



## **HE Dravograd, HE Vuzenica, HE Vuhred, HE Ožbalt**

■ **DOKUMENTACIJA ZA RAZPIS (DZR)**

■ **3. NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE**

■ **DOBAVA VN NAPRAV**

■ **Rekonstrukcija**

■	Številka projekta:	K-4470
■	Številka načrta / mape:	4470.6E02
■	Revizija:	1
■	Izvod št.:	1

Ljubljana, januar 2026

**PODATKI O UDELEŽENCIH, GRADNJI IN DOKUMENTACIJI**

<b>INVESTITOR</b>	
Naziv družbe	ELES, d.o.o.
Naslov družbe	Hajdrihova ulica 2 1000 Ljubljana
<b>OSNOVNI PODATKI O GRADNJI</b>	
Naziv objekta	HE Dravograd, HE Vuzenica, HE Vuhred, HE Ožbalt
Naziv gradnje	Dobava VN naprav
Vrste gradnje	Rekonstrukcija
<b>DOKUMENTACIJA</b>	
Vrsta dokumentacije	Dokumentacija za razpis (DZR)
Številka projekta	K - 4470
Številka mape	4470.6E02
<b>PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA</b>	
Naziv družbe	Korona d.d.
Naslov družbe	Brnčičeva 19G 1231 Ljubljana-Črnuče
Odgovorna oseba družbe	Jože Ponikvar
Podpis odgovorne osebe družbe	 <div style="float: right;"> <b>KORONA</b> d.d.<sup>1</sup>            Brnčičeva ulica 19G            1231 Ljubljana - Črnuče         </div>
Vodja projektiranja	Bojan Lukavečki, dipl. inž. el. (E-0052)
Podpis vodje projektiranja	 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> <b>BOJAN LUKAVEČKI</b>            dipl.inž.el.            IZS E-0052         </div>
Sodelavci	Tadej Albreht, univ. dipl. inž. el. (E-2219) Boris Lagler, dipl. inž. el. (E-1038) Dejan Madalanović, el. teh.

## VSEBINA

<b>1</b>	<b>PREDMET DOKUMENTACIJE ZA RAZPIS .....</b>	<b>3</b>
1.1	OBSEG DOBAVE .....	3
1.2	OBSEG STORITEV ZA VN OPREMO.....	4
1.3	MEJE DOBAVE .....	4
1.4	OBSEG MONTAŽNIH DEL IN NADZORA .....	5
1.5	SPECIALNA ORODJA .....	5
1.6	REZERVNI DELI .....	5
<b>2</b>	<b>STANDARDI IN PREDPISI .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>SPLOŠNE ZAHTEVE .....</b>	<b>7</b>
3.1	POGOJI VGRADNJE.....	7
3.2	STANDARDNE NAPETOSTI IN KRATKOSTIČNE RAZMERE .....	8
3.3	BARVNO OZNAČEVANJE.....	8
3.4	NAPISNE TABLICE .....	8
3.5	ZASNOVA NAPRAV .....	8
3.5.1	Konstruktivske zahteve .....	9
3.5.2	Nizkonapetostni stikalni in zaščitni elementi .....	10
3.5.3	Ožičenje in priključni elementi .....	11
3.5.4	Materiali in izdelava .....	11
3.5.5	Zaščita proti koroziji.....	11
3.5.6	Pomožna oprema .....	12
3.5.7	Ozemljitev naprav .....	12
3.6	EMBALIRANJE IN TRANSPORT .....	13
<b>4</b>	<b>OZEMLJILNI LOČILNIKI 110 KV.....</b>	<b>13</b>
4.1	KONSTRUKCIJSKE ZAHTEVE .....	13
4.2	ZAHTEVE ZA PRIKLJUČITEV NA SEKUNDARNO OPREMO.....	14
4.3	POGONSKA OMARICA .....	15
4.4	POGONSKI MEHANIZEM .....	15
4.5	PREIZKUSI .....	16
<b>5</b>	<b>MERILNI TRANSFORMATORJI .....</b>	<b>16</b>
5.1	SPLOŠNO .....	16
5.2	TEHNIČNE ZAHTEVE MERILNIH TRANSFORMATORJEV.....	17
5.2.1	Transformatorsko olje in izolacijski papir.....	18

5.2.2	Sekundarna priključna omarica .....	18
5.2.3	Dodatne zahteve za TMT .....	19
5.2.4	Dodatne zahteve za NMT .....	19
<b>5.3</b>	<b>PREIZKUSI .....</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>PRENAPETOSTNI ODVODNIKI .....</b>	<b>20</b>
6.1	SPLOŠNO .....	20
6.2	PREIZKUSI .....	21
<b>7</b>	<b>PREGLEDI IN PREIZKUSI .....</b>	<b>21</b>
7.1	PREVZEMNI PREIZKUSI V TOVARNI.....	22
7.2	PREVZEMNI PREIZKUSI NA OBJEKTU.....	22
<b>8</b>	<b>DOKUMENTACIJA .....</b>	<b>22</b>
8.1	NABOR DOKUMENTOV, KI SE JIH ZAHTEVA OB PREDLOŽITVI V FAZI PREDAJE PONUDBE.....	23
8.2	NABOR DOKUMENTOV, KI SE JIH ZAHTEVA PRED IZDELAVO.....	23
8.3	NABOR DOKUMENTOV, KI SE JIH ZAHTEVA PRED PREVZEMOM FAT.....	24
8.4	NABOR DOKUMENTOV, KI SE JIH ZAHTEVA OB PREVZEMU PO FAT .....	24
8.5	NABOR DOKUMENTOV, KI SE JIH ZAHTEVA OB PREVZEMU NA OBJEKTU .....	25
<b>9</b>	<b>TABELE TEHNIČNIH ZAHTEV ZA VN NAPRAVE.....</b>	<b>25</b>
9.1	OZEMLJILNI LOČILNIKI 110 KV .....	26
9.2	TOKOVNI MERILNI TRANSFORMATORJI 110 KV .....	30
9.3	NAPETOSTNI MERILNI TRANSFORMATORJI 110 kV.....	34
9.4	PRENAPETOSTNI ODVODNIKI 110 kV – POKONČNA IZBEDBA.....	37
9.5	PRENAPETOSTNI ODVODNIKI 110 kV – VISEČA IZBEDBA .....	40
<b>10</b>	<b>GRAFIČNI PRIKAZI .....</b>	<b>43</b>

## 1 PREDMET DOKUMENTACIJE ZA RAZPIS

Predmet DZR za visokonapetostnih (v nadaljevanju VN) naprav v 110 kV stikališčih v HE Dravograd, HE Vuzenica, HE Vuhred, HE Ožbalt za 110 kV polja zajema:

- VN naprave:
  - o Tokovni merilni transformator (v nadaljevanju TMT),
  - o Napetostni merilni transformator (v nadaljevanju NMT),
  - o Prenapetostni odvodniki (v nadaljevanju PO),
  - o Ozemljilni ločilnik.
- rezervne dele,
- storitve.

Razpis obsega:

- dobavo VN opreme, skupaj z vso potrebno dokumentacijo,
- dobavo rezervnih delov in specialnih orodij, potrebnih za montažo in vzdrževanje dobavljene opreme,
- embalažo in transport opreme na objekte (razloženo) z zavarovanjem v času transporta do prevzema opreme,
- v sklopu dobave PO je tudi dobava prenosne naprave za monitoring delovanja za registracijo prenapetosti in preverjanje stanja delovanja PO - daljinsko odčitavanje.

V dobavo opreme niso zajeta gradbena dela, jeklene konstrukcije in montažna dela za postavitve VN opreme.

Rok za dobavo opreme na objekt je naveden v pogodbi o dobavi opreme.

### 1.1 OBSEG DOBAVE

Obseg dobave VN se razlikuje za posamezen objekt po posameznih poljih.

#### HE Dravograd:

110 kV merilno-ozemljilno polje (=EA11):

- Ozemljilni ločilnik.

#### HE Vuzenica

110 kV DV polje (=EA11, =EA10, =EA09, =EA08, =EA07, =EA02, =EA01):

- TMT,
- NMT,
- PO.

110 kV zvezno polje (=EA07):

- TMT.

110 kV merilno-ozemljilno polje (=EA06):

- Ozemljilni ločilnik
- NMT.

### **HE Vuhred**

110 kV DV polje (=EA08, =EA07, =EA06, =EA05, =EA04):

- TMT,
- NMT,
- PO.

110 kV zvezno polje (=EA09):

- TMT.

110 kV merilno-ozemljilno polje (=EA10):

- NMT,
- Ozemljilni ločilnik.

### **HE Ožbalt**

110 kV DV polje (=EA07, =EA03, =EA01)

- TMT,
- NMT,
- PO.

110 kV zvezno polje (=EA05):

- TMT.

110 kV merilno-ozemljilno polje (=EA05):

- NMT,
- Ozemljilni ločilnik.

## **1.2 OBSEG STORITEV ZA VN OPREMO**

Obseg storitev zajema:

- nadzor nad montažo in spuščanje v pogon s strani proizvajalca pooblašene osebe za ozemljilni ločilnik,
- usposabljanje (v nadaljevanju šolanje) končnih uporabnikov na objektu v slovenskem jeziku s strani proizvajalca pooblašene osebe za spuščanje v pogon za ozemljilni ločilnik,
- preizkusi v tovarni (FAT),
- transport opreme do skladišča v RTP Podlog,
- razlaganje na začasnem skladišču v RTP Podlog,
- navodila za vzdrževanje in obratovanje za VN v slovenskem jeziku v skladu s SIST EN 13460.

## **1.3 MEJE DOBAVE**

Za meje dobave VN opreme do skladišča v objektu – razloženo veljajo naslednje mejne točke VN opreme do ostalih postrojev v stikališču:

- VN priključki,
- nizkonapetostni napajalni, krmilni, zaščitni in merilni priključki v krmilnih, ranžirnih, pogonskih ali priključnih omaricah. Interno ožičenje mora biti oštevilčeno, električni elementi pa označeni,
- ozemljilni priključki.

## 1.4 OBSEG MONTAŽNIH DEL IN NADZORA

Vsa montažna dela na objektu, ki so povezana z namestitvijo in priključevanjem VN opreme, bo izvršil izvajalec elektromontažnih del po detajlnih navodilih, ki jih mora pripraviti dobavitelj opreme po tem razpisu.

Elektromontažna dela **NISO** predmet te razpisne dokumentacije.

Nadzor s strani proizvajalca nad montažo opreme, dobavljene v obsegu te razpisne dokumentacije, za zagotovitev garancijskih pogojev **JE** predviden.

## 1.5 SPECIALNA ORODJA

Dobavitelj mora v svoji ponudbi navesti specialna orodja, v kolikor so potrebna za montažo opreme, njen pregled in vzdrževanje. Njihova cena mora biti vključena v skupno ceno opreme.

## 1.6 REZERVNI DELI

Dobavitelj mora dobaviti v ponudbenem predračunu specificirane rezervne dele.

## 2 STANDARDI IN PREDPISI

Načrtovanje, konstrukcija, materiali, izdelava, montaža in preizkušanje vseh del in dobav morajo ustrezati veljavnim standardom in predpisom.

Kot splošno veljajo standardi:

Okrajšava	Polni naziv
SIST	Slovenski nacionalni standardi – glej opombo*
EN	Evropski standardi (CEN, CENELEC, ETSI)
IEC	Mednarodne elektrotehniške komisije
ISO	Mednarodne organizacije za standardizacijo

Opomba: \* **Slovenski standard SIST je prevod evropskega ali mednarodnega standarda EN, ISO ali IEC. Ob sporu ali nejasnosti zaradi besedila slovenskega prevoda v standardih je odločilen izvirni evropski ali mednarodni standard v angleškem jeziku in velja za celoten dokument v nadaljevanju.**

Če v kakšnem primeru ne obstajajo SIST, EN, IEC ali ISO standardi, potem je treba uskladiti rabo ustreznega nacionalnega standarda s priporočili CIGRE, DIN.

Upoštevati je treba še vso veljavno zakonodajo v RS, predvsem s področja graditve objektov, varovanja okolja, varstva in zdravja pri delu ter varstva pred požarom.

V skladu s pozitivno veljavno zakonodajo mora VN oprema ustrezati najmanj naslednjim standardom:

Št.	Oznaka	Naslov standarda
1	SIST EN 50341-1	Nadzemni električni vodi za izmenične napetosti nad 1 kV – 1. del: Splošne zahteve – Skupna določila
2	SIST IEC 60034	Električni rotacijski stroji
3	SIST IEC 60038	Standardne napetosti IEC

Št.	Oznaka	Naslov standarda
4	SIST EN 60071-1	Koordinacija izolacije – 1. del: Definicije, načela in pravila
5	SIST IEC 60099-4	Prenapetostni odvodniki - 4. del: Kovinskooksidni prenapetostni odvodniki brez iskrišč za sisteme z izmenično napetostjo
6	SIST IEC 60156	Izolacijske tekočine – Ugotavljanje prebojne napetosti pri mrežni frekvenci – testna metoda
7	SIST IEC 60168	Tests on Indoor and Outdoor Post Insulators of Ceramic Material or Glass for Systems with Nominal Voltages Greater Than 1 000 V
8	SIST IEC 60247	Izolirne tekočine - Merjenje relativne dielektrične konstante, faktor dielektrične izgube (tangens ) in enosmerne upornosti
9	IEC 60273	Characteristic of indoor and outdoor post insulators for systems with nominal voltages greater than 1000 V
10	SIST IEC 60296	Tekočine za elektrotehniko - Nerabljena mineralna izolacijska olja za transformatorje in omrežne stikalne naprave
11	SIST IEC 60417	Graphical symbols for use on equipment
12	SIST IEC 60422	Mineralna izolacijska olja v električni opremi - Napotki za nadzorovanje in vzdrževanje
13	SIST IEC 60445	Osnovna in varnostna načela za vmesnik človek-stroj, označevanje in razpoznavanje - Razpoznavanje terminalov opreme, končnikov vodnikov in vodnikov
14	SIST IEC 60450	Merjenje povprečne viskozimetrične stopnje polimerizacije novih in starih celuloznih elektroizolacijskih materialov
15	SIST EN 60529	Stopnja zaščite, ki jo zagotavlja ohišje (koda IP)
16	SIST IEC 60567	Z oljem polnjena električna oprema - Vzorčenje plinov in analiziranje prostih in raztopljenih plinov - Napotek
17	SIST IEC 60672	Ceramic and glass-insulating materials
18	SIST EN 60814	Insulating liquids – Oil – impregnated paper and pressboard – Determination of water by automatic coulometric Karl Fischer titration
19	SIST IEC TS 60815-1	Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
20	SIST EN 60869-1	Optični spojni elementi in pasivne komponente – Pasivne optične naprave za krmiljenje moči – 1. del: Rodovna specifikacija
21	SIST IEC 61125	Nerabljene izolacijske tekočine na osnovi ogljikovodikov – Preskusne metode za ocenjevanje oksidacijske stabilnosti
22	SIST IEC 61181	Impregnirani izolacijski materiali - Uporaba analize raztopljenih plinov pri tovarniškem preskušanju električne opreme
23	SIST EN 61198	Mineral insulating oils – Methods for the determination of 2-furfural and related compounds
24	SIST EN 61462	Kompozitni votli izolatorji – Tlačni in breztladni izolatorji za električno opremo z naznačeno napetostjo nad 1000 V – Definicije, preskusne metode, sprejemna merila in načrtovalska priporočila
25	SIST EN 61869-1	Merilni transformatorji - 1. del: Splošne zahteve
26	SIST EN 61869-2	Merilni transformatorji – 2. del: Dodatne zahteve za tokovne transformatorje
27	SIST EN 61869-3	Merilni transformatorji – 3. del: Posebne zahteve za induktivne napetostne transformatorje
28	IEC/TR 61869-103	Instrument transformers – The use of instrument transformers for power quality measurement
29	SIST EN 61936-1	Elektroenergetski postroji za izmenično napetost nad 1 kV – 1. del: Skupna pravila
30	SIST EN 62021-1	Insulating liquids - Determination of acidity - Part 1: Automatic potentiometric titration
31	SIST EN 62271-1	Visokonapetostne stikalne in krmilne naprave - 1. del: Skupne specifikacije
32	SIST EN 62271-102	Visokonapetostne stikalne in krmilne naprave - 102. del: Ločilna stikala za izmenični tok in ozemljitvena stikala



Št.	Oznaka	Naslov standarda
33	SIST EN 62271-100	Visokonapetostne stikalne in krmilne naprave - 110. del: Preklapljanje induktivnega bremena
34	ISO 2179	Elektrolitske prevleke iz kositer-nikljevih zlitin – Specifikacija in preskusne metode
35	ISO 3016	Naftni in sorodni proizvodi iz naravnih ali sintetičnih virov – Določevanje točke tečenja
36	ISO 14001	Sistemi ravnanja z okoljem
37	DIN 4100	Welded structural steelwork – calculation and structural details
38	DIN 46206-3	Terminals for electrical equipment; flat terminals for equipment from and above 52 kV; basic dimensions, coordination
39	DIN 18800	Steel structures
40	EN 50341 (VDE 0210)	Overhead electrical lines exceeding AC 1 kV
41	SIST EN 13460	Vzdrževanje – Dokumentacija za vzdrževanje

### 3 SPLOŠNE ZAHTEVE

VN naprave morajo biti načrtovane in izdelane po najnovejših standardih in strokovnih dognanjih za take naprave. Naprave in materiali morajo ustrezati klimatskim in obratovalnim pogojem na mestu vgradnje.

VN naprave morajo biti v čim večjem obsegu, kolikor to dovoljujejo transportne in druge omejitve, sestavljene pri proizvajalcu.

#### 3.1 POGOJI VGRADNJE

Upoštevanji morajo biti naslednji pogoji vgradnje:

- naprave bodo vgrajene na nadmorski višini do 1.000 m,
- naprave morajo brez poškodb prenesti in obratovati vsaj v temperaturnem območju od - 25 °C do +40 °C (za zunanje prostore), relativna vlažnost do 95 %,
- naprave morajo biti izdelane po predpisih za potresno varno gradnjo EUROCODE 8. Upoštevati je treba projektni pospešek  $a_g = 0,25 g$ ,
- stopnja onesnaženja  $b$  (po IEC/TS 60815-1),
- ledene obloge razred 10 (SIST EN 62271-1),
- naprave morajo biti dimenzionirane za obremenitve hitrosti vetra 42 m/s (1,1 kN/m<sup>2</sup>),
- naprave morajo ustrezati največji dovoljeni glasnosti 85 dB na prostem,
- naprave morajo ustrezati elektromagnetni kompatibilnosti za tovrstne elektroenergetske objekte.

### 3.2 STANDARDNE NAPETOSTI IN KRATKOSTIČNE RAZMERE

Uporabljene standardne napetosti za prenosni sistem in napajanje sekundarnih sistemov:

nazivna napetost [kV]	110
najvišja obratovalna napetost [kV]	123
pričakovane daljnoročne KS razmere na 110 kV zbiralkah ne bodo presegale	3FKS 23 kA*
faktor zemeljskega stika na 110 kV zbiralnicah	≤1,3

izmenična trifazna napetost 400/230 V, ± 5 %, štirižični, ozemljen (TN-C-S)

izmenična enofazna napetost 230 V, ± 5 %, trižični, ozemljen (TN-C-S)

enosmerna napetost za krmiljenje in zaščito 110 V, +15 %, -10 %, neozemljen s kontrolo izolacije

V tej točki navedene napetosti so v skladu z SIST EN 60038. Frekvenca izmeničnega sistema je 50 Hz. Vse napetosti in tokovi so RMS.

Opomba\*: Po dogovoru z naročnikom se obremenitve na VN opremi računajo pri trifaznem kratkostičnem toku 23 kA.

### 3.3 BARVNO OZNAČEVANJE

V splošnem naj označevanje na krmilnih panelih, električnih povezavah in podobno, sledi priporočilom IEC. Električne povezave naj bodo barvno označene po SIST EN 60445 ali pa enobarvno s tem, da so na žičnih zvezah navedene številčne oznake.

Vse zaščitne povezave (PE in PEN) naj bodo izvedene z vodniki, ki imajo rumeno/zeleno oznako.

### 3.4 NAPISNE TABLICE

Vse oznake in napisne tablice morajo biti v skladu s standardom SIST EN 62271-102 za ozemljilne ločilnike. Napisane morajo biti v slovenskem jeziku in nameščene na vidnem mestu. Narejene morajo biti iz nerjavečega materiala. Vsebino napisnih tablic mora pred izdelavo potrditi družba ELES.

Tablice na vseh VN napravah, ki so predmet dobav- morajo vsebovati njegove tehnične podatke.

Napisne tablice za merilni transformator za primarne priključke morajo biti izdelane z jasno vidnimi napisi oznak le-teh.

### 3.5 ZASNOVA NAPRAV

Naprave morajo biti zasnovane tako, da je omogočena njihova vgradnja na predvideno mesto, ustrezati morajo vsem tehničnim pogojem, omogočeno mora biti enostavno vzdrževanje ter zanesljivo in varno obratovanje. Ob zasnovi mora proizvajalec upoštevati zadnje izsledke

dobre inženirske prakse ter najnovejša mednarodna ali nacionalna priporočila in standarde. Pri zasnovi je treba upoštevati vse pogoje vgradnje ter kompatibilnost z obstoječimi napravami in inštalacijami na objektu.

Posamezni deli opreme na objektu morajo biti, kjer je to mogoče, kar najbolj standardizirani. S tem je omogočeno optimiziranje rezervnih delov in poenostavitev vzdrževanja, zamenjave ali nadomestitve.

VN naprave z vsemi pomožnimi deli potrebnimi za normalno obratovanje morajo biti popolnoma brez pomanjkljivosti. Ob zasnovi, izvedbi in montaži opreme mora proizvajalec upoštevati s predpisi zahtevane zaščitne ukrepe in ozemljitve. Pri tem je treba upoštevati tudi zahteve ustreznih standardov.

Vsi deli električnih naprav, ki lahko pridejo pod napetost, morajo biti mehansko zaščiteni pred nehotenim dotikom ali dodatno izolirani. Mehanska zaščita se lahko odstrani le s posebnim orodjem.

Vse naprave morajo imeti primarne priključne sponke iz materiala, ki dovoljujejo direktno priključitev aluminijastega spončnega materiala. Primarni priključki VN naprav morajo biti standardne ploščate oblike po DIN standardih.

Vsi jekleni deli morajo biti vroče cinkani za zaščito proti rjavenju.

Vse VN naprave morajo biti odporne na tresljaje in nihanja v primeru potresa ali pod vplivom sil kratkega stika.

### **3.5.1 Konstrukcijske zahteve**

VN naprave morajo biti konstruirane po najnovejših tehniških izsledkih s stopnjo mehanske zaščite najmanj IP54 za naprave, ki bodo nameščene v zunanjih prostorih. Stopnja oznake mehanske zaščite mora biti navedena na napisni tablici.

VN naprave morajo imeti predpisane priključke za ozemljitev.

Konstrukcija naprav mora biti prilagojena transportu po železnici ali cesti. Za vsako vrsto naprave je treba navesti del z največjo maso in izmere embalarane naprave.

Vse naprave, katere masa je večja od 50 kg, morajo biti opremljene s kljukami za prenašanje pri transportu in montaži.

Nizkonapetostne priključne sponke, releji in merilni instrumenti morajo biti nameščeni na zaščitenem delu, ki je lahko dosegljiv tudi med obratovanjem, obenem pa onemogoča slučajni dotik delov pod napetostjo. Oznake priključkov morajo biti jasne in na vidnem mestu.

Omogočen mora biti lahek dostop do sponk ali priključkov in servisiranje naprav in njihovih delov. Elementi za ročno krmiljenje in nadzor morajo biti nameščeni na višini od 80 do največ 180 cm od končne višine tal.

Vse naprave morajo biti prilagojene za priključek kablov preko kabelskih uvodnic s spodnje strani. Priključki morajo biti nameščeni tako, da je omogočen lahek dostop in priključevanje.

Vsaka omara ali omarica mora imeti na delu, kjer bodo ozemljeni plašči kablov, ustrezno pripravljeno eno ali več ozemljitvenih zbiralk, ki bodo omogočile pravilno izvedbo ozemljitve oklopa glede na priporočila o omejevanju sekundarnih prenapetosti v električnih postrojih.

Vse naprave morajo biti narejene tako, da živali ne morejo povzročati kratkih stikov. Na spodnji strani omar ali omaric se uporabi pločevinaste zaporne plošče s kabelskimi uvodnicami.

Vse naprave, povezave in kabelski dovodi morajo biti izdelani tako, da se prepreči izbruh požara, njegovo razširjanje ali kakršnokoli škodo povzročeno z ognjem.

Vse omare in druga oprema morajo biti opremljene s priključki/sponkami ustrezne kakovosti, proizvod proizvajalca s renomiranimi referencami na tem področju in oštevilčene s trajnimi številkami oziroma oznakami. Zahtevane so sponke proizvajalcev Weidmueller, Phoenix, Cabur ali ekvivalentni po kvaliteti. Vse žične zveze morajo nositi oznake elementov/sponk, na katere so priključene.

Vsi stikalni in zaščitni elementi (odklopniki, stikala, avtomati, varovalke, idr.) morajo biti kvalitetne izvedbe, proizvod proizvajalca s pozitivnimi referencami na tem področju. Zahtevani so elementi proizvajalcev ETI, Eaton, Siemens, Schneider, ABB, Finder, Allen Bradley, Omron ali ekvivalentnih po kakovosti. Elementi morajo biti v omari nameščeni v logičnem vrstnem redu.

V vsakem primeru mora biti mogoč izklop napajanja omare ali omarice s pomočjo v omarici nameščenih ročno krmiljenih stikalnih elementov. Za lažje spremljanje delovanja in obratovalnih stanj opreme mora biti na vratih izvedena ustrezna signalizacija.

Naprave morajo biti modularne, sestavljene iz enot, ki so primerne za lahek transport in enostavno vgradnjo. Sestavni deli morajo biti hitro zamenljivi brez posebnega orodja.

Vsi stiki vodnikov morajo biti ustrezno obdelani (posrebreni ali cinjeni) in v skladu z veljavnimi standardi.

VN naprave morajo biti sposobne prenesti vse električne, mehanske in termične obremenitve, do katerih lahko pride med normalnim obratovanjem in ob morebitnih kratkih stikih.

Deli pod napetostjo ter med deli pod napetostjo in ozemljenimi deli morajo razdalje ustrezati veljavnim tehničnim predpisom in standardom.

Vse omare in omarice morajo biti iz nerjavne pločevine (inox, ALU, idr.). Končna plast mora biti mehansko odporna in zaščitena proti poškodbam zaradi zunanjih vplivov in obratovalnih pogojev.

Pogonske in priključne omarice ločilnikov morajo biti opremljene z avtomatsko krmiljenim antikondenzacijskim grelcem in nastavljivimi termostati.

Vsaka naprava mora biti opremljena s tovarniškimi in tipskimi oznakami ter z napisnimi tablicami za označitev namena in uporabe v slovenskem jeziku.

Deli naprav, ki bodo stalno ali občasno na visokem potencialu, morajo biti zaščiteni pred nenamernim dotikom in po predpisih vidno označeni.

### **3.5.2 Nizkonapetostni stikalni in zaščitni elementi**

Uporabljeni zaščitni avtomati morajo biti brez povratnega vžiga, z vzmetnim pogonskim mehanizmom. Daljinsko krmiljeni stikalni elementi naj imajo poleg električnega tudi možnost ročnega krmiljenja. Opremljeni morajo biti s pomožnimi kontakti.

Vsak zaščitni avtomat mora imeti najmanj dva potencialno prosta kontakta, ki sta sklenjena (signalizacija izpad) v primeru delovanja zaščite.

Avtomatska zaščitna stikala morajo biti enopolna ali tripolna, ustrezno tokovno dimenzionirana, z zatesnjenim izklopnim mehanizmom. V skladu s posebnimi tehničnimi pogoji morajo biti opremljena s pomožnimi kontakti.

Kontaktorji morajo biti zračne izvedbe z obločnim izklopom razreda AC 3 po IEC standardih. Vklapljeni morajo zdržati možen tok okvare do delovanja ustreznega selektivnega pretokovnega zaščitnega elementa. Termični pretokovni sprožnik mora biti nastavljiv, ustrezati mora obratovalnim zahtevam 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 (tipkala) 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. Sposobni morajo biti preklopa nazivnih tokov. Po potrebi imajo prigradjene HRC varovalke.

### **3.5.3 Ožičenje in priključni elementi**

Celotno ožičenje v krmilnih in pogonskih omaricah mora biti izvedeno z bakrenimi žicami in mnogožičnimi vodniki minimalnega preseka vodnika 1,5 mm<sup>2</sup>. Izolacijski material mora biti ognjeodporen PVC ali drug material s podobnimi lastnostmi. Brez posledic mora zdržati vse obratovalne električne in druge obremenitve na mestu vgradnje.

Na vseh ožičenih priključkih morajo biti montirani žični končniki ustreznih dimenzij glede na debelino žičnih zvez. Vsi zunanji priključki morajo biti izvedeni na enem ali več ločenih spončnih letvah. Spončne letve morajo biti ustrezno oštevilčene.

Sponke morajo biti nameščene na DIN letvi. Biti morajo samostojne, negorljive, z dvema ločenima pritrdilnima ploščicama, primerne za spoj vhodnih ali izhodnih kompaktnih ali pletenih vodnikov. Vsaka spončna letva mora vsebovati dodatnih 20 % rezervnih sponk kategorije C. Med vsakim tokokrogom in različnimi kategorijami se uporabijo izolacijske pregrade. Njihova oblika mora biti taka, da zagotavljajo zadostno zaščito, obenem pa tudi enostaven dostop do sponk.

Proizvajalec mora pravilno površinsko zaščititi priključke proti oksidaciji in kvarnim pojavom elektrolize. Vsi priključki morajo biti trajno in pravilno označeni z identifikacijskimi številkami, ki so neobčutljivi na vlago in olje.

### **3.5.4 Materiali in izdelava**

Uporabljeni materiali morajo biti novi, prvorazredne kakovosti, primerni za uporabo, brez hib in pomanjkljivosti ter v skladu z zahtevami zadnjih izdaj navedenih standardov.

Vse površine morajo biti ravno 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 ostalo oblikovanje materiala.

V splošnem dovoljene projektirane obremenitve materialov in jeklenih konstrukcij ne smejo presegati zahtevanih vrednosti iz standardov DIN 18800 in za varjene dele DIN 4100.

Postopek kontrole vhodnih materialov in posameznih stopenj izdelave ter končnega izdelka mora biti dokumentirano preverjen po načrtu zagotovitve kakovosti proizvajalca naprav.

### **3.5.5 Zaščita proti koroziji**

Vse naprave morajo biti ustrezno zaščitene proti koroziji.

Predvidena kategorija korozivnosti je C3. Izbrana trajnost zaščite je dolgo (H) nad 15 let.

Zaščitni materiali morajo biti standardne proizvodnje, dobavljeni s strani na tem področju izkušenega in potrjenega proizvajalca. Pred nanašanjem prvega sloja mora biti površina ustrezno očiščena, pripravljena in popolnoma razmaščena, enako velja tudi za vsak naslednji nanos. Določeni deli morajo biti pred nanosom galvanizirani, vroče cinkani in metalizirani.

Če ni drugače zahtevano, morajo biti vse notranje ali zunanje površine jeklenih konstrukcij, ki so izpostavljene vlagi kot tudi vijaki, matice, podložke in ostali drobni material vroče galvanizirani, elektrolitsko galvanizirani ali drugače ustrezno zaščiteni. Priprava in postopek galvanizacije, kjer je lahko uporabljen le originalni v topilni peči pridobljeni cink, čistoče najmanj 98,5 %, morajo potekati po zahtevah standarda EN 50341-1 (VDE 0210) in v skladu s predloženim programom. Kjer se spajajo materiali, na spoju katerih se lahko pojavi elektroliza, morajo biti le-ti ustrezno galvansko zaščiteni, povezani pa morajo biti z inox vijačnim materialom.

V kolikor so z galvanizacijo zaščitene površine poškodovane, je treba razen v primeru manjših poškodb galvanizacijo ponoviti. Takrat se lahko uporabi ustrezna reparatura renomiranega proizvajalca. Če tudi po drugem potapljanju ostanejo poškodbe, je treba del zavriniti. Proizvajalec mora izvajati kontrolo uspešnosti zaščite proti koroziji, katere načrt potrdi investitor.

Za zaščito proti koroziji velja splošna garancijska doba, ki začne veljati po prevzemu naprav. V tem času se mora proizvajalec obvezati, da bo na svoje stroške odpravil vse ugotovljene pomanjkljivosti. Po preteku garancijske dobe za zaščito proti koroziji barvane ali galvanizirane površine ne smejo biti korodirane bolj kot RE 1 (ena) po evropski lestvici za protikorozijsko zaščito (The corrosion committee of the Royal Swedish Academy of engineering Sciences, Stockholm, Švedska).

### **3.5.6 Pomožna oprema**

Kjer je to zahtevano, morajo biti elementi opremljeni s pomožnimi stikali, kontaktorji in mehanizmi za indikacijo, zaščito, meritve, krmiljenje, zapahovanje in druge tovrstne funkcije. Vsi kontakti pomožnih stikal morajo biti ožičeni na spončno letev. Pomožna stikala morajo biti vgrajena na dosegljivem mestu in ustrezno zaščitena, imeti morajo kakovosten kontaktni sistem.

Antikondenzacijski grelci, napajani z izmenično enofazno napetostjo morajo ohranjati temperaturo v notranjosti omare ali omarice približno 5 °C nad temperaturo okolice in s tem preprečiti kondenziranje vlage. Grelci v stikalnih omarah, krmilnih omarah, panelih itd. morajo biti avtomatsko krmiljeni z nastavljivimi termostati. Vse omare, ne glede na to, če so opremljene z grelci ali ne, morajo imeti drenažne odprtine in kanale za stekanje morebiti nastalega kondenza iz omare.

Zaščitne naprave morajo biti ustrezno izbrane za zaščito uporabljenih elementov in delov sistema. Zaščitne naprave morajo biti opremljene z vsemi potrebnimi pomožnimi napravami kot sprožniki, časovnimi releji, zunanjo ročno resetirno napravo z zastavico in podobno. Omogočati morajo enostaven dostop za testiranje in nastavitve. Izklop zaradi delovanja zaščite mora biti signaliziran kot alarm.

### **3.5.7 Ozemljitev naprav**

Osnovni namen ozemljitev naprav je:

- zaščita ljudi, ki prihajajo v stik z napravami,
- zaščita same naprave in ostalih naprav, ki so z njo povezane in
- zmanjšanje električnih motenj.

Na osnovi navedenega delimo ozemljitve na:

- a) zaščitno ozemljitev, to je ozemljitev tistih delov naprav, ki ne pripadajo njihovim električnim tokokrogom. Običajno so to izolirani deli naprav, na katerih lahko zaradi poškodbe izolacije nastane nevaren potencial,

- b) obratovalno ozemljitev, to je ozemljitev tistega dela naprav, ki je stalno ali občasno sestavni del obratovalnega električnega tokokroga.

Vsi kovinski deli naprav, ki v normalnem obratovanju niso pod napetostjo in lahko pridejo v stik z obratovalnim in vzdrževalnim osebjem, morajo biti galvansko povezani z nosilno jekleno konstrukcijo naprave.

### **3.6 EMBALIRANJE IN TRANSPORT**

Dobavitelj je dolžan vse naprave ustrezno embalarati tako, da je zaščitena pred morebitnimi poškodbami med transportom do objekta in v objektu ali poškodbami zaradi nepravilne embalaže. Vsak kos embalaže mora biti na dveh nasprotnih straneh vidno označen, oznaka mora vsebovati osnovne podatke o vsebini, masi in z navodili za pravilno ravnanje. Vsi kosi naprav z maso, večjo od 50 kg, morajo biti opremljeni za strojni transport na objektu. Vsi električni deli, ki bi jih lahko poškodovala vlaga, morajo biti v vodotesno zaprti embalaži. Ta mora ustrezno zaščititi napravo v dobi najmanj dveh let. V primeru embalaže iz lesa je treba upoštevati direktivo Evropske komisije 2004/102/ES in mednarodni standard za fitosanitarne ukrepe ISPM-15.

Rezervni deli morajo biti ločeni od ostale opreme v embalaži, ki zdrži skladiščenje najmanj 10 let.

Dobavitelj sam organizira celotno nalaganje, transport in razlaganje naprav in materiala. Pregledati mora možnosti in način transporta težkih in velikih kosov naprave do objekta in v objektu do končnega mesta vgradnje, o čemer mora vsaj tri delovne dni pred transportom natančno obvestiti investitorja.

Transport opreme do skladišča je možen po cesti.

## **4 OZEMLJILNI LOČILNIKI 110 kV**

Ozemljilni ločilnik je v tripolni izvedbi z enim pogonskim mehanizmom za vse tri pole vgrajen na sredinskem polu (razdalja med poli se razlikuje med objekti).

### **4.1 KONSTRUKCIJSKE ZAHTEVE**

Ozemljilni ločilniki morajo biti izdelani za zunanjo montažo, grajeni za trajno obratovanje pod pogoji, ki so navedeni v tabelah ustreznosti za ozemljitvene ločilnike. Izdelani morajo biti tako da ustrezajo pogojem in zahtevam navedenim v standardih SIST EN 62271-1, SIST EN 62271-102 in IEC 60273 ter pripadajočimi standardi, ki jih pojasnjujejo in dopolnjujejo.

Vsi postopki izdelave naprave morajo potekati v skladu s standardom ISO 9001 in ISO 14001, za kar mora proizvajalec predložiti ustrezne dokaze. Ozemljilni ločilniki morajo biti konstruirani in narejeni iz primernih materialov in dimenzij, ki zagotavljajo mehansko in termično odpornost tudi v pogojih kratkega stika v celotni predvideni življenjski dobi. Ozemljilni ločilniki morajo biti izdelani na osnovi QA programa in morajo imeti za to vso potrebno dokumentacijo.

Ozemljilni ločilniki morajo biti dobavljeni kompletno s pogonskim mehanizmom in z izvedenimi notranjimi povezavami z vso potrebno opremo za normalno in nemoteno obratovanje. Vse notranje povezave in nizkonapetostne vrstne sponke morajo imeti alfanumerične oznake, ki se skladajo z električnimi shemami. Pogonski mehanizem mora biti za montažo v pokončnem položaju za vse tri pole hkrati.

Ozemljilni ločilniki morajo imeti nože izvedene iz aluminijeve zlitine. Kontakti naj bodo izdelani iz bakra, galvaniziranega s srebrom, na stičnih površinah z aluminijem morajo biti pocinjeni.

Ozemljilni noži morajo biti pobarvani z rumenimi RAL 1018 in zelenimi RAL 6003 pasovi. Dolžina pasu mora biti 10 % dolžine ozemljilnega noža. Barva mora biti trajno obstojna na vse vremenske vplive na mestu montaže (UV žarki, visoke temperature, idr...).

Primarni priključki morajo biti izvedeni/zdelani iz aluminija min. Ø 50/120 mm oz. za zahtevano tokovno obremenitev. Kontaktna površina za priključitev spončnega materiala mora biti kakovostno mehansko obdelana. Ozemljilni ločilniki morajo biti za ozemljitev opremljeni z vijakom M12.

Zglobi morajo biti izvedeni na način, ki ne potrebuje dodatnega mazanja z mazivi ali olji in drugega vzdrževanja (maintenance free) v celotni življenjski dobi.

Izolatorji morajo biti izdelani iz kakovostnega in homogenega neporoznega porcelana C130 ali iz kompozitnih materialov. Prav tako naj ustrezajo IEC standardu (najmanj IEC 60273). Zunanja površina porcelanastih izolatorjev mora biti v celoti glazirana z rjavo glazuro (RAL 8017). Material za izolatorje mora biti vrste C130 v skladu s SIST EN 60672, prirobnice morajo biti pritrjene s portland cementom brez žvepla. Tolerance dimenzij morajo biti po IEC 60273.

Kompozitni materiali morajo biti v skladu s standardom SIST EN 61462. Jedro izolatorja mora biti izdelano iz umetnih smol ojačenih s steklenimi vlakni, izolacijska obloga pa mora biti iz silikonske gume (SIR) vulkanizirane pri visoki temperaturi (HTV). Izolatorji morajo biti v celoti izdelani z vlivanjem, brez uporabe lepil. Prirobnice morajo biti izdelane iz litega železa, tesnjenje izolatorja mora biti izvedeno s posebnim lepilom in kombinacijo silikonskih tesnilnih mas. Na izolatorjih morajo biti jasno navedeni tip, proizvajalec in serijske številke posameznih izolatorjev, ki se morajo ujemati s predloženo dokumentacijo o izvedenih kosovnih preizkusih skladno s pripadajočimi standardi. Dobavitelj mora najkasneje pred prevzemom priložiti kopijo tipskega, serijskega in kosovnega ter prevzemnega preizkusa za vsakega od vgrajenih kompozitnih izolatorjev v skladu s standardom SIST EN 61462.

Za tesnjenje je dovoljena uporaba izključno obročnih tesnil, vlitih v celoti, brez uporabe lepil. Tesnjenje ohišja mora biti pred vgradnjo atestirano na neprepustnost. Tesnjenje mora biti takšne izvedbe, da zagotavlja zanesljivost in popolno hermetičnost ter brez potrebe po vzdrževanju v celotni življenjski dobi naprav.

Na izolatorjih morajo biti jasno navedeni proizvajalec, tip in serijske številke posameznih izolatorjev, ki se morajo ujemati s predloženo dokumentacijo o izvedenih kosovnih preizkusih skladno s pripadajočimi standardi. Dobavitelj mora najkasneje ob prevzemu priložiti kopijo tipskega, serijskega in kosovnega ter prevzemnega preizkusa za vsakega od vgrajenih izolatorjev v skladu s standardom SIST EN 61462.

## **4.2 ZAHTEVE ZA PRIKLJUČITEV NA SEKUNDARNO OPREMO**

Vsi priključki na sekundarno opremo morajo biti izvedeni na enem mestu (v eni omarici). V pogonski omarici mora biti nameščeno tripoložajno preklopno stikalo lokalno/0/daljnjsko. Preklopno stikalo mora imeti poleg tovarniško zasedenih pomožnih kontaktov še najmanj toliko dodatnih prostih kontaktov, kot je navedeno v zahtevah za priključitev na sekundarno opremo. Prosti kontaktni ne smejo biti razmnoženi ali galvansko sklenjeni.

### **Položajna signalizacija**

Pri izvedbi položajne signalizacije je treba upoštevati:

- da se signalizacija ne sme razmnoževati z ločilnimi releji,
- da morajo biti kontakti galvansko ločeni,
- da se zahtevani prosti kontakti nanašajo na kontakte, ki so dejansko na voljo (zahtevano prosti kontakti se štejejo tisti kontakti, ki so dejansko na voljo (niso uporabljeni za interno ožičenje proizvajalca)),



- vsa signalizacija mora temeljiti na pozitivni logiki (kontakt je sklenjen, ko je prisotna kontrolirana veličina).

### **Alarmna signalizacija**

Pri izvedbi alarmne signalizacije mora biti upoštevano:

- signalizacija izpada AC napajanja pogonov in DC krmilne napetosti,
- signalizacija izpada AC ogrevanja,
- signalizacija preklopke »lokalno / 0 / daljinsko«,
- signali posameznih izpadov (izpadi posameznih avtomatov, podnapetostni releji, idr.) morajo biti vsak posebej ločeno speljani na sponke.

### **Ostale zahteve**

V glavni (skupni) omarici ločilnika mora biti na voljo vsaj deset prostih sponk.

Tipka za vklop (I) ozemljilnega ločilnika mora biti zelene barve, za izklop (0) pa rdeče (barve).

## **4.3 POGONSKA OMARICA**

Pogonska omarica mora biti narejena iz nerjaveče jeklene pločevine (inox ali aluminij), imeti mora stopnjo mehanske zaščite najmanj IP54. Imeti mora izvedeno zanesljivo zapiranje vrat na vrhu in na dnu omarice (plošča z EMC uvodnicami), opremljena mora biti z mehanizmom za odpiranje/zapiranje in pripravljenim mestom za namestitev obešanke za zaklepanje. Dobava obešanke je v domeni naročnika. Tudi vsi ostali kovinski deli morajo biti ustrezno zaščiteni proti rjavenju. Proizvajalec mora navesti način zaščite proti rjavenju in standard, po katerem je izvedena. Pogonska omarica mora imeti priključek za ozemljitev, na katerega mora biti priključena tudi ozemljilna zbiralka v pogonski omarici.

V pogonskih omaricah mora biti nameščen grelec, ki vzdržuje temperaturo znotraj pogonske ali krmilne omarice za približno 5 °C nad temperaturo okolice. Vsi kontakti pomožnih in krmilnih tokokrogov morajo biti posrebreni. Položajno stikalo ločilnikov mora biti v nepredušno zaprtem ohišju. Imeti mora poleg tovarniško zasedenih kontaktov še dva niza prostih rezervnih kontaktov. Ožičenje mora biti izvedeno z vodniki z negorljivo izolacijo.

## **4.4 POGONSKI MEHANIZEM**

Pogonski mehanizem mora omogočati tekoče, enakomerno zvezno gibanje od popolnoma odprtega položaja do popolnoma zaprtega položaja in obratno. Izdelan mora biti tako, da onemogoča gibanje nožev pod vplivom zunanjih sil.

Ozemljilni ločilnik mora biti opremljen z elektromotornim pogonom, ki jih je možno napajati s 230 V AC. Krmilni in signalni elementi morajo ustrezati napetosti 220 V DC. V krmilni omarici morata biti tipki za ročno krmiljenje in tripoložajno preklopno stikalo lokalno/0/daljinsko, poleg tega pa mora pogonski mehanizem omogočati izvedbo stikalnega manevra ročno mimo pogonskega reduktorja v primeru izpada pogonske ali krmilne napetosti. Namestitev ročke za ročni pogon mora izklopiti krmilno napetost (daljinsko krmiljenje mora biti v tem primeru onemogočeno). Omarica s pogonskim mehanizmom mora biti nameščena tako, da omogoča posluževanje tudi med obratovanjem. Pri ročnem posluževanju mora biti izvedena blokada delovanja pogonskega motorja.

V primeru izpada AC napajalne napetosti elektromotornih pogonov ali krmilne napetosti DC mora priti do porušitve vseh samodržnih relejskih povezav v pogonu. Ponovna priključitev katerekoli napetosti ne sme povzročiti samodejnega delovanja ločilnika.

## 4.5 PREIZKUSI

Tipski in kosovni preizkusi ozemljilnih ločilnikov morajo biti izvedeni v skladu s standardom SIST EN 62271-102.

Proizvajalec mora predati kopijo poročil tipskih preizkusov.

Kosovni preizkusi zajemajo najmanj:

- pregled,
- napetostne preizkuse krmilnih in pomožnih tokokrogov,
- preizkuse glavnih tokokrogov s preizkusno zdržno napetostjo obratovalne frekvence,
- meritev prehodne upornosti glavnih kontaktov (dovoljeno odstopanje od tipskega vzorca je največ 20 %),
- preizkus mehanskega ločilnika, pogonskega mehanizma, pomožnih kontaktov, blokad,
- dimenzijsko kontrolo.

Prezemni preizkusi obsegajo najmanj ponovitev kosovnih preizkusov skladno z zadnjo verzijo standarda SIST EN 62271-102 oziroma:

- splošna in dimenzijska kontrola skladno s tehnično dokumentacijo,
- pregled dokumentacije tipskih in kosovnih preizkusov,
- kosovni preizkusi na kompletno sestavljenem ločilniku v skladu z zahtevami standardov SIST EN 62271-102 in SIST EN 62271-1 na izbranem vzorcu,
- kontrola skladnosti s tehničnimi zahtevami izolacijskega materiala in drugih zunanjih površin,
- merjenje upornosti izolacije krmilnih in pomožnih tokokrogov,
- preizkus obratovanja,
- pregled skladnosti dokumentacije in opreme,
- dimenzijska kontrola opreme in pregled,
- kontrolo protikorozijske zaščite po ISO 1561,
- kosovni preizkusi in meritve v skladu z veljavnimi mednarodnimi oziroma slovenskimi standardi,
- pakiranje in odprema opreme,
- zapisnik o prevzemu opreme pri proizvajalcu.

## 5 MERILNI TRANSFORMATORJI

### 5.1 SPLOŠNO

Merilni transformatorji morajo biti izdelani za zunanjo postavitve. So enofazni, enopolno izolirani, izolacija je papir in olje. Zunanja izolacija je kompozitna s silikonsko gumo.

Merilni transformatorji morajo biti izdelani v skladu z zadnjimi izdajami standardov:

- SIST EN 61869-1,
- SIST EN 61869-2,
- SIST EN 61869-3.

in pripadajočimi standardi, ki jih pojasnjujejo in dopolnjujejo ter z zahtevami investitorja. Veljajo zadnje izdaje standardov z vsemi amandmaji.

## 5.2 TEHNIČNE ZAHTEVE MERILNIH TRANSFORMATORJEV

Ohišja merilnih transformatorjih morajo biti izdelana iz korozijsko visoko odporne Al zlitine, vijačni material mora biti iz nerjavečega jekla. Konstrukcija merilnih transformatorjev mora omogočati uporabo minimalne količine olja.

V merilnih transformatorjih morajo biti vgrajeni izolatorji iz kompozitnih materialov v skladu s standardom SIST EN 61462. Jedro izolatorja mora biti izdelano iz umetnih smol ojačenih s steklenimi vlakni, izolacijska obloga pa mora biti iz silikonske gume (SIR) vulkanizirane pri visoki temperaturi (HTV) ali pa tekoči silikonski kavčuk (LSR). Vsebovati mora najmanj 1/3 čiste silikonske gume in mora biti odporen na UV svetlobo. Izolatorji morajo biti v celoti izdelani z vlivanjem, brez uporabe lepil. Prirobnice morajo biti izdelane iz litega železa, tesnjenje izolatorja mora biti izvedeno s posebnim lepilom in kombinacijo silikonskih tesnilnih mas. Minimalna plazilna razdalja mora znašati vsaj 27,8 mm/kV in največja dovoljena električna poljska jakost vzdolž obloge izolatorja ne sme presegati vrednosti 0,42 kV/mm. Najvišja električna poljska jakost ob prirobnicah ne sme presegati vrednosti 1,8 kV/mm in ob trojnih točkah 0,35 kV/mm. Na izolatorjih morajo biti jasno navedeni tip, proizvajalec in serijske številke posameznih izolatorjev, ki se morajo ujemati s predloženo dokumentacijo o izvedenih kosovnih preizkusih skladno s pripadajočimi standardi. Dobavitelj mora najkasneje pred prevzemom priložiti kopijo tipskega, serijskega in kosovnega ter prevzemnega preizkusa za vsakega od vgrajenih kompozitnih izolatorjev v skladu s standardom SIST EN 61462.

Za tesnjenje je dovoljena uporaba izključno obročnih tesnil, vlitih v celoti, brez uporabe lepil. Tesnjenje ohišja mora biti pred vgradnjo atestirano na neprepustnost. Tesnjenje mora biti takšne izvedbe, da zagotavlja zanesljivost in popolno hermetičnost ter brez potrebe po vzdrževanju v celotni življenjski dobi naprav.

Aktivni del merilnega transformatorja mora biti hermetično zatesnjen in povezan s fleksibilno ekspanzijsko posodo iz nerjavečega jekla ali iz aluminijeve zlitine. Tesnjenje primarnih in sekundarnih izvodov proti olju mora biti izvedeno s podvojenimi tesnili ter fizično ločeno od sekundarnih priključnih sponk.

Zaradi varnosti mora imeti ohišje merilnih transformatorjev šibko mesto, ki ob eksploziji deluje kot varovalka, zato je treba priložiti tudi dokazilo o opravljenem atestu, ki dokazuje učinkovitost rešitve za zagotovitev protieksplzijske zaščite za transformator enake ali podobne konstrukcije.

Zaradi zagotavljanja enakomerne obremenitve izolacijskega materiala, mora biti predviden najmanj en izenačevalni zaslon za vsakih  $10/\sqrt{3}$  kV nazivne napetosti.

Merilni transformatorji morajo imeti tudi:

- vgrajen ventil s povratnim tesnjenjem za varen odvzem vzorcev izolacijskega olja,
- izveden priključek za meritve izgubnega kota izolacije  $\tan \delta$ ,
- indikator stanja izolacijskega olja v kompenzacijski posodi, ki mora biti dobro viden s tal (zahtevana obstojnost barvnih oznak),
- tipske dimenzije podnožja za montažo, 450 x 450 mm,  $\phi 20 \pm 1$ ,
- na podnožju morata biti predvidena dva vijačna priključka najmanj dimenzij M12 za ozemljitev ohišja, označena v skladu z IEC 60417, simbol št. 5019.

Primarni priključki merilnih transformatorjev morajo biti izdelani iz aluminijastih (Al) zlitin ali posrebranega bakra. Priključki so ploščati in dimenzije po standardu DIN 46206-teil 3, dimenzij najmanj 100x100 mm z luknjami  $\phi 14$  mm na razdaljah 50x50 mm.

Merilni transformatorji morajo biti izdelani iz materialov in v tehnologiji, ki omogoča življenjsko dobo vsaj 25 let.

### 5.2.1 Transformatorsko olje in izolacijski papir

Merilni transformatorji morajo biti izdelani s papirno izolacijo ter izolacijskim oljem. Uporaba kremenčevega peska je prepovedana.

Za izolacijo mora biti uporabljeno inhibirano mineralno olje oznaka TVAI, skladno s standardom SIST EN 60296 :2020, Ed.5. Uporabljeno mora biti nerekilirano transformatorsko olje tipa TVAI proizvajalca NYNAS in sicer tip NYTRO 4000X, NYTRO 10XN ali NYTRO LYRA X.

Vsebnost vlage izolacijskega olja pred polnjenjem sme biti v skladu s standardom SIST EN 60296:2020 max. 30 ppm, če je izolacijsko olje dobavljeno v cisterni, oziroma max.40 ppm, če gre za dobavo sodih oz. IBC cisternah. Prebojna napetost mineralnega izolacijskega olja pred polnjenjem merilnih transformatorjev pa 30 kV pred degazacijo olja oz. vsaj 70 kV po njej.

Dopustna vsebnost vlage po polnjenju merilnih transformatorjev največ 5 ppm, prebojna napetost olja pa minimalno 60 kV.

Olje ne sme vsebovati polikloriranih bifenilov (PCB). Olje v novih transformatorjih mora biti v skladu s standardom SIST EN 60422 – tabela 3 tega standarda.

Papirna in oljna izolacija morata biti osušeni ter razplinjeni z vakuumskim in temperaturnim postopkom. Izgubni faktor izolacije  $\tan \delta$  mora biti pri posameznem merilnem transformatorju manjši od 0,005 pri  $U_m/\sqrt{3}$ . Vrednosti izgubnega faktorja izolacije v seriji dobavljenih merilnih transformatorjev se od srednje vrednosti ne smejo razlikovati za več kot 20 %.

Pred pričetkom izdelave transformatorja se opravi preiskava stopnje polimerizacije papirne izolacije skladno z SIST EN 60450. Vzorec se odvzame iz vseh kolotov papirja, ki bodo uporabljeni pri izdelavi transformatorjev.

Vzorci morajo ustrezati naslednjim zahtevam:

- povprečna stopnja polimerizacije DPv ne sme biti nižja od 1100,
- vsebnost vlage mora biti nižja od 0,3 %.

### 5.2.2 Sekundarna priključna omarica

Sekundarni priključki morajo biti nameščeni v omaricah s stopnjo zaščite najmanj IP54 skladno s standardom SIST EN 60529 in morajo biti dovolj prostorne za priklop priključnih kablov.

Sekundarna priključna omarica TMT mora biti nameščena na isti strani kot primarna sponka P1.

V priključnih omaricah TMT morajo biti v prvi vrsti nameščene po vrstnem redu sekundarne sponke:

- za 1. jedro: 1S1-1S2,
- za 2. jedro: 2S1-2S2,
- za 3. jedro: 3S1-3S2,
- za 4. jedro: 4S1-4S2,
- za 5. jedro: 5S1-5S2.

V priključnih omaricah NMT morajo biti v prvi vrsti nameščene po vrstnem redu sekundarne sponke:

- za 1. navitje: 1a-1n,
- za 2. navitje: 2a-2n,
- za 3. navitje: 3a-3n,
- za 4. navitje: 4a-4n.

V drugi vrsti izpod sekundarnih sponk mora biti nameščena ozemljevalna letev, ki omogoča pregledno ozemljevanje katerekoli sekundarne sponke z ozemljevalnim mostičem.

Sekundarni priključki morajo biti izdelani iz INOX ali korozijsko zaščenega bakra (E-Cu ali posrebreni), dimenzije M10. INOX ali nerjavno jeklo mora biti razreda A2-70 oznake EN 1.4541 (AISI 321) ali boljše. Za vsako sekundarno sponko mora biti na voljo priključek na ozemljilno letev z mostičem. Sekundarne sponke merilnega transformatorja morajo biti pregledne, tako da sta priključka za vsako sekundarno navitje ter pripadajoča ozemljilna sponka montirani vertikalno eden pod drugim, ločeno od ostalih sponk. Prav tako mora biti ločeno od sekundarnih sponk montirana sponka za primarno navitje napetostnega merilnega transformatorja skupaj s pripadajočo ozemljitveno sponko. Poleg tega mora biti ločeno predvidena tudi ozemljitvena letev za izvedbo ozemljitve kabelskih opletov na obeh straneh z EMC uvodnico za vodnik Cu min 50 mm<sup>2</sup>. Oznake sekundarnih priključkov morajo biti navedene neposredno pri priključnih sponkah. Za zagotovitev trajnih in kakovostnih galvanskih povezav morajo biti vsa sekundarna navitja spojena s priključnimi sponkami s spajkanjem.

### 5.2.3 Dodatne zahteve za TMT

TMT morajo imeti pet jeder, skladno z zahtevami iz tabel tehničnih podatkov TMT. Ustrezati morajo razširjenemu obsegu obremenitve v skladu z SIST EN 61869-2.

Merilna jedra TMT morajo biti izvedena v zgornjem delu TMT.

Jedra in sekundarna navitja morajo biti zaščitena z metalnim oklopom, ki preprečuje poškodbo navitja v primeru havarijskega preboja izolacije in tako omogoča pravilno delovanje zaščite tudi v teh razmerah.

### 5.2.4 Dodatne zahteve za NMT

NMT morajo biti izdelani v induktivni izvedbi. Imeti morajo štiri navitja, skladno z zahtevami iz tabel tehničnih podatkov merilnih transformatorjev.

Primarni priključek je obojestranski in v smeri sekundarne omarice kar omogoča uporabo transformatorja tudi kot podpornega izolatorja.

V sekundarne priključke napetostnega dela NMT mora biti vgrajeno oslajeno mesto, ki v primeru kratkega stika na napetostnih merilnih kabelskih vodih po preteku cca. 5 minut prekine merilni tokokrog ter prepreči okvaro in eksplozijo napetostnega dela merilnega transformatorja. Oslajeno mesto ne sme biti znotraj oljnega dela NMT. Proizvajalec mora predložiti konstrukcijsko rešitev (načrt) in zapisnik tipskega preizkusa delovanja navedene zaščite.

## 5.3 PREIZKUSI

Tipski, posebni in kosovni preizkusi morajo biti izvedeni v skladu s standardi SIST EN 61869-1, SIST EN 61869-2 in 61869-3 ter IEC/TR 61869-103.

Kopijo poročil o opravljenih tipskih preizkusih na enakem tipu merilnih transformatorjev je treba predati že v fazi oddaje ponudbe.

Dobavitelj mora v fazi ponudbe priložiti tudi dokazilo o akreditaciji laboratorija in aneks o obsegu akreditiranih postopkov, kjer je bilo opravljeno tipsko preizkušanje.

Prezemni preizkusi v laboratoriju proizvajalca, ki se bodo izvajali v prisotnosti predstavnikov investitorja obsegajo naslednje:

- pregled skladnosti, splošna vizualna in dimenzijska kontrola, skladno z zahtevami razpisne dokumentacije in potrjene tehnične dokumentacije dobavitelja,

- kosovni preizkusi v skladu s priporočili standardov in zahtevami razpisne dokumentacije se bodo ponovili na vzorcih, ki jih bo izbral investitor glede na velikost dobave in rezultate že izvedenih kosovnih preizkusov proizvajalca. Kosovni preizkusi se ponovijo na najmanj 10 % celotne količine transformatorjev,
- meritev upornosti sekundarnih navitij,
- meritev kapacitivnosti in izgubnega kota  $\tan \delta$ ,
- na 1. merilnem transformatorju iz serije, v primeru večjih količin pa skupno na 5 % oz. 10 % merilnih transformatorjev se skladno z zahtevami klasifikacije olja po SIST EN 60296 in specifikacijo olja s strani proizvajalca izvede preizkus kakovosti polnjenega olja,
- na 10 % vzorcu naprav, se pred in po prevzemnih preizkusih na stroške dobavitelja izvede plinsko-kromatografski DGA (dissolved gas analysis) preizkus po standardu SIST EN 60567 in SIST EN 61181.

Investitor priznava samo rezultate DGA analiz in fizikalno-kemijskih preiskav izdelane v akreditiranem laboratoriju.

Kriteriji za DGA analizo po izvršenih preizkusih:

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| - vodik ( $H_2$ )           | prirast manjši od 10 ppm,                  |
| - acetilen ( $C_2H_2$ )     | prirast manjši od 0,1 ppm,                 |
| - plini ( $C_xH_y$ )        | prirast manjši od 1 ppm,                   |
| - celokupna vsebnost plinov | manjša od 20 ml/l,                         |
| - vsebnost vode             | maks. 5 mg/kg olja,                        |
| - medpovršinska napetost    | min. 40 mN/m,                              |
| - vsebnost inhibitorja DBPC | skladno s specifikacijo proizvajalca olja. |

V primeru preseženih kriterijev DGA in fizikalno-kemijskih parametrov analize bo investitor odločil o sprejemljivosti opreme.

## 6 PRENAPETOSTNI ODVODNIKI

### 6.1 SPLOŠNO

PO morajo biti kovinsko oksidne izvedbe brez iskrišč, izdelani iz kovinsko oksidnih nelinearnih uporovnih elementov. Ustrezati morajo zahtevam standarda SIST EN 60099-4.

PO morajo biti izbrani tako, da je upoštevan osnovni izolacijski nivo ostale opreme v stikališču. Primerni morajo biti za vertikalno navpično montažo ali visečo montažo z VN priključkom zgoraj. Izolatorji morajo biti izdelani iz kakovostnega kompozita (HTV). Biti morajo homogeni in ne smejo biti porozni.

Aktivni del PO sestavlja ustrezno povezano in utrjeno jedro iz kovinsko oksidnih diskov, nameščenih v hermetično zaprtem izolatorju iz silikonske gume. Silikonski material mora biti odporen na vse vremenske vplive na mestu montaže in na staranje. Izolator mora biti napolnjen z inertnim plinom in ne sme dovoljevati dostopa vlage. Ustrezno mora biti zaščiten proti posledicam prevelikega tlaka v notranjosti prenapetostnega odvodnika. Odvodnik mora biti konstruiran tako, da tudi v primeru prevelikega tlaka PO ali njegovi deli ne smejo poškodovati opreme ali ljudi v okolici.

Vsi kovinski deli PO morajo biti zaščiteni proti koroziji s postopkom vročega cinkanja, razen tam, kjer se zahteva drugačna protikorozijska zaščita.

Primarni priključek mora biti aluminijasta plošča za priključitev aluminijaste sponke.

PO morajo biti opremljeni z ustreznim monitorjem delovanja PO, ki mora biti istega proizvajalca, kot je PO, ter s pripadajočimi podpornimi izolatorji. Monitorji delovanja PO morajo poleg štetja praznitev omogočati še meritev skupnega uhajavega toka. Merilni podatki morajo biti opremljeni s podatkom o času meritve. Monitorji delovanja PO morajo delovati brez

dodatnega zunanjega napajanja. Napajanje monitorjev delovanja PO mora omogočati avtonomno delovanje z življenjsko dobo naprav za napajanje najmanj za 10 let. Monitorji delovanja morajo biti takšne izvedbe, da se jih lahko namesti neposredno na ozemljitveni priključek PO. Vsak PO mora biti opremljen z napravo za monitoring delovanja za registracijo prenapetosti in preverjanje stanja delovanja odvodnika. Z monitorji delovanja mora biti dobavljena tudi oprema za odčitavanje in programska oprema za prenos podatkov

Vse oznake in napisne tablice odvodnika morajo biti v skladu s standardom SIST EN 60099-4 v slovenskem jeziku in nameščene na vidnem mestu. Narejene morajo biti iz nerjavečega materiala.

Priložena morajo biti obratovalna in vzdrževalna navodila v slovenskem jeziku ter glede na parametre omrežja tudi izračun skupaj z vsemi tabelami.

## 6.2 PREIZKUSI

Tipski in kosovni preizkusi prenapetostnih odvodnikov morajo biti izvedeni v skladu s standardom SIST EN 60099-4.

Tudi prevzemni preizkusi prenapetostnih odvodnikov morajo biti izvedeni v skladu s standardom SIST EN 60099-4 in zajemajo:

- merjenje referenčne napetosti pri referenčnem toku,
- meritev preostale napetosti pri 10 kA (8/20  $\mu$ s),
- merjenje izgub pri  $U_c$ ,
- merjenje uhajavega toka pri  $U_c$ ,
- meritev delnih praznitev pri 0,9  $U_r$ ,
- vizualno in dimenzijsko kontrolo.

## 7 PREGLEDI IN PREIZKUSI

Preizkušanje naprav formalno verificira projektne rešitve, konstrukcijo in lastnosti sistema ali naprave. Skladnost s specifikacijami se ugotavlja s preverjanjem analitičnih podatkov, preizkušanjem elementov in demonstriranjem delovanja. Končni prevzem zajema tudi preverjanje kompletnosti dobave opreme ter potrditev pravilnosti in kompletnosti dokumentacije.

Poleg tipskih preizkusov opreme, ki so zahtevani v Tehničnih podatkih (glej tabele za posamezne naprave), sta bistvena:

- prevzemno preizkušanje v tovarni in
- prevzemno preizkušanje na objektu.

Vsi preizkusi morajo biti izvedeni po zahtevah IEC/SIST EN standardov, če ni drugače dogovorjeno.

Investitor lahko zahteva tudi izvedbo drugih preizkušanj (npr. vodotesnost omaric), ki so potrebna za kompletnost in varnost naprav.

Vse naprave in instrumente, potrebne za izvedbo zahtevanih preizkusov, mora zagotoviti dobavitelj.

Vse preizkuse in tovarniške prevzeme opreme organizira in izvaja dobavitelj opreme v sodelovanju z zunanjo institucijo, ki je določena s strani naročnika skupaj s predstavniki naročnika. Vse stroške, nastale v zvezi s tem krije dobavitelj, razen zakonsko določenih stroškov (dnevnice, vozovnice, nastanitve...) za predstavnike naročnika in zunanje inštitucije določene s strani naročnika.

Naročnik, si pridržuje pravico, da ni prisoten na prezikusih in tovarniških prevzemih, vendar to ne zmanjšuje obveznosti dobavitelja za izvedbo vseh preizkusov v skladu s standardi IEC/SIST EN.

## **7.1 PREVZEMNI PREIZKUSI V TOVARNI**

Prevzem naprav se opravi v tovarniških prostorih. Tovarniško preizkušanje naprav izvede in overi tovarniška služba za zagotovitev kakovosti (QA/QC) ne glede na morebitno prisotnost predstavnika investitorja, ki pa mora biti predhodno o preizkušanjih obveščen. Dobavitelj mora pripraviti vse postopke za tovarniška preizkušanja, v skladu z veljavnimi tehničnimi predpisi, zahtevanimi standardi in tehničnimi specifikacijami investitorja ter jih posredovati v odobritev. Tovarniška preizkušanja se morajo odvijati v skladu s temi postopki, kar je izključno naloga dobavitelja. Prav tako je dobavitelj, ne glede na odobritev preizkusov od predstavnika investitorja, še vedno odgovoren za delovanje opreme po vgraditvi.

S tovarniškim preizkušanjem se preveri vse specificirane funkcije opreme v tovarniških pogojih.

Dobavitelj mora vnaprej pripraviti vse potrebne postopke in preizkuse in obvestiti investitorja najmanj 20 dni pred pričetkom preizkušanja opreme. Dobavitelj je ob preizkušanju dolžan predložiti potrdila in dokazila o brezhibnosti uporabljene preizkusne opreme, uporabljenih merilnih metod in usposobljenosti svojega osebja.

Vsa odstopanja od zahtevanih vrednosti se dokumentira v dnevniku proizvajalca. Potrebna popravila se prav tako vpiše in opiše ter jih preverijo predstavniki investitorja in dobavitelja. Pri odstopanjih lahko vodja projekta v imenu investitorja zahteva prekinitev in ponovno preverjanje za neustrezno opremo kot tudi za druge funkcijsko navezane module.

Način in postopek preizkušanja predlaga dobavitelj in je predmet potrditve s strani predstavnikov investitorja.

## **7.2 PREVZEMNI PREIZKUSI NA OBJEKTU**

Po končani montaži in pred preizkusnim obratovanjem mora izvajalec elektromontažnih del posamezne naprave preizkusiti, dobavitelj pa mora v primeru težav nuditi podporo/sodelovanje (koordinacija med investitorjem, proizvajalcem opreme in izvajalcem elektromontažnih del) pri odpravljanju težav. Pred začetkom teh preizkušanj mora dobavitelj posredovati v potrditev vse predvidene postopke prevzemnih preizkušanj na objektu (SAT). Preizkušanje naj se izvede v skladu s standardi IEC/SIST EN ter ob navzočnosti s strani investitorja pooblaščen strokovne institucije.

Pri tem je treba upoštevati navodila in predpise proizvajalca opreme, mednarodne standarde, splošno veljavne predpise in zahteve investitorja.

Dobavitelj je dolžan na lastne stroške odpraviti vse pomanjkljivosti na sami opremi oziroma pri delovanju opreme, če je pomanjkljivost posledica poškodb pri transportu oziroma nepravilnosti same naprave.

## **8 DOKUMENTACIJA**

Dobavitelj mora dostaviti dokumentacijo, ki je potrebna za kakovostno vrednotenje ustreznosti naprav in opreme. Pred izdelavo naprave je predložena dokumentacija predmet pregleda in potrditve. Pregled dokumentacije mora biti opravljen v skupno dogovorjenem roku. Popolna dokumentacija, potrjena s strani investitorja, je pogoj za uspešno tovarniško prevzemno preizkušanje. V primeru pripomb mora dobavitelj pripombe upoštevati in v določenem roku



popravljen dokumentacijo vrniti v ponovni pregled. Morebitni nesporazumi ali nejasnosti se rešujejo na skupnih sestankih s prisotnostjo pooblaščenih oseb.

V primeru, da se med potekom projekta ugotovi, da so določeni deli dokumentacije pomanjkljivi ali nejasni, se lahko zahteva dopolnitev ali dodatno dokumentacijo.

Kljub uskladitvi dokumentacije z investitorjem, dobavitelj ostane polno odgovoren za brezhibno delovanje dobavljene opreme v času garancijske dobe.

## **8.1 NABOR DOKUMENTOV, KI SE JIH ZAHTEVA OB PREDLOŽITVI V FAZI PREDAJE PONUDBE**

- Izpolnjena tabela tehničnih podatkov
- Izračun za določitev tehničnih parametrov 110 kV prenapetostnih odvodnikov
- Kopijo z rezultati poročil o opravljenih tipskih preizkusih na enakem tipu:
  - o TMT in NMT
  - o ozemljilnega ločilnika
  - o PO
  - o kompozitnih izolatorjev, ki so uporabljeni za TMT, NMT (tudi za ozem. ločilnik, če se dobavlja s kompozitnim izolatorjem)
  - o porcelanskih izolatorjev za ozem. ločilnik, če se dobavlja s porcelanskim izolatorjem.
- Dokazilo o opravljenem testu, ki potrjuje učinkovitost rešitve za zagotovitev protieksplzijske varnosti za merilni transformator enake ali podobne konstrukcije skladno s standardom SIST EN 60869-1.
- Konstrukcijsko rešitev (načrt) in zapisnik tipskega preizkusa delovanja vgrajenih oslavljenih mest, ki v primeru kratkega stika na napetostnih merilnih kabelskih vodih, prekine merilni tokokrog.
- Dokument o akreditaciji po standardu SIST EN ISO/IEC 17025.
- Statistika okvar za vsak tip merilnega transformatorja v garancijski dobi in izven nje.
- Dokazilo o izpolnjevanju zahtev električne poljske jakosti kompozitnih izolatorjev.

## **8.2 NABOR DOKUMENTOV, KI SE JIH ZAHTEVA PRED IZDELAVO**

- Merske skice:
  - o merilnih transformatorjev s podnožji, električnimi priključki (primarni in sekundarni), vezalne sheme s tehničnimi podatki,
  - o ozemljilnega ločilnika s podnožji, električnimi priključki (primarni in sekundarni), vezalne sheme s tehničnimi podatki
  - o prenapetostnega odvodnika
- Načrt napisne tablice:
  - o merilnih transformatorjev,
  - o ozemljilnega ločilnika
  - o prenapetostnega odvodnika
- Dokumentacijo o tehnični opremljenosti in sledljivosti merilnega laboratorija in usposobljenosti osebja za izvajanje prevzemnih preizkusov,
- QA program prevzemnih preizkušanj:
  - o merilnih transformatorjev
  - o ozemljilnega ločilnika
  - o prenapetostnega odvodnika
  - o podpornih izolatorjev, ki so uporabljeni za ozem. ločilnik.
- Opis merilnih postopkov (seznam preizkusov) s prilogami za izvajanje FAT in SAT.
- Dokument o načinu zaščite proti rjavenju in standard, po katerem je izvedena AKZ.

Podloge za projektno in tehnično dokumentacijo morajo vsebovati:

- tovarniško dokumentacijo posameznih naprav in konceptualne rešitve, ki so v sklopu dobave (sheme tipskih priključitev, dimenzijske skice, idr.),
- predloge v DWG formatu (izgledi naprav, notranje povezave naprav, idr.).

Dobavitelj mora predati modele vseh VN naprav v BIM obliki (v BIM .ifc formatu LOD 350-400 za PZI in LOD 500 za PID in .stp format).

### **Zahteve za BIM model**

Dobavitelj mora predati BIM modele naprav in opreme. Datoteke BIM modelov so izmenjane z uporabo standardiziranega odprtokodnega formata za izmenjavo informacij IFC. Uporabi se shema IFC 2x3 (Coordination View 2.0) ali IFC 4 (Reference View).

Poleg BIM modelov (.IFC datoteke) dobavitelj preda tudi 3D modele v obliki .STP formata. 3D modeli morajo biti razdeljeni na posamezne komponente (t. j. ne smejo biti združeni v eno komponento) in morajo omogočati kasnejše delitve na posamezne datoteke za potrebe uporabe modelov v času faze upravljanja in vzdrževanja.

BIM modeli, predani v fazi PID (LOD 500), morajo ustrezati dejansko dobavljeni in vgrajeni opremi.

## **8.3 NABOR DOKUMENTOV, KI SE JIH ZAHTEVA PRED PREVZEMOM FAT**

- Poročilo o opravljenih kosovnih preskusih (merilno dokumentacijo brez prisotnosti investitorja) na:
  - o vseh merilnih transformatorjih
  - o vseh ozemlj. ločilnikih
  - o vseh prenapetostnih odvodnikov
- Kopijo tipskega in kosovnega prevzemnega preizkusa za vsakega od vgrajenih izolatorjev v skladu s standardom SIST EN 61462 za:
  - o merilne transformatorje,
  - o ločilnike
- Certifikati za uporabljeno izolacijsko olje (Certificate of analysis, technical data sheet) vključno z rezultati preiskave akreditiranega laboratorija kakovosti novega transformatorskega olja pred polnjenjem za merilne transformatorje,
- Certifikati za uporabljen izolacijski papir, vključno z rezultati preiskave akreditiranega laboratorija stopnje polimerizacije vzorcev izolacijskega papirja za merilne transformatorje,
- Certifikati za uporabljeni bakreni vodnik za vse merilne transformatorje,
- Certifikat o kalibraciji po standardu SIST EN ISO/IEC 17025 za vse merilne transformatorje,
- Krivulje amplitudnega in faznega pogreška za merilne transformatorje,
- Dokazilo o izvedeni priključni omarici z ustrezno stopnjo zaščite pred zunanjimi vplivi za vse merilne transformatorje.

## **8.4 NABOR DOKUMENTOV, KI SE JIH ZAHTEVA OB PREVZEMU PO FAT**

- Poročilo o opravljenih prevzemnih preizkusih na:
  - o dogovorjenem vzorcu merilnih transformatorjev
  - o ozemljilnem ločilniku
  - o prenapetostnem odvodniku
- Opis z navodili za transport, montažo, priklop za vse VN naprave,
- Izjavo proizvajalca o skladnosti proizvoda z evropskimi predpisi.

## 8.5 NABOR DOKUMENTOV, KI SE JIH ZAHTEVA OB PREVZEMU NA OBJEKTU

- Poročilo o izvedenem nadzoru na montaži ločilnikov
- Dokumentacija za vzdrževanje in obratovanje v slovenskem jeziku skladno s SIST EN 13460 za:
  - o merilne transformatorje,
  - o ozemljilne ločilnike
  - o prenapetostne odvodnike

## 9 TABELE TEHNIČNIH ZAHTEV ZA VN NAPRAVE

### NAVODILO PONUDNIKOM

Ponudnik mora obvezno v celoti izpolniti Tabele tehničnih zahtev za VN naprave.

Vrednosti, ki so postavljene kot »Zahtevane vrednosti«, mora ponujena naprava najmanj dosegati (lahko so tudi boljše). V nasprotnem primeru se ponudba izloči.

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

Primer za izpolnjevanje:

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
x.x.x	Nazivna napetost naprav	kV	110	110

## 9.1 OZEMLJILNI LOČILNIKI 110 KV

Ozemljilni ločilniki se razlikujejo po razdalji med poli glede na lokacijo vgradnje.

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
SPLOŠNO				
1.	Proizvajalec			
2.	Tip ločilnika:		tripolni	
3.	Število polov		3	
4.	Število prekinjevalnih mest		v vsaki fazi	
5.	Mesto montaže		zunanja	
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE				
6.	Nazivna napetost naprav	kV	110	
7.	Najvišja dovoljena obratovalna napetost naprav	kV	123	
8.	Nazivna frekvenca	Hz	50	
9.	Nazivni trajni tok obratovanja	A	≥2.000	
10.	Nazivni kratkotrajni zdržni tok:			
	kontaktni noži	kA	≥40	
	nazivni čas trajanja kratkega stika	s	1	
11.	Nazivni udarni tok kratkega stika	kA	≥100	
12.	Nazivna stopnja izolacije			
13.	Zdržna atmosferska udarna napetost (1,2/50 μs):			
	preko ločilne razdalje	kV	≥ 630	
	faza – zemlja in med fazami	kV	≥ 550	
14.	Enominutna preizkusna napetost omrežne frekvence:			
	preko ločilne razdalje	kV	≥ 265	
	faza – zemlja in med fazami	kV	≥ 230	
15.	Preizkusna napetost omrežne frekvence za krmilno signalne tokokroge	kV	1 (1 s)	
16.	Nazivna mehanska statična sila na primarnih priključkih:			
	v vzdolžni smeri	N	≥ 1000	
	v prečni smeri	N	≥ 750	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
	v vertikalni smeri	N	$\geq 1000$	
17.	Nazivna mehanska dinamična sila na primarnih priključkih:	N	$\geq 2700$	
18.	Temperaturno območje okolice	°C	-25 / +40	
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI				
	Primarni priključki:			
19.	material / tip		Al sornik	
	dimenzije	mm	fi 50 /120 mm	
	Kontakti:			
20.	tip			
	material in kontakti			
21.	Nazivna napetost pomožnih kontaktov	V DC	220	
	Tip in število pomožnih kontaktov:			
22.	signalizacija vklopa (sklenjen kontakt pri vklopu)		10	
	signalizacija izklopa (sklenjen kontakt pri izklopu)		10	
	zmogljivost kontaktov (pri trajnem toku)	A	2	
23.	Skupni čas odpiranja kontaktov (izklop ločilnika)	s		
24.	Zapahovanje proti samo-odpiranju	DA/NE	DA	
IZOLATORJI				
25.	Proizvajalec			
26.	Material		Porcelan C130 ali Kompozit (HTV)	
27.	Oznaka izolatorja		min. C8-550	
28.	Število izolatorjev na pol	kos	1	
29.	Prelomna upogibna sila	N		
30.	Prelomna strižna sila	N		
31.	Skupna plazilna razdalja (najmanj)	mm	$\geq 2.460$	
POGONSKI MEHANIZEM				
32.	Tip pogonskega mehanizma			

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
33.	Nazivna napetost krmilnih in signalnih tokokrogov	V DC	220	
34.	Nazivni tok vklopne in izklopne tuljave	A		
35.	Maksimalno dovoljeno odstopanje napetosti za vklopno tuljavo	±%		
36.	Maksimalno dovoljeno odstopanje napetosti za izklopno tuljavo	±%		
37.	Motor pogonskega mehanizma:			
	nazivna moč	W		
	nazivna napetost	V AC	400/230	
	nazivni tok	A		
	zagonski tok	A		
	dovoljene meje odstopanja pogonske napetosti	±%		
38.	Moč antikondenzacijskega grelca	W		
39.	Nazivna napetost antikondenzacijskega grelca	V AC	230	
40.	Embaliranje pogonskega mehanizma v pokončnem položaju	DA/NE	DA	
41.	Proizvajalec pogonskega mehanizma			
DIMENZIJE IN MASA				
42.	Skupna masa ločilnika (s pogonskim mehanizmom)	kg		
43.	Masa najtežjega za transport zapakiranega dela	kg		
44.	Masa pogonskega mehanizma ločilnika	kg		
45.	Skupna širina pola	mm		
46.	Skupna dolžina pola	mm		
47.	Skupna višina pola	mm		
48.	Razdalja med polji za HE Dravograd in HE Vuhred	mm	2.000	
49.	Razdalja med polji za HE Vuzenica in HE Ožbalt	mm	2.800	
50.	Lokacija pogonske omarice		Na srednjem polu	
51.	Odpiranje nožev v smeri	levo/ desno/ naravnost	Naravnost	
OSTALE ZAHTEVE				
52.	3D BIM model v elektronski obliki. (dwg, IFC LOD400 in .STP)	DA/NE	DA	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
53.	Dokumentacija za vzdrževanje skladno s SIST EN 13460 v slovenskem jeziku	DA/NE	DA	

**9.2 TOKOVNI MERILNI TRANSFORMATORJI 110 KV**

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
SPLOŠNI PODATKI				
1.	Proizvajalec			
2.	Oznaka TMT			
3.	Mesto montaže		zunanja	
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE				
4.	Nazivna napetost sistema	kV	110	
5.	Najvišja dovoljena obratovalna napetost naprave	kV	145	
6.	Nazivno prestavno razmerje:			
	DV polje	A	1.000/1/1/1/1/1	
	ZP polje	A	2.000/1/1/1/1/1	
7.	Trajni dopustni termični tok	A	$1,5 \times I_n$	
8.	Nazivno razširjeno območje primarnega toka	%	150	
9.	Kratkostični tok (čas trajanja 1 s)	kA	50	
10.	Nazivni dinamični tok	kA	125	
11.	Nazivna frekvenca	Hz	50	
12.	Zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence (50 Hz, 1 min)	kV	$\geq 275$	
13.	Zdržna atmosferska udarna napetost (1,2/50 $\mu$ s)	kV	$\geq 650$	
14.	Zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence (1 min) – NN navitje	kV	3	
15.	Nazivna moč TMT (1.000/1/1/1/1/1):			
	1. jedro (meritve)	VA	2,5	
	2. jedro (meritve)	VA	2,5	
	3. jedro (zaščita)	VA	1,5	
	4. jedro (zaščita)	VA	1,5	
	5. jedro (zaščita)	VA	1,5	
16.	Razred točnosti TMT (1.000/1/1/1/1/1):	-		
	1. jedro (meritve)		0,2S FS10	



Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
	2. jedro (meritve)		0,2S FS10	
	3. jedro (zaščita)		5PR200	
	4. jedro (zaščita)		5PR200	
	5. jedro (zaščita)		5PR200	
17.	Nazivna moč TMT (2.000/1/1/1/1/1):			
	1. jedro (meritve)	VA	2,5	
	2. jedro (meritve)	VA	2,5	
	3. jedro (zaščita)	VA	1,5	
	4. jedro (zaščita)	VA	1,5	
	5. jedro (zaščita)	VA	1,5	
18.	Razred točnosti TMT (2.000/1/1/1/1/1):	-		
	1. jedro (meritve)		0,2S FS10	
	2. jedro (meritve)		0,2S FS10	
	3. jedro (zaščita)		5PR100	
	4. jedro (zaščita)		5PR100	
	5. jedro (zaščita)		5PR100	
19.	Razširjen obseg obremenitve skladno s SIST EN-61869-2	DA/NE	DA	
20.	Faktor varnosti			
21.	Faktor meje točnosti			
22.	Krivulje pogreškov amplitude in faze pri različnih izhodih – po FATu priloga za oba tipa	DA/NE	DA	
23.	Magnetilni tok – po FATu priloga za oba tipa	A		
24.	Magnetilna krivulja – po FATu priloga za oba tipa	DA/NE	DA	
25.	Nivo radijskih motenj:			
	RIV stopnja	µV		
	RIV metoda		IEC 61869-1	
	RIV napetost	kV		
26.	Maksimalni dvig temperature pri trajnem nazivnem obratovalnem toku:			
	pod obratovalnimi pogoji	K		

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
	na testu, izvedenem v skladu s SIST EN 61869-1 in SIT EN 61869-2	K		
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI				
27.	Proizvajalec transformatorskega olja, država		Nynas, Švedska	
28.	Oznaka olja		NYTRO 4000X / NYTRO 10XN / NYTRO LYRA X	
29.	Stopnja kakovosti olj		TVAI po SIST EN 60296	
30.	Proizvajalec izolatorja			
31.	Material izolatorja		Kompozit	
32.	Prirobnica		Aluminij ali vroče pocinkano nerjavno jeklo	
33.	Primarne priključne sponke:			
	material/tip		Aluminij/plošča	
	dimenzije (najmanj)	mm	100 x 100 mm 4x luknje $\phi$ 14 50x50 mm	
34.	Skupna mehanska sila na primarnih priključkih	N	$\geq 5.000$	
35.	Položaj TMT med transportom (vertikalni, horizontalni ali poševni)			
36.	Profil ohišja - odprti tip, kot naklona kap	°	$\leq 20$	
37.	Skupna plazilna razdalja	mm	$\geq 2.460$	
38.	Električna poljska jakost vzdolž obloge (efektivna vrednost)	kV/mm	$\leq 0,42$	
39.	Električna poljska jakost ob prirobnicah (efektivna vrednost)	kV/mm	$\leq 1,8$	
40.	Električna poljska jakost ob trojnih točkah (efektivