in na mestu vgradnje. Preglede in preizkuse se opravi tudi za določene komponente transformatorja pri proizvajalcu opreme (OLTC, skozijski, itd.).

Ponudnik mora vsa dela v zvezi z izvajanjem pregledov in testiranj organizirati tako, da se bodo lahko udeležili predstavniki naročnika.

Naročnik bo na osnovi navodil za zagotavljanje kvalitete in kontrole določil kontrolne točke, pri katerih želi biti prisoten. Naročnik se bo imel pravico odločiti tudi za prisotnost pri kateremkoli pregledu v času proizvodnje transformatorja, zato bo moral ponudnik pisno obveščati naročnika o datumih, ko bodo posamezni deli opreme transformatorja pripravljeni za pregled ali preizkus. Ponudnik bo moral zagotoviti tudi preizkusne vzorce olja, izolirane žice in pločevine, ki jih bo naročnik poslal na preizkus v neodvisno ustanovo.

Ponudnik bo na zahtevo naročnika dolžan izvesti tudi teste, ki jih IEC standardi ne navajajo, če bodo takšni testi potrebni za ugotovitev kompletnosti in varnosti ponujene opreme.

Ponudnik bo naročnika obvestil o datumu, času in obsegu testiranja najmanj štiri (4) tedne pred testiranjem, datum testiranja pa mora biti odobren najmanj 14 dni pred izvedbo.

Vsi rezultati testiranja se bodo obvezno posredovali naročniku v nadzor in odobritev takoj po izvedbi preizkusov. Naročnik si pridržuje pravico pridobiti drugo neodvisno mnenja (preverjanje pravilnosti rezultatov meritev, preizkusov, tipskih preizkusov...).

Če bo po prevzemnem testiranju v tovarni ali v RTP Divača iz kakršnega koli razloga potrebno popravilo opreme ali zamenjava katerega koli dela transformatorja, bo moral ponudnik vsa dela končati v najkrajšem možnem času. Ponudnik bo naročniku posredoval vse rezultate ponovljenih preizkusov.

Vso testno opremo bo moral zagotoviti ponudnik.

### **6.3.1 Tovarniški prevzemni preizkusi**

S tovarniškimi prevzemnimi preskusi se bo preverila funkcionalnost opreme in skladnost z garantiranimi in drugimi projektno predvidenimi karakteristikami. Tovarniški prevzemni preizkusi (FAT) se izvedejo v tovarni ob prisotnosti naročnika.

Ponudnik bo pripravil vse postopke za FAT v skladu z najnovejšimi standardi in veljavnimi tehničnimi predpisi. Program FAT-a je predmet odobritve naročnika. Ponudnik bo FAT preizkuse organiziral tako, da se bodo lahko udeležili predstavniki naročnika.

Zahteva se, da se izvedejo meritve 48-urnih izgub v praznem teku pri višji napetosti (107 % nazivne napetosti) s HPLC in plinsko kromatografijo, s ciljem preveri morebitnega lokalnega pregrevanja jedra.

Ustreznost meritev EMC združljivosti bo moral pregledati in potrditi strokovnjak za EMC.

Ponudnik bo ob FAT-u moral predložiti naročniku dokazila o brezhibnosti opreme.

Vsa morebitna odstopanja od zahtevanih vrednosti se bodo dokumentirala v dnevniku proizvodnje transformatorja. Predstavniki naročnika in ponudnika bodo skupaj sestavili zapisnik o potrebnih popravilih transformatorja oziroma njegova opreme. Predstavniki naročnika ima v primeru odstopanj pravico zahtevati prekinitev preizkusov in njihovo ponovno izvedbo.

Stroške naročnika ali od naročnika pooblaščenih institucij, ki bi nastali zaradi eventuelnih potrebnih ponavljajočih se FAT-ih krije ponudnik /proizvajalec opreme. Enako velja za stroške ki bi nastali zaradi podaljšanja FAT-a kot posledice težav z merilno opremo ali iz katerega koli drugega razloga, na katerega naročnik ne more vplivati.

Ponudnik je ne glede na to, da je rezultate testov naročnika odobril, tudi po montaži transformatorja še vedno odgovoren za njegovo pravilno delovanje.

#### **6.3.1.1 Tovarniški testi**

Zahtevani tovarniški testi/preizkusi morajo obsegati naslednje:

1. vizuelni pregled,
2. preverjanje glavnih dimenzij transformatorja,
3. meritev prestavnega razmerja in kontrola vezne skupine,
4. meritev ohmske upornosti navitij na vseh stopnjah,
5. meritev izgub in toka praznega teka (napajanje s sekundarne strani, pri napetosti 0,9, 1,0 in 1,11 Un),

6. meritev izgub in napetosti kratkega stika,
7. meritev nične impedance (v vseh kombinacijah),
8. dielektričen preizkus z napetostjo iz tujega vira 50 Hz, 60 sek,
9. dielektričen preizkus z inducirano napetostjo – ACLD,
10. preizkus regulacijskega stikala,
11. preizkus z atmosfersko udarno napetostjo,
12. preizkus s stikalno udarno napetostjo,
13. meritev delnih (parcialnih) praznjenj,
14. meritev izolacijskih upornosti,
15. HPLC in plinsko kromatografijo pred in po dielektričnih preizkusih ter po termičnem preizkusu transformatorja,
16. analizo stopnje polimerizacije (DP) izolacijskega papirja pred in po končnem sušenju transformatorja,
17. preizkus segrevanja navitij pri vseh kombinacijah hlajenja in kontrola s termografijo,
18. preizkus segrevanja jedra pri 107 % nazivne napetosti v trajanju 48 h in kontrola s termografijo,
19. preizkus z atmosfersko udarno napetostjo z rezanim valom,
20. meritve kapacitivnosti in izgubnega kota  $\tan \delta$ ,
21. meritve kapacitivnosti in izgubnega kota  $\tan \delta$  na VN in NN skozi njikih,
22. meritev FRA,
23. meritev jakosti hrupa pri nazivni napetosti  $U_n$  v vseh kombinacijah hlajenja, v skladu z metodo zvočnega tlaka po IEC,
24. meritev višje harmonskih tokov praznega teka,
25. meritev magnetilnih tokov pri napetosti 400 V 50 Hz,
26. meritev vseh pomožnih sistemov,
27. meritev tokovnih transformatorjev,
28. meritev prebojne napetosti izolacijskega olja iz transformatorja,
29. preiskava olja po IEC 60422,
30. vakuum test celotnega transformatorja,
31. preizkus z nadtlakom 35 kPa celotnega transformatorja,
32. funkcionalni preizkus hlajenja, zaščitne in nadzorne opreme na transformatorju,
33. določanje izkoristka,
34. funkcionalni preizkus delovanja sistema sprotnega nadzora.

### 6.3.1.2 *Preizkusi in dokumenti kontrole kakovosti*

Vse opravljene meritve in preizkusi na posameznih komponentah, morajo biti opravljeni in pazljivo zabeleženi v skladu z načrtom kakovosti.

Rezultati opravljenih preizkusov na posameznih komponentah morajo biti dostavljeni v obliki certifikatov najkasneje ob prevzemnih preizkusih transformatorja in sicer:

1. certifikati o kakovosti:
  - a) bakrenih izoliranih vodnikov,
  - b) pločevine jedra,
  - c) trdega izolacijskega materiala,
  - d) izolacijskega olja,
  - e) konstrukcijskih jekel,
  - f) kablov ožičenja,
  - g) barve in njene odpornosti proti olju.
2. poročilo o preizkusih:
  - a) skoznjikov,
  - b) OLTC,
  - c) SSN,
  - d) tokovnih transformatorjev,
  - e) hladilnikov,
  - f) pomožnih omaric.
3. preizkus delovanja in certifikati o kakovosti:
  - a) MR RS2001 rele,
  - b) buchholz rele,
  - c) senzor nadzora skoznjika,
  - d) varnostni ventil,
  - e) kontrolni sistem MR ETOS,
  - f) termična slika,
  - g) temperaturne merilne sonde Pt 100,
  - h) on-line monitoring sistem,
  - i) senzorji plina,
  - j) senzorji vlažnosti,
  - k) optični temperaturni senzorji,

- l) sistem merjenja temperature navitja,
  - m) magnetni oljekazi,
  - n) kontaktni kapilarni termometer,
  - o) regulacijsko stikalo,
  - p) motor pogona regulacijskega stikala,
  - q) regulacija napetosti,
  - r) ventilatorji,
  - s) zračne blazine v konservatorju in sušilci zraka,
  - t) javljalniki požara,
  - u) komponente sistema odvečne toplote.
- 4. dokumenti o kontroli kotla,
  - 5. poročilo o preizkusu z nadtlakom in vakuumom kompletnega transformatorja,
  - 6. poročilo o kontroli antikorozivne zaščite,
  - 7. poročilo o medfaznih kontrolah:
    - a) magnetnega jedra,
    - b) navitij,
    - c) skozičnikov,
    - d) regulacijskega stikala,
    - e) aktivnega dela,
    - f) sušenju aktivnega dela.
  - 8. poročilo o meritvah in preizkusih v tovarni in preizkusi v skladu s poglavjem o "preizkusih na mestu vgradnje",
  - 9. izjava proizvajalca, da je transformator izdelan iz materialov in po postopkih, skladnih z EU okoljskimi direktivami.

### 6.3.2 ***Preizkusi na mestu vgradnje***

Namen preizkusov na mestu vgradnje je preverjanje skladnosti s funkcionalnimi zahtevami in specifikacijami razpisa ter ugotavljanje pravilnega in varnega obratovanja naprave.

Preizkusi na mestu vgradnje se bodo izvedli po zaključku montaže in pred tehničnim prevzemom transformatorja. Pred pričetkom preizkusov na mestu vgradnje bo ponudnik dostavil naročniku v potrditev predlagane preizkusne procedure, ki bodo upoštevale tudi vsa navodila proizvajalcev opreme, splošno veljavne standarde in zahteve naročnika.

Ponudnik in naročnik se bosta pred pričetkom preizkusov dogovorila o podrobnosti merilnih metod, pogojih za izvajanje preizkusov in o njihovi izvedbi in o posebnih pogojih za preizkuse (na primer zahteve glede omrežja).

Če transformator ne bo izpolnjeval vseh zahtevanih sprejemnih pogojev, bosta ponudnik in naročnik sestavila pisni dogovor o posledicah neizpolnjevanja pogojev.

Na mestu vgradnje se morajo opraviti vsaj naslednje meritve, preizkusi in pregled:

1. tlačni preizkus kotla in prigrajenega hladilnega sistema,
2. meritev kapacitivnosti in izgubnega kota  $\tan \delta$ ,
3. meritev stresane induktivnosti,
4. meritev upornosti navitja,
5. meritev izolacijske upornosti,
6. meritev kapacitivnosti in  $\tan \delta$  kondenzatorskih skoznjikov,
7. meritev povratne napetosti (RVM),
8. magnetilni tok pri 400 V,
9. meritev FRA,
10. meritev FDS (frekvenčna analiza dielektrika),
11. meritev dielektrične trdnosti in vsebnosti vode v izolacijskem olju,
12. recalibracija in injiciranje toka na temperaturnih indikatorjih,
13. napetostni preizkus z napetostjo 2 kV na ožičenju, krmilnih in nadzornih napravah,
14. funkcionalni preizkus regulacijskega stikala,
15. funkcionalni preizkus krmilne in nadzorne opreme,
16. funkcionalni preizkus hladilnega sistema, vključno z meritvami temperature,
17. funkcionalni preizkus on-line monitoringa,
18. funkcionalni preizkus optičnih senzorjev za neposredno merjenje temperature navitij,
19. vizualni pregled,
20. pregled končne antikorozijske zaščite,
21. fizikalno-kemijska preiskava olja iz novega transformatorja,
22. plinsko-kromatografska preiskava transformatorja.

Po uspešno zaključenih in zapisniško potrjenih preizkusih je transformator pripravljen na poskusno obratovanje.

## 7 DOKUMENTACIJA

Pred pričetkom izdelave transformatorja mora ponudnik dostaviti naročniku seznam vseh predvidenih dokumentov (risbe, izračuni, grafi, krivulje, navodila, izračun kratkega stika idr.) z navedbo formata originalnega dokumenta. Iz seznama dokumentov morajo biti razvidni tudi datumi predaje dokumentov naročniku in že odobrene izvirne oblike dokumentov. Iz predloženega seznama bo naročnik določil dokumente, ki jih bo preveril in potrdil v skladu z dogovorjenim terminskim planom.

Vsa dokumentacija mora po obliki, vsebini in uporabljenem jeziku ustrezati zahtevam slovenske zakonodaje in mednarodnim standardom. Dostavljena mora biti v slovenskem ali angleškem jeziku.

Dokumentacija za projektiranje gradbenih del (temelj transformatorja) mora biti predložena naročniku najkasneje tri (3) mesece po podpisu pogodbe.

Vse napisne tablice in opozorila, priročniki za vzdrževanje in obratovanje, navodila za montažo, navodila za testiranje in zagon ter certifikati o preskusih in risbe »As-Built« morajo biti v slovenskem jeziku.

Pred pričetkom izdelave transformatorja in naprav na njem je treba dokumentacijo v skladu s terminskim planom oddaje dokumentacije predložiti naročniku v potrditev. Pregled dokumentacije se izvede v skupno dogovorjenem roku, predvidoma v dveh (2) tednih. V primeru upravičenih pripomb na razpisne zahteve bo ponudnik pravočasno korigiral razpisno dokumentacijo in popravljeno dokumentacijo vrnil naročniku v roku dveh (2) tednov v ponovni pregled. Morebitna nesoglasja ali nejasnosti se bodo reševala na skupnih sejah. Potrditev dokumentacije s strani naročnika ponudnika ne bo razbremenjevala odgovornosti za zagotovitev skladnosti opreme z obratovalnimi pogoji.

Vsi dokumenti se predložijo v papirni in elektronski različici, pri čemer se upošteva, da se posamezni dokumenti predložijo ločeno v enem od običajnih elektronskih formatov. Elektronski formati morajo biti ustrezno označeni za odpiranje in lažje iskanje v dokumentnem sistemu. Ponudnik mora vso tehnično dokumentacijo (potrjeno in podpisano s strani naročnika in ponudnika) predložiti naročniku v dveh (2) papirnatih izvodih in na USB ključu (DWG, PDF, DOCX, XLSX, 3D BIM...).

### 7.1 DOKUMENTACIJA PONUDNIKA

Nabor zahtevanih dokumentov:

1. načrt klasifikacije dokumentov za vso dokumentacijo s seznamom dokumentov in datumi izdaje tega seznama,
2. merska skica transformatorja,
3. seznam sestavnih delov in naprav na transformatorju (v slovenskem jeziku),
4. transportna skica,
5. transportna tablica,

6. napisna ploščica in shema vezave, (v slovenskem jeziku),
7. merska skica skoznjikov,
8. merske skice omar na transformatorju (krmilna omara hlajenja, zaščite in signalizacije, omara regulacijskega stikala, omara sistemom sprotnega nadzora transformatorja, omara odvečne toplote idr.),
9. ploščice vseh ventilov in oznake položajev,
10. sheme delovanja hladilnega sistema, sistema meritev in primarne zaščite transformatorja,
11. diagram dopustnih kratkotrajnih in dolgotrajnih preobremenitev,
12. tehnično dokumentacijo regulacijskega stikala,
13. dokumenti za pregled načrta navitij in aktivnega dela,
14. izračun učinkovitosti hladilnega sistema,
15. karakteristike praznega teka in kratkega stika (računski podatki),
16. izračun hrupa,
17. izračun odpornosti transformatorja na sile, ki nastanejo v kratkem stiku,
18. spisek opreme in materialov aktivnega dela z navedbo proizvajalcev,
19. izračun protipotresne odpornosti,
20. predlog temelja transformatorja (skladen z risbo iz tega razpisa),
21. preliminarni spisek alarmov in signalizacij z opisom dajalcev,
22. podatki o moči porabnikov sistema hlajenja in drugih motornih pogonov,
23. sheme delovanja regulacijskega stikala,
24. poročilo o procesu sušenja,
25. način izvedbe ozemljitve jedra,
26. načrt položitve krmilno signalnih, merilnih in napajalnih kablov po transformatorju,
27. sistem antikorozivne zaščite,
28. navodila za QA/QC,
29. podroben opis programa testiranja v času izdelave transformatorja,
30. podroben opis programa testiranja v času montaže transformatorja,
31. podrobne informacije o monitoring sistemu,
32. lokacija senzorjev temperature navitij,
33. tehnična dokumentacija sistema merjenja temperature navitij s pomočjo optičnih senzorjev,
34. podroben opis testiranj po montaži transformatorjev v RTP Divača,
35. ponudnik mora dostaviti dokumente (risbe) transformatorja v odprtem BIM 3D formatu

© IBE d.d. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.



(.IFC format) - (LOD 400). Poleg 3D risb elementov transformatorja mora BIM model vsebovati tudi vse tehnične podatke iz načrta transformatorja (napetosti, teža, itd.),

36. testna oprema,
37. testna poročila in eventuelna druga dokumentacija, povezana s testiranjem,
38. navodila za obratovanje in vzdrževanje transformatorja in njegove opreme v slovenskem jeziku,
39. impedančni model transformatorja za vključitev v Neplan analize,
40. specifikacijo kablov, instaliranih na transformatorju (kablji lastne rabe, krmiljenja, signalizacije, itd.),
41. dnevnik montaže transformatorja v RTP-ju,
42. program šolanja,
43. kopijo tehnične dokumentacije transformatorja in njegove opreme z evidenco vseh modifikacij, ki so bile izvedene med izdelavo in montažo, potrebno za izdelavo dokumentacije izvedenih del.

Ponudnik in naročnik bosta ob podpisu pogodbe določila datume predložitve vseh dokumentov, pomembnih za sledenje rokov izdelave transformatorja (terminskega plan izdelave transformatorja).

## 7.2 DOKUMENTACIJA, KI MORA BITI PRILOŽENA PONUDBI

Ponudnik mora v ponudbo priložiti najmanj naslednjo dokumentacijo:

1. dokumente, zahtevane kjerkoli v razpisni specifikaciji,
2. specifikacijo opreme in del ter izpolnjene tabele tehničnih podatkov,
3. spisek rutinskih in tipskih preskusov za enak ali podoben transformator,
4. opis ponujenega transformatorja z opisom delovanja opreme transformatorja in kataloge in brošure opreme,
5. preliminarne risbe transformatorja,
6. preliminarne diagrame dopustnih kratkotrajnih in dolgotrajnih preobremenitev,
7. podatke o materialih, ki bodo uporabljeni za izdelavo jeder, navitij in izolacije navitij,
8. QC protokole vhodnih materialov aktivnega dela in kotla,
9. risbe, kataloge in brošure standardnih elementov, vgrajenih na transformator,
10. opis proizvodnje magnetnega jedra in navitij,
11. predlog terminskega plana za izdelavo in dobavo transformatorja (terminski plan v najnovejši različici MS-Project, v digitalni in printani obliki),
12. predlog terminskega plana za predajo dokumentacije v seznanitev in odobritev,

Morebitna odstopanja od zahtev razpisne dokumentacije in vrednosti zahtevanih v tabelah tehničnih podatkov morajo biti navedena v Seznamu odstopanj, ki ga je treba priložiti ponudbi. Če odstopanj od zahtevanih lastnosti ni, mora biti to jasno navedeno v Seznamu odstopanj. Če naročnik ugotovi, da so odstopanja od zahtevanih Tehničnih specifikacij nesprejemljiva, bo ponudba zavrnjena kot neustrezna.

## 8 DEMONTAŽA TRANSFORMATORJA T 211

### 8.1 OPIS OBSTOJEČEGA STANJA

Obstoječi energetski transformatorj T211 je proizvod proizvajalca OTE (Officine Transformatori Elettrici), Transformator je trofazni, z regulacijskim stikalom, izdelan je bil leta 1973. Med 110 kV in 220 kV prostozračnim stikališčem sta na transformatorskem platu nameščeni dve transformatorski enoti (T211 in T212). Predmet demontaže in namestitve nove enote je T211, medtem ko enota T212 ostane v obratovanju.

#### 8.1.1 Obstoječi energetski transformator 220/110 kV - T211



**Slika 7:** energetski transformator 220/110 kV - T211

Nazivna moč:	150 MVA
Vezava:	YN,yn0,d5
Napetostna prestava:	220+-12x1,25/115 kV
Terciarno navitje:	50 MVA, 10,5 kV
Napetost kratkega stika:	U <sub>KI-II</sub> 13,65%
	U <sub>KI-III</sub> 10,61%
	U <sub>KII-III</sub> 5,59%
Teža olja:	39000 kg
Skupna teža:	194000 kg

© IBE d.d. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.

Datoteka: R4DI01-6E1016D - Tehnične specifikacije - rev.6.docx

Objekt: RTP 400/110-220/110/35/10 kV Divača

Id. oznaka: R4DI01-6E1016D

Datum: 10.2024

Pred odvozom energetskega transformatorja se morajo opravijo nekatera demontažna dela, navedena v nadaljevanju. S transformatorskih enot bodo že odstranjene vse visokonapetostne povezave in vsi krmilno signalni in napajalni kabli.

## 8.2 OBSEG DEL

Predmet te razpisne dokumentacije so naslednja elektromontažna in druga dela v zvezi z odvozom obstoječega/starega energetskega transformatorja 220/110 T211:

- demontaža terciarnih povezav na transformatorju,
- odklop ozemljilnih povezav na transformatorski enoti 220/110 kV – T211,
- odstranitev transformatorskega olja iz transformatorske enote,
- demontaža vseh skoznjikov (visokonapetostnih in srednjenapetostnih) in hladilnega sistema,
- demontaža konzervatorja in pripadajočih cevni povezav,
- priprava transformatorske enote na transport (zaščita demontirane opreme pred morebitnim iztekanjem ostankov izolacijskega olja, ....),
- odvoz celotne opreme na deponijo v razgradnjo ali uničenje.

Za vso predano opremo mora izvajalec storitve na deponiji pridobiti evidenčne liste o razgradnji in uničenju, ki jih mora po opravljeni celotni storitvi predati Naročniku. Vsi postopki predaje na deponijo in uničenje morajo potekati skladno z veljavno zakonodajo na področju ravnanja z odpadki in drugimi nevarnimi snovmi.

## 8.3 VAROVANJE OKOLJA

Naročnik je zavezan k izvajanju storitev po standardu ISO 14001. Vsi postopki pri izvedbi storitve morajo potekati skladno z zahtevami, ki izhajajo iz tega standarda in njemu podrejenih standardov. Izvajalec je odgovoren za varovanje okolja na gradbišču, za kar mora izdelati poročilo o varovanju okolja, ki mora biti usklajeno z zahtevami, ki za naročnika izhajajo iz standarda ISO 14001 in njemu podrejenih standardov, ter potrjeno s strani Naročnika. Kopijo potrjenega poročila mora izročiti vsem, ki bodo izvajali dela na gradbišču. Poročilo mora obravnavati tudi rokovanje, skladiščenje in transport raznih olj in ostalih nevarnih snovi.

Izvajalec del mora predvideti opremo in postopke za ukrepanje v primeru razlitja olja ali drugih kemikalij.

Izvajalec je odgovoren in dolžan urediti zbiranje, razvrščanje in odstranjevanje odpadkov na gradbišču, ki bi nastali pri demontaži in odvozu opreme.

Izvajalec mora pri izvajanju ukrepov s področja varstva okolja upoštevati najmanj vse zakone in predpise s tega področja v RS ter interne postopke in zahteve Naročnika.

## 8.4 TRANSPORT ZNOTRAJ OGRAJE STIKALIŠČA

Transportne poti za odvoz starih transformatorjev in dovoz novih izven RTP-ja so jasne. RTP Divača je dostopna po avtocesti A1 do izvoza proti Divači in nato po regionalnih cestah II. reda 409 in 446 do objekta.

Za vse prevoze bo seveda potrebno upoštevati predpise, ki obravnavajo načrtovanje in gradnjo cest in mostov in predpise o varnosti v cestnem prometu.

Znotraj RTP-ja transport po poteh, ki so bile predvidene za transport transformatorjev v času gradnje 220 kV stikališča ni več mogoč. Takrat je bil transport v stikališče realiziran po železniških tirih iz dvorišča med stavbami RTP-ja skozi montažni stolp in med 110 kV in 220 kV stikališčem do lokacije temeljev transformatorjev. Tiri so odstranjeni, transport skozi montažni stolp ni mogoč, prav tako ne cestni transport po (preozki) poti med 110 in 220 kV stikališčema, ki je zaradi 110 kV odvodov omejena tudi po višini.



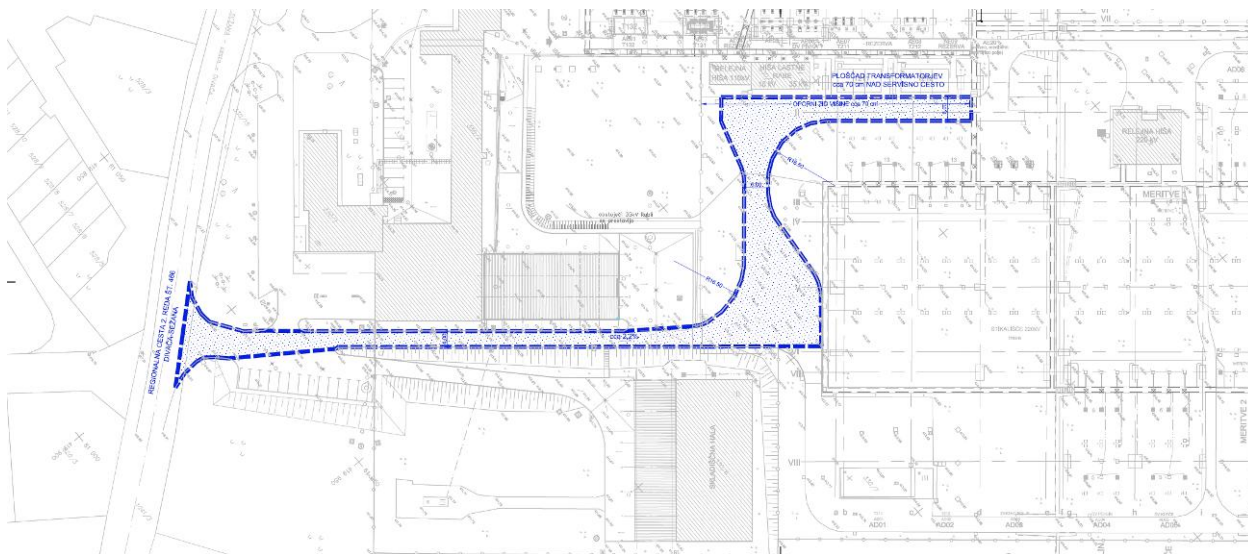
**Slika 8:** prikaz obstoječe transportne poti za 110/35 kV in 220/110 kV energetske transformatorje



Je pa transport transformatorskih enot (odvoz starih in dovoz novih) možen po interni poti, ki mimo pomožnih objektov RTP-ja omogoča dostop do obeh transformatorskih enot z JV strani (s strani 220 kV stikališča). Ob tem velja omeniti, da je kota te poti nižja od kote namestitve temeljev transformatorjev za približno 80 cm, čemer bo potrebno prilagoditi logistiko odvoza starih in dostave novih transformatorskih enot. Na robu 220 kV stikališča poteka obstoječ 110 kV DV Pivka - Divača (potek nad hišo lastne rabe).



**Slika 9:** prikaz nove transportne poti za oba 220/110 kV energetska transformatorja



**Slika 10:** prikaz tlorisa nove transportne poti za oba 220/110 kV energetska transformatorja

© IBE d.d. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.

Datoteka:	R4DI01-6E1016D - Tehnične specifikacije - rev.6.docx	Id. oznaka:	R4DI01-6E1016D
Objekt:	RTP 400/110-220/110/35/10 kV Divača	Datum:	10.2024

Celotno transportno pot oziroma vse potrebne manipulativne površine si mora ponudnik ogledati pred oddajo ponudbe.

## 8.5 OSTALE INFORMACIJE

Izvajalec mora upoštevati faznost del, terminski plan in trenutno energetska situacijo. Naročnik lahko zahteva tudi delo v nočnih urah ter sobotno in nedeljsko delo, pri tem pa mora izvajalec upoštevati delovni čas naročnika (od 7.00 do 15.00 ure). Vsa dela izven rednega delovnega časa se morajo uskladiti z Naročnikom.



## 8.6 ZAHTEVE ZA DEMONTAŽO

Ne glede na podan opis v nadaljevanju in na specifikacije v ponudbenem predračunu je Izvajalec del za odvoz obstoječega energetskega transformatorja dolžan izvesti vsa dela, ki bodo omogočila njegov varen odvoz.

Pred začetkom del v zvezi z odvozom energetskega transformatorja bo Izvajalec elektromontažnih del po drugi pogodbi opravil nekatera elektromontažna dela, ki bodo omogočila odvoz energetskih transformatorjev (demontaža visokonapetostnih povezav s priključkov energetskih transformatorjev, demontaža vseh krmilno signalnih in napajalnih povezav).

Ponudnik storitve je pred začetkom izvajanja del dolžan uskladiti vse svoje aktivnosti v zvezi z odvozom energetskega transformatorja z drugimi Izvajalci, ki bodo v času izvajanja njegovih del prisotni na objektu RTP Divača.

Če Ponudnik presodi, da kakšno opravilo ni specificirano v ponudbenem predračunu in bi bilo to delo nujno potrebno izvesti, mora temu ustrezno prilagoditi enotno ceno najbolj smiselno podobne enotne cene v Ponudbenem predračunu.

C	Pregled ELES	10.2024		
B	Pregled ELES	03.2024		
A	/ pregled ELES	/ 03.2024		
Sprememba:	Opis spremembe:	Datum spr.:	Podpis:	
Investitor:		Gradnja/Objekt:		
		RTP 400/110-220/110/35/10 kV Divača / Rekonstrukcija transformacije 220/110 kV		
Projektant:		Del objekta/sistem:		
 IBE, svetovanje, projektiranje in inženiring Ljubljana, Slovenija		/		
/		Vrsta načrta:		
		3 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE		
	Ime in priimek:	Ident. št.:	Vsebina risbe (dokumenta):	
Vodja projekta:	mag. Marko Testen, univ. dipl. inž. el.	E-1293		
Pooblaščen inženir:	mag. Marko Testen, univ. dipl. inž. el.	E-1293		
			Tabela tehničnih podatkov	
			Številka projekta:	R4DI01-A025/601
			Vrsta projekta:	DZR
Izdelal:	mag. Marko Testen, univ. dipl. inž. el.	E-1293	Klasifikac. oznaka:	- -
			Stran/strani:	0/7
Datum izdelave:	05.2022	Merilo:	/	Identifikac. oznaka:
				R 4 D I 0 1 - 6 E 2 0 0 6 D Spr.:



## 1. NAVODILA ZA IZPOLNJEVANJE TABEL TEHNIČNIH PODATKOV

Ponudnik mora izpolniti vsa okenca podatkov v tabelah

Pri izpolnjevanju tabel je potrebno upoštevati, da je zadostitev parametrov, navedenih v stolpcu "zahtevana vrednost" obvezna

Če vsa okenca tabele v stolpcu "podatek ponudnika" niso izpolnjena, bo tabela neveljavna in ponudba bo izločena. Kjer so okenca v stolpcu "Zahtevana vrednost" prazna, mora ponudnik v stolpcu "podatek ponudnika" navesti vrednost ponujane opreme. Kjer so okenca v stolpcu "Zahtevana vrednost" izpolnjena, mora ponudnik v stolpcu "podatek ponudnika" navesti vrednost, ki je vsaj enaka zahtevani vrednosti, sicer bo ponudba izločena.

Skladnost z vrednostmi, zahtevanimi v tabelah, mora biti razvidna tudi iz ostale tehnične dokumentacije, priložene ponudbi (opisi opreme, tabele, diagrami, kopije tipskih in drugih preizkusov,....)

### Primer:

Št	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Podatek ponudnika (garantirana vrednost)
1	Nazivna izhodna moč	MVA	150	150

## Tehnične značilnosti transformatorja

Transformator 220/110 kV z močjo 150 MVA mora imeti tehnične značilnosti, podane v spodnji tabeli

**TABELE TEHNIČNIH PODATKOV**

Št	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Podatek ponudnika (garantirana vrednost)
<b>SPLOŠNI PODATKI</b>				
1	Proizvajalec / država porekla			
2	Tip			
<b>GARANTIRANE VREDNOSTI</b>				
<b>NAZIVNE VREDNOSTI</b>				
3	Nazivna izhodna moč	MVA	150	
4	Nazivne napetosti v praznem teku:			
	- višja napetost (VN)	kV	220	
	- nižja napetost (NN)	kV	115	
	- napetost terciarja	kV	10,5	
5	Kratkotrajni vzdržni tok (2 sek):			
	- VN navitje	kA	50	
	- NN navitje	kA	50	
	- terciarno navitje	kA		
6	Vezalna skupina		YNyn0+d5	
7	Regulacijsko stikalo	%	± 12 x 1,25	
8	Nazivna moč terciarnega navitja	MVA		
9	Vrednost nične impedance ( $Z_0$ ) - pri vseh kombinacijah navitij	%		
10	Kratkostična napetost med VN-NN navitjem pri 75 °C v odstotkih nazivne napetosti in pri naslednjih stopnjah regulacijskega stikala:			
	- pri najvišji stopnji (+15 %)	%		
	- pri srednji stopnji (+0 %)	%	13 ± 7,5 %	
	- pri najnižji stopnji (-15 %)	%		
11	Kratkostična napetost med VN in terciarnim navitjem pri 75 °C v odstotkih nazivne napetosti in pri srednji stopnji regulacijskega stikala (+0 %)	%		
12	Kratkostična napetost med NN in terciarnim navitjem pri 75 °C v odstotkih nazivne napetosti in pri srednji stopnji regulacijskega stikala (+0 %)	%		
13	Tok praznega teka v % nazivnega toka pri:			
	- 90 % nazivne napetosti	%		
	- nazivni napetosti (100 %)	%		
	- 105 % nazivne napetosti	%		
	- 110 % nazivne napetosti	%		
14	Ozemljitev nevtralne točke:			
	- VN navitje	Li 750/325		
	- NN navitje	Li 550/230		
<b>IZGUBE (skladno z zahtevami posebnih tehničnih pogojev)</b>				
15	Izgube v praznem teku pri nazivni napetosti, 50 Hz, $P_o(U_n)$	kW	≤ 60	
16	Izgube v praznem teku pri 111 %-ni nazivni napetosti (245 kV), 50 Hz	kW	≤ 1,3 $P_o(U_n)$	
17	Kratkostične izgube pri temperaturi navitja 75 °C	kW		
18	PEI (Skladno z: »Uredba komisije (EU) 2019/1783« vključno s posodobitvami)	%	≥ 99,787	
<b>NADTEMPERATURE</b>				
19	Najvišja nadtemperatura pri nazivni moči in najvišji dopustni temperaturi okolice:			
	- zgornja plast olja (meritev s termometrom nameščenim na vrhu kotla)	K	55	
	- navitja (vrednost izračunana na osnovi izmerjene upornosti)	K	60	
20	Nadtemperatura navitja na najtoplejšem mestu	K	73	
<b>IZOLACIJSKI NIVOJI</b>				
21	Izolacijski nivoji:			
	- VN navitje na VN strani in pri nevtralni točki (stopnjevana izolacija)	kV	245	
	- NN navitje (enotna izolacija)	kV	123	
	- terciarno navitje	kV	24	
22	Zdržna napetost iz tujega vira 50 Hz, 60 s med:			
	- VN in nevtralno točko	kV rms	325	
	- NN navitje in nevtralno točko	kV rms	230	
	- terciarno navitje	kV rms	50	
	- trajanje testa	s	60	

## TABELE TEHNIČNIH PODATKOV

Št	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Podatek ponudnika (garantirana vrednost)
23	Inducirane zdržne napetosti za:			
	- VN navitje	kV rms		
	- NN navitje	kV rms		
	- terciarno navitje	kV rms		
	- testna frekvenca	Hz		
	- trajanje testa	s		
24	Zdržna udarna napetost za:			
	- VN navitje - atmosferska udarna zdržna napetost	kV	1050	
	- VN navitje - stikalna udarna zdržna napetost	kV	850	
	- VN proti nevtralni točki - atmosferska udarna zdržna napetost	kV	750	
	- NN navitje - atmosferska udarna zdržna napetost	kV	550	
	- NN proti nevtralni točki - atmosferska udarna zdržna napetost	kV	550	
	- terciarno navitje - atmosferska udarna zdržna napetost	kV	125	
<b>TRANSFORMATORSKO OLJE IN PAPIR</b>				
25	Izolacijski papir po sušenju transformatorja:			
	- proizvajalec papirja za izolacijo		Wiedmann	
	- povprečna vrednost stopnje polimerizacije vseh vzorcev DPv		≥1100	
	- vrednost povprečne stopnje polimerizacije posameznega vzorca DPv		≥1050	
	- vsebnost vlage papirne izolacije	%	0,5	
26	Transformatorsko olje po polnjenju transformatorja in pred priključkom na napetost			
	Stopnja kakovosti olja po IEC 60422 Tabela 3, z izjemo dodatnih zahtev naročnika:			
	- vsebnost vode po IEC 60814	mg/kg (ppm)	max. 5	
	- kislost po IEC 62021-1	mg KOH/g	max. 0,01	
	- medpovršinska napetost po ASTM D971	mN/m	min. 40	
	- vsebnost antioksidanta po IEC 60666	% (m/m)	min. 0,37	
	- FTIR finger print spektralno ujemanje vzorcev olja odvzetega iz transformatorja pred FAT-i in po polnjenju transformatorja		ujemajoče prekrivanje spektrov	
27	Tovarniški preizkusi:			
	Dodatne zahteve za transformatorsko olje pred in po dielektričnih preizkusih, preizkusu segrevanja in ostalih preizkusih (porast koncentracij):		max. increase	
	- H <sub>2</sub> (vodik)	μl/l (ppm)	< 10	
	- CH <sub>4</sub> (metan)	μl/l (ppm)	< 5	
	- C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (etan)	μl/l (ppm)	< 5	
	- C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (etilen)	μl/l (ppm)	< 2	
	- C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (acetilen)	μl/l (ppm)	< 0,1	
	- 2 FAL (2-furfural)	μl/l (ppm)	< 0,01	
28	Transformatorsko olje (pred polnjenjem transformatorja):			
	- količina olja v transformatorju	t		
	- proizvajalec		Nynas	
	- komercialna oznaka olja		Nyro 4000 X	
	- stopnja kakovosti olja		IEC 60296, tip TVAL	
<b>SKOZNJIKI</b>				
29	VN fazni skoznjiki:			
	- proizvajalec			
	- material		Composite	
	- izolacijski nivo	kV	245	
	- nazivna napetost	kV		
	- nazivni tok	A		
	- kratkotrajni zdržni tok (1 s)	kA	50	
	- zdržna napetost obratovalne frekvence - v suhem	kV rms		
	- zdržna napetost obratovalne frekvence - v mokrem	kV rms		
	- zdržna standardna atmosferska udarna napetost	kV		
	- maksimalna prelomna sila	N		
	- plazilna razdalja	mm	4900	
	- izvedba priključka (1U, 1V, 1W):			
	-material			
	-premer	mm		

## TABELE TEHNIČNIH PODATKOV

Št	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Podatek ponudnika (garantirana vrednost)
30	VN skozičnik nevtralne točke:			
	- proizvajalec			
	- material		Composite	
	- izolacijski nivo	kV	170	
	- nazivna napetost	kV		
	- nazivni tok	A		
	- kratkotrajni zdržni tok (1 s)	kA	50	
	- zdržna napetost obratovalne frekvence - v suhem	kV rms		
	- zdržna napetost obratovalne frekvence - v mokrem	kV rms		
	- zdržna standardna atmosferska udarna napetost	kV		
	- maksimalna prelomna sila	N		
	- plazilna razdalja	mm	min. 3400	
	- izvedba priključka (1N):			
	-material			
	-premer	mm		
31	NN skozičniki:			
	- proizvajalec			
	- material		Composite	
	- izolacijski nivo	kV	123	
	- nazivna napetost	kV		
	- nazivni tok	A		
	- kratkotrajni zdržni tok (1 s)	kA	50	
	- zdržna napetost obratovalne frekvence - v suhem	kV rms		
	- zdržna napetost obratovalne frekvence - v mokrem	kV rms		
	- zdržna standardna atmosferska udarna napetost	kV		
	- maksimalna prelomna sila	N		
	- plazilna razdalja	mm	min. 2460	
	- izvedba priključka (2U, 2V, 2W):			
	-material			
	-premer	mm		
32	NN skozičnik nevtralne točke:			
	- proizvajalec			
	- material		Composite	
	- izolacijski nivo	kV	123	
	- nazivna napetost	kV		
	- nazivni tok	A		
	- kratkotrajni zdržni tok (1 s)	kA	50	
	- zdržna napetost obratovalne frekvence - v suhem	kV rms		
	- zdržna napetost obratovalne frekvence - v mokrem	kV rms		
	- zdržna standardna atmosferska udarna napetost	kV		
	- maksimalna prelomna sila	N		
	- plazilna razdalja	mm	min. 2460	
	- izvedba priključka (2N):			
	-material			
	-premer	mm		
33	Skozičniki terciarnega navitja:			
	- material		Porcelan	
	- izolacijski nivo	kV	24	
	- nazivna napetost	kV		
	- nazivni tok	A		
	- kratkotrajni zdržni tok (1 s)	kA		
	- zdržna napetost obratovalne frekvence - v suhem	kV rms		
	- zdržna napetost obratovalne frekvence - v mokrem	kV rms		
	- zdržna standardna atmosferska udarna napetost	kV		
	- maksimalna prelomna sila	N		
	- plazilna razdalja	mm	min. 480	

## TABELE TEHNIČNIH PODATKOV

Št	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Podatek ponudnika (garantirana vrednost)
<b>HLADILNI SISTEM ONAN/ONAF</b>				
34	Razmerje med ONAN/ONAF	%	60/100	
35	Število radiatorjev			
36	Nazivna moč motorja ventilatorja	kW		
37	Število ventilatorjev na transformatorju			
38	Število ventilatorjev na posamezni stopnji			
39	Celotna moč hladilnega sistema ob istočasnem delovanju	kW		
40	Največje število ventilatorjev, ki lahko štartajo istočasno			
<b>REGENERACIJA TOPLOTE</b>				
41	Toplotni izmenjevalec olje/voda bo ustrezal naslednji zaprti zanki	%	60/100	
42	Število radiatorjev			
43	Zmogljivost toplotnega izmenjevalca olje/voda pri zunanji temperaturi -25 °C	kW	150	
44	Izhodna temperatura vode iz toplotnega izmenjevalca	°C	25	
45	Vhodna temperatura vode v toplotni izmenjevalec	°C	5	
46	Indikator pretoka olja			
47	Indikator uhajanja			
48	Temperaturna regulacija olja			
49	Temperaturni žepi			
<b>KONSTRUKCIJA</b>				
50	Največji vzdržni tlak kotla (over operation pressure) in pripadajočih ventilov ter druge opreme pri 24 urni obremenitvi, brez padca tlaka	kPa		
51	Najmanjši podtlak kotla in pripadajočih ventilov ter druge opreme brez trajne deformacije	kPa		
52	Nivo hrupa merjen po IEC 60076-10 - ONAN pri nazivni napetosti (Un)	dB (A)	≤ 66	
53	Nivo hrupa merjen po IEC 60076-10 - ONAF pri nazivni napetosti (Un)	dB (A)	≤ 70	
54	Bruto masa in dimenzije največjega in najtežjega posameznega dela transformatorja, ki bo transportiran in dvigovan med montažo na terenu:			
	- masa	t		
	- dolžina	m		
	- širina	m		
	- višina	m		
55	Bruto masa in dimenzije kompletno opremljenega transformatorja, napolnjenega z oljem:			
	- masa	t		
	- dolžina	m		
	- širina	m		
	- višina	m		
56	Skupna moč vseh pomožnih pogonov transformatorja med trajnim obratovanjem	kW		



Tabela 12: Podatki za izračun temelja - reakcije opreme

REAKCIJE V TOČKOVNIH PODPORAH

Vpliv/obtežba	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]
Lastna teža opreme			
Potres X			
Potres Y			
Potres Z			

REAKCIJE NA LINIJSKE PODPORE

Vpliv/obtežba	$f_{xa}$ [kN/m]	$f_{xb}$ [kN/m]	$f_{ya}$ [kN/m]	$f_{yb}$ [kN/m]	$f_{za}$ [kN/m]	$f_{zb}$ [kN/m]
Lastna teža opreme						
Potres X						
Potres Y						
Potres Z						

**4. LISTA ODSTOPANJ**

No.	Opis odstopanja
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

## TEHNIČNI PRIKAZI

### INVESTITOR

ime in priimek ali naziv družbe	ELES, d.o.o.
naslov ali sedež družbe	Hajdrihova ulica 2, 1000 LJUBLJANA

### OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje	RTP 400/110-220/110/35/10 kV Divača / Rekonstrukcija transformacije 220/110 kV
---------------	--

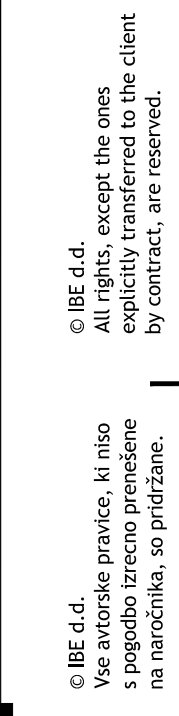
### DOKUMENTACIJA

vrsta dokumentacije	Dokumentacija za razpis (DZR)
številka projekta	R4DI01-A025/601

### PODATKI O DOKUMENTACIJI

strokovno področje	3	NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE
	3/1	Dobava energetskih transformatorjev 220/110 kV T211 in T212
številka načrta		R4DI01-6E/06D





**Predmet zamenjave**

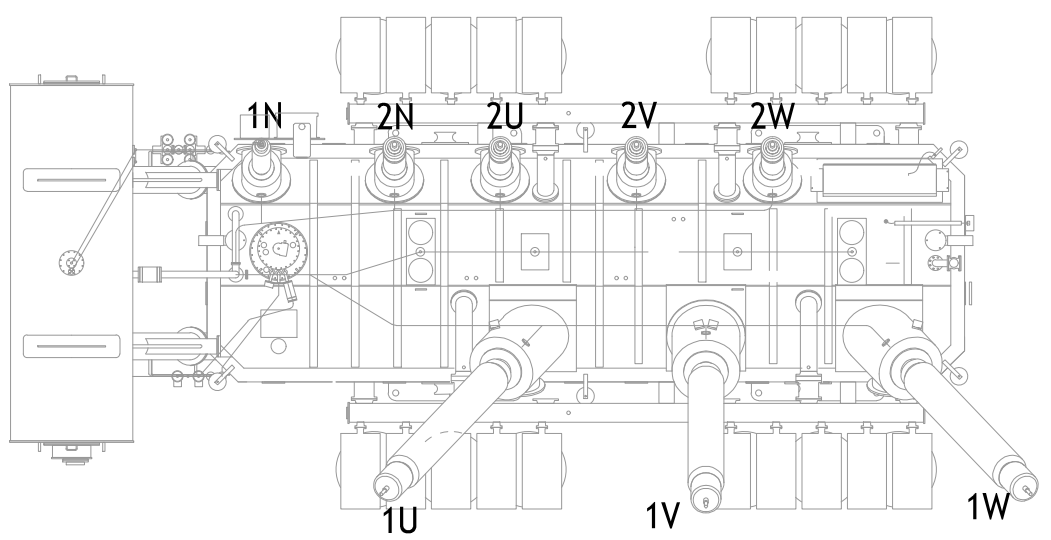
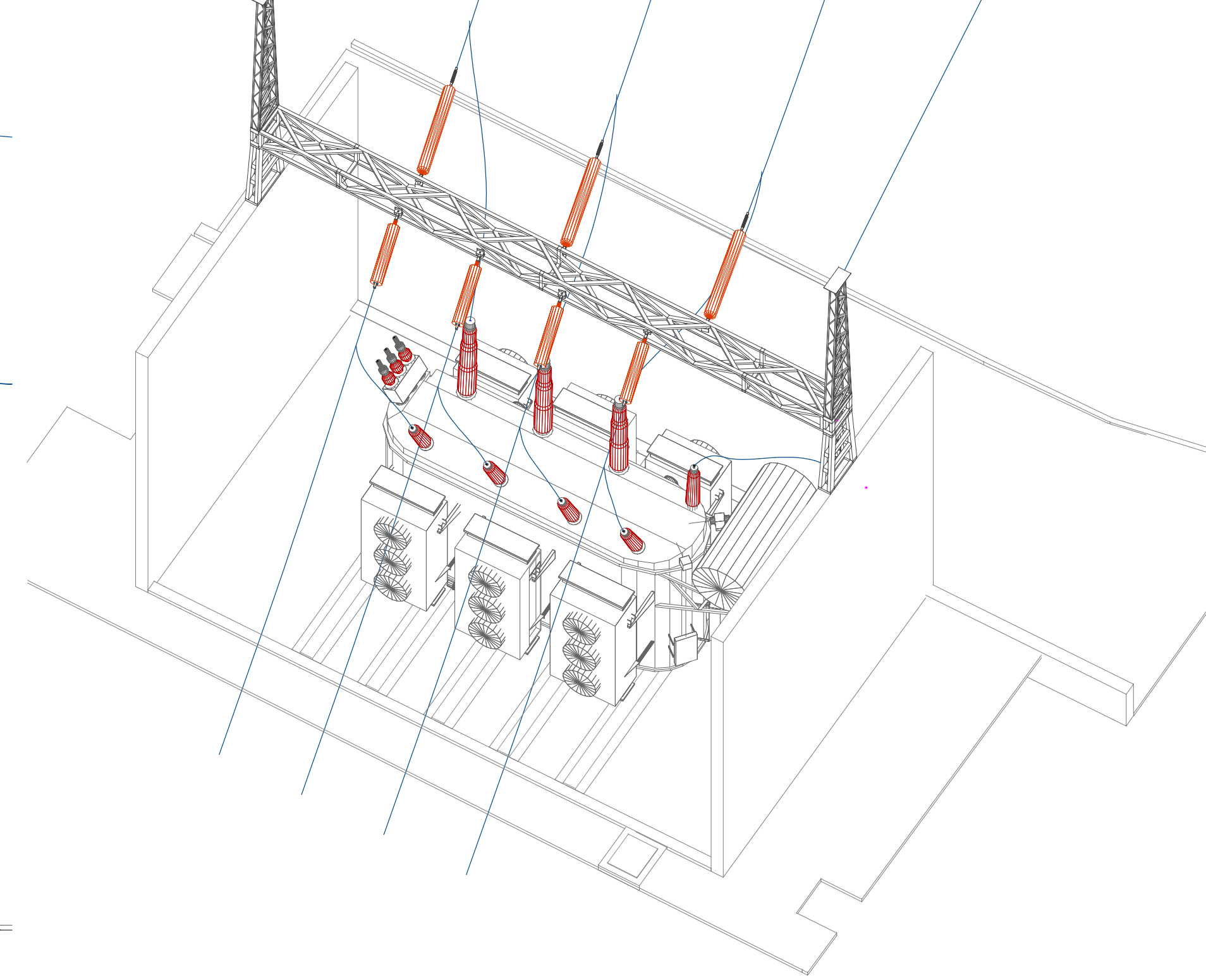
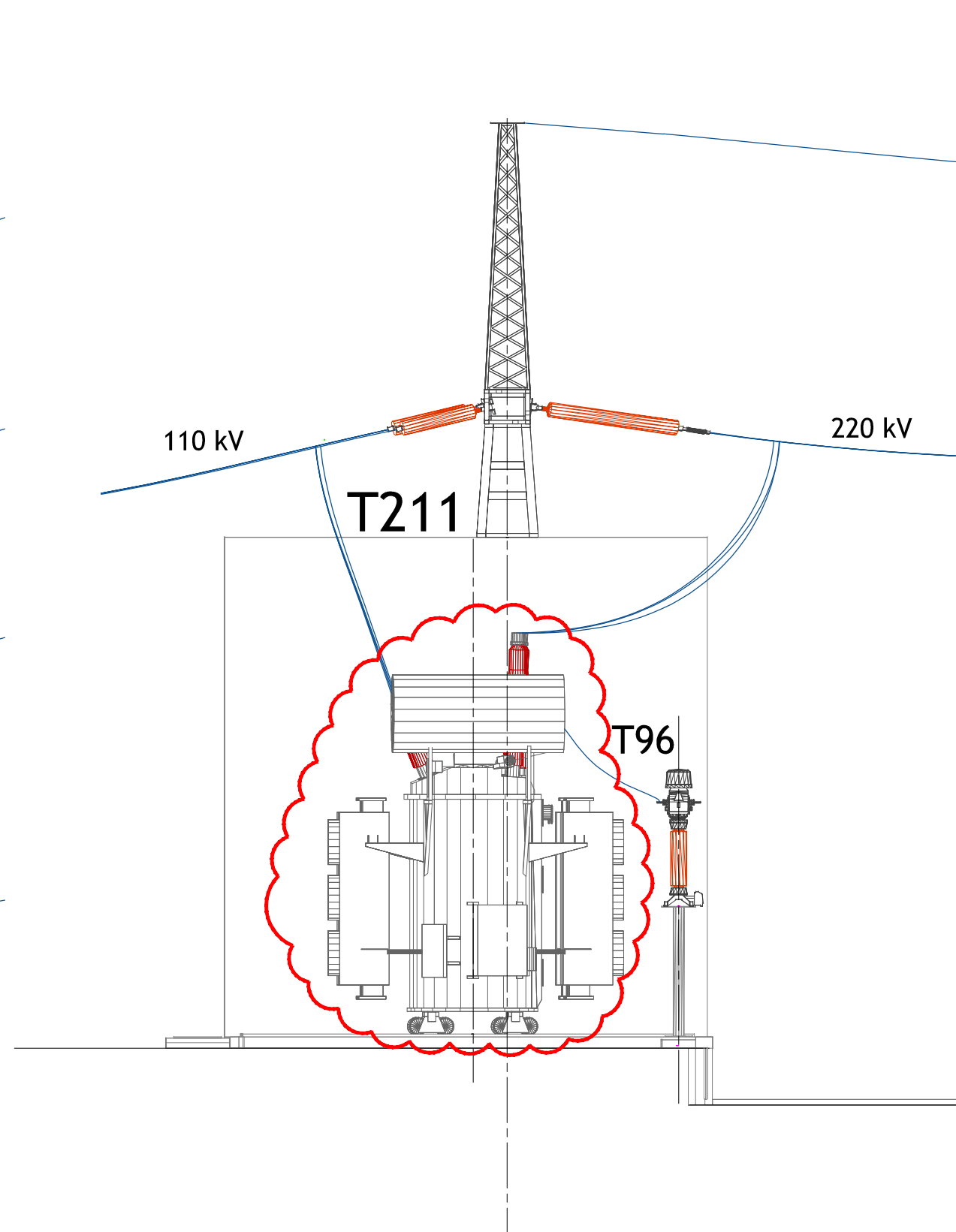
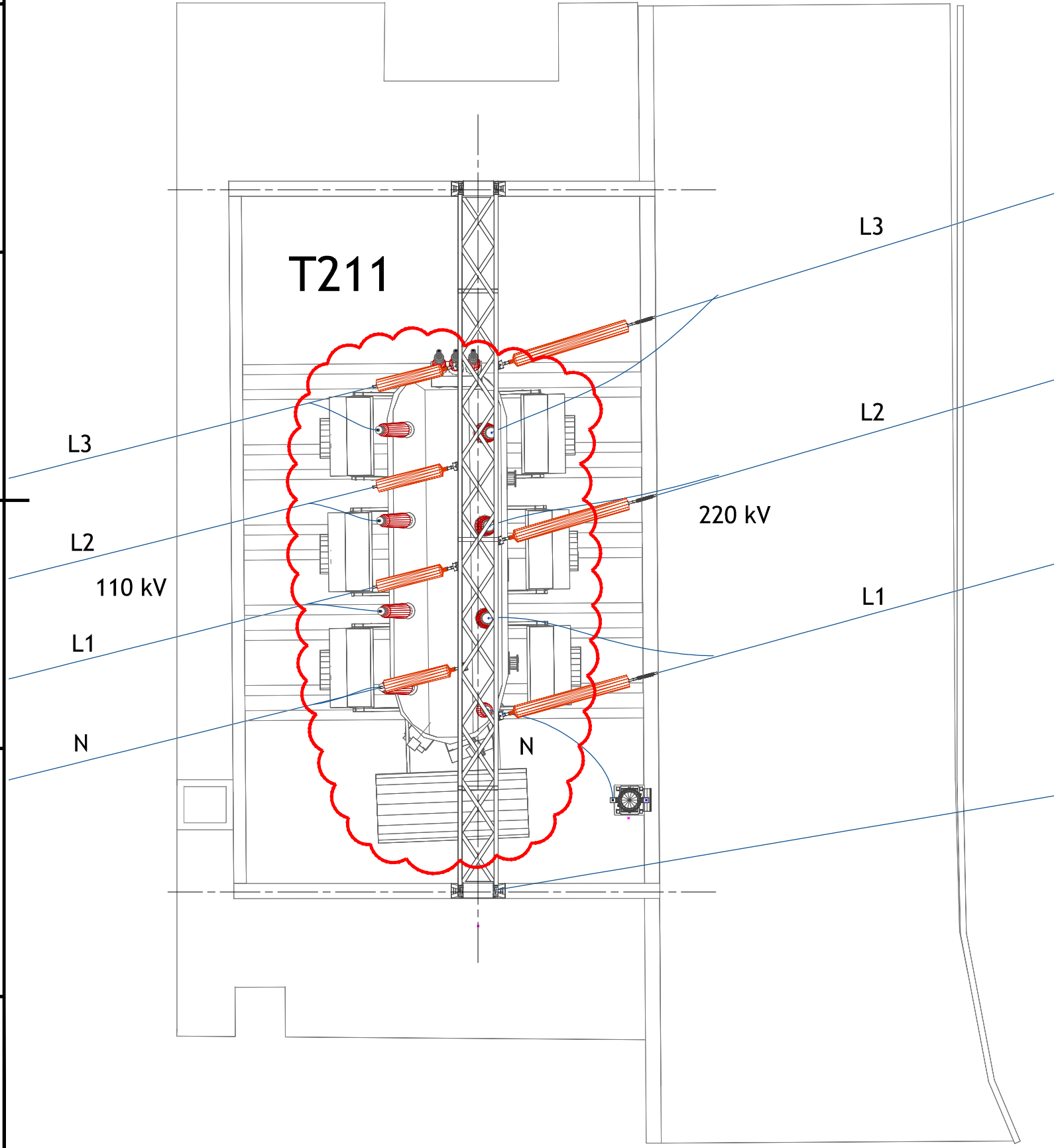
[illegible]



TLORIS

STRANSKI RIS

SPLOŠNA SKICA TRANSFORMATORJA  
FAZNO ZAPOREDJE

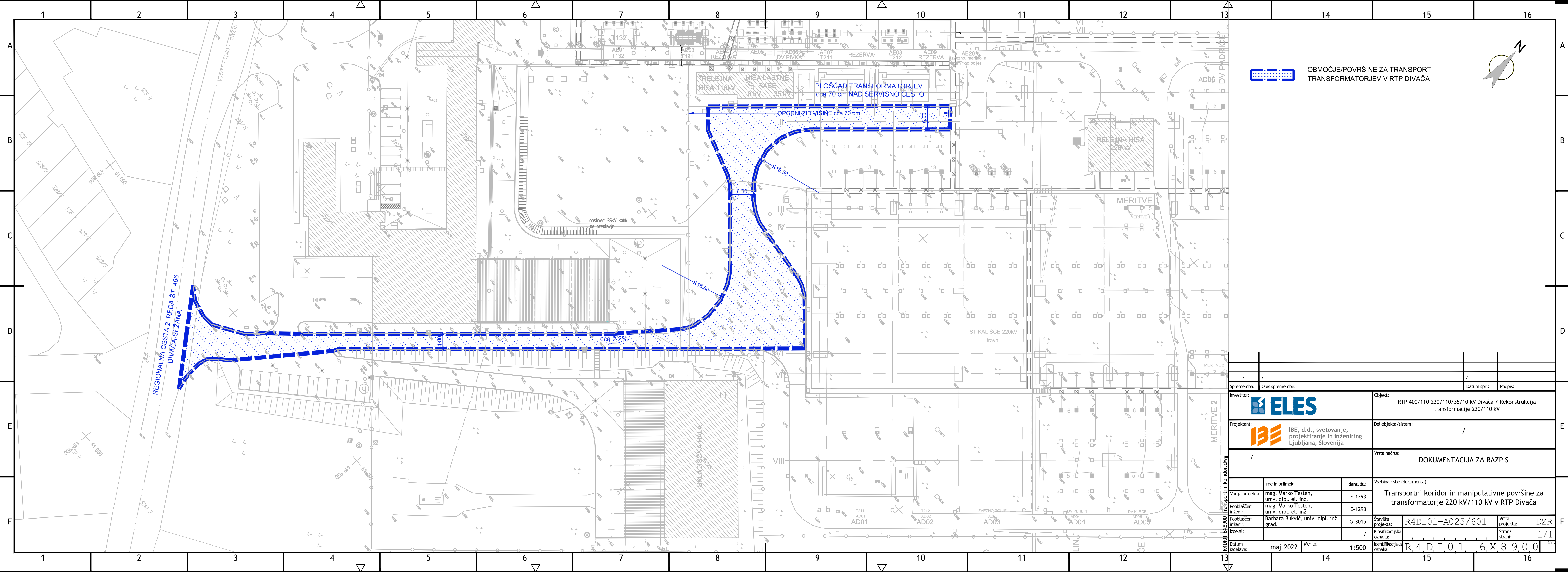


LEGENDA:  
Meja dobave

Sprememba:		Opis spremembe:		Datum spr.:		Podpis:	
Investitor:		Gradnja/objekt:		RTP 400/110 - 220/110 kV Divača			
Projektant:		Del objekta/sistem:		DOBAVA ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA 220/110 kV, 150 MVA			
		Vrsta načrta:		3 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE			
		Vsebina risbe (dokumenta):		220/110 kV TRANSFORMATOR TLORIS IN STRANSKI RIS FAZNO ZAPOREDJE NA VN IN NN DELU			
Vodja projekta:		Ime in priimek:		mag. Marko Testen, univ. dipl. inž. el.		Ident. št.:	
Pooblaščen inženir:		mag. Marko Testen, univ. dipl. inž. el.		E-1293		E-1293	
Izdelal:		I.E.		Številka projekta:		R4DI01-A025/601	
Datum izdelave:		05.2022		Merilo:		1:100	
				Klasifikacijska oznaka:		Y.D.	
				Identifikacijska oznaka:		R_4_D_I_0_1_-6_E_4_1_9_1	
				Vrsta projekta:		DZR	
				Stran/strani:		1/1	

© IBE d.d.  
Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo izrecno prenešene na naročnika, so pridržane.





© IBE d.d.  
Vse avtorske pravice, ki niso  
s pogodbo izrecno prenešene  
na naročnika, so pridržane.

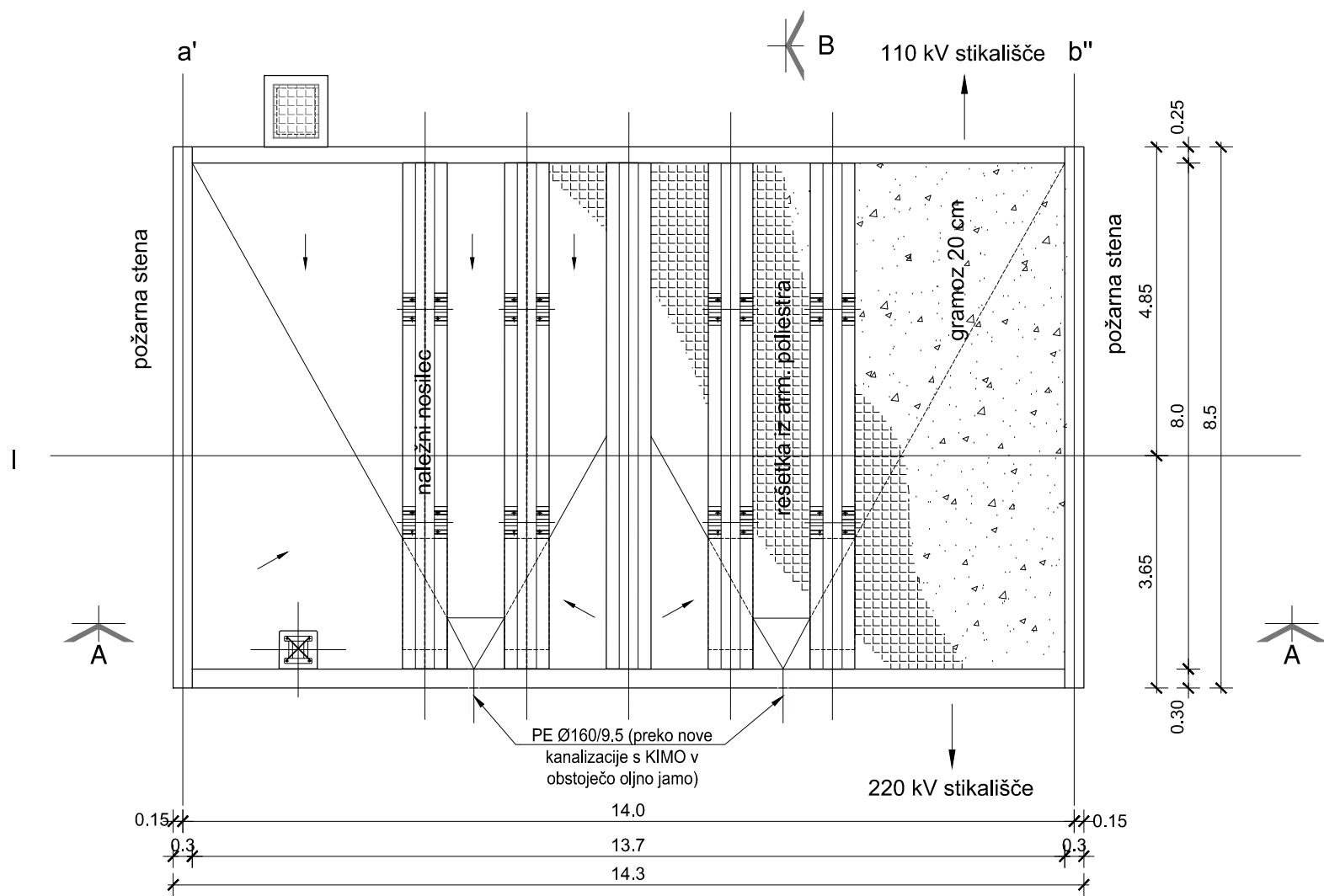
© IBE d.d.  
Vse avtorske pravice, ki niso  
s pogodbo izrecno prenesene  
na naročnika, so pridržane.

© IBE d.d.

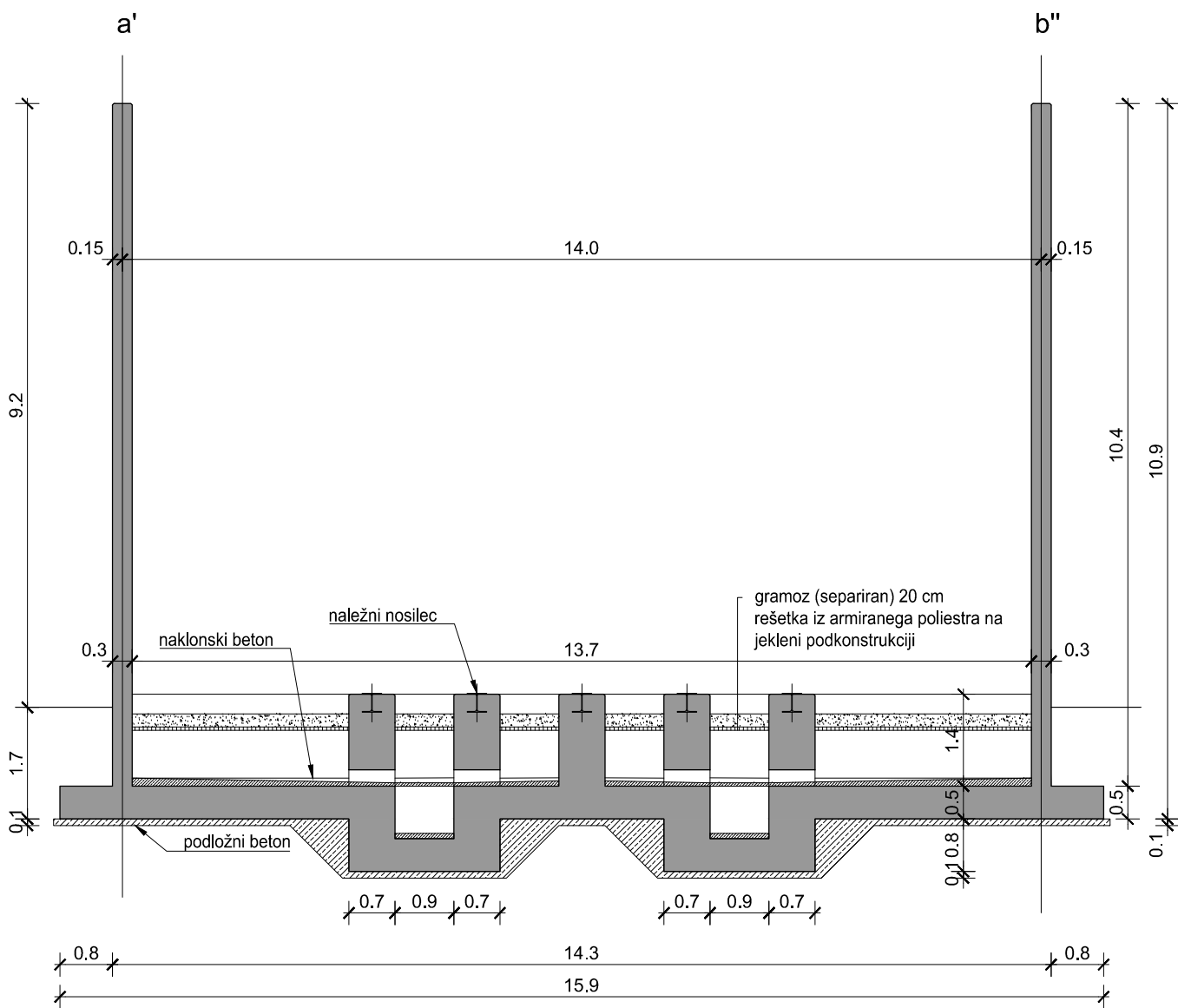
All rights which are not explicitly  
transferred to the employer by  
contract are reserved.

TEMELJ T211 S POŽARNIMI STENAMI

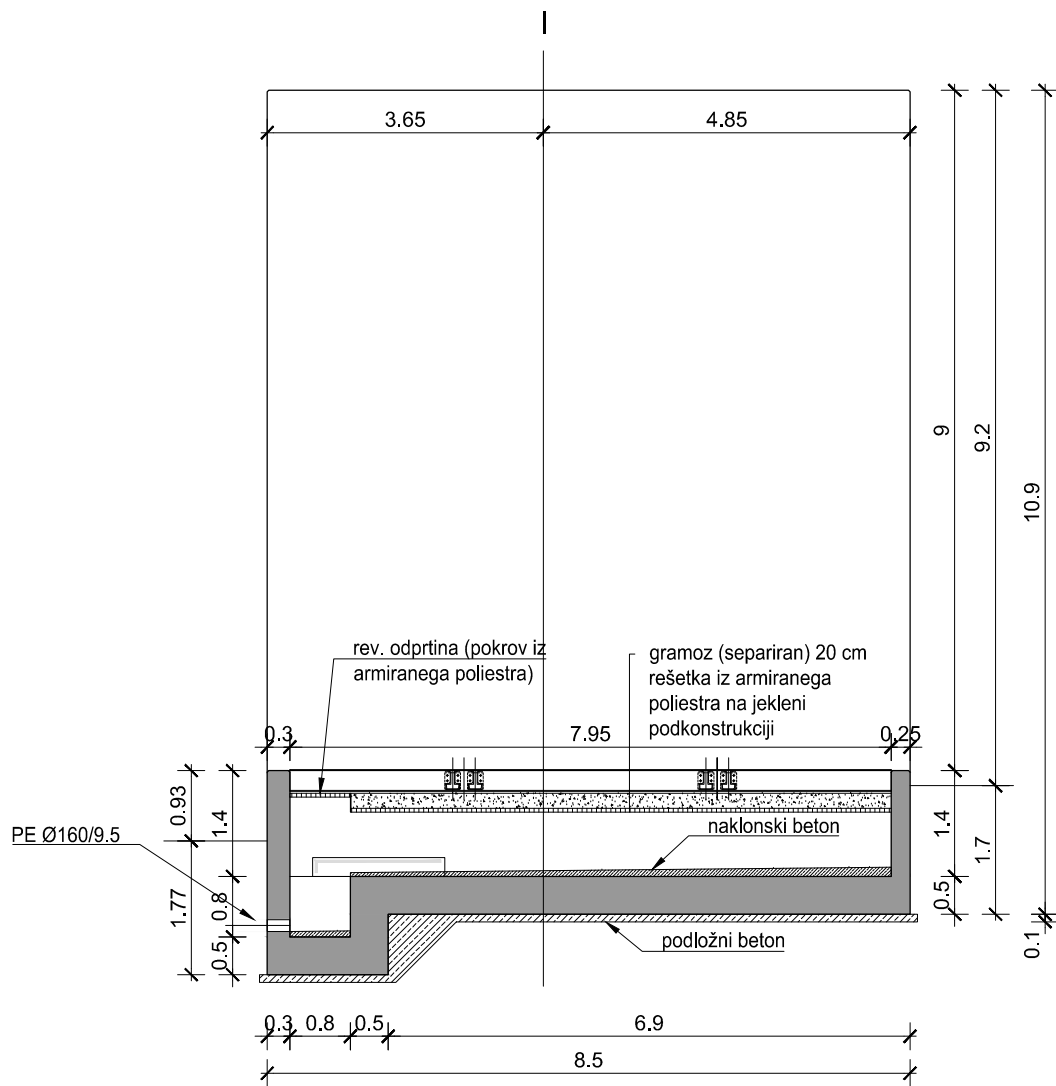
Tloris (mere v m)



Prerez A-A



Prerez B-B



Investitor:		Objekt:	
RTP 400/110-220/110/35/10 kV Divača / Rekonstrukcija transformacije 220/110 kV		Datum spr.:	
Projektant:		Del objekta/sistem:	
IBE, d.d., svetovanje, projektiranje in inženiring Ljubljana, Slovenija		/	
Vrsta načrta:		DOKUMENTACIJA ZA RAZPIS	
Vsebina risbe (dokumenta):		Shema temelja transformatorja T211 s požarnimi stenami	
Ime in priimek:		Ident. št.:	
mag. Marko Testen, univ. dipl. el. inž.		E-1293	
Poblaščen inženir:		E-1293	
Poblaščen inženir:		Barbara Bukvič, univ. dipl. inž. grad.	
Izdela:		/	
Datum izdelave:		maj 2022	
Merilo:		1:100	
Številka projekta:		R4DI01-A025/601	
Klasifikacijska oznaka:		-	
Identifikacijska oznaka:		R_4_D_I_0_1_-6_X_8_9_0_1_-	
Vrsta projekta:		DZR	
Stran/strani:		1/1	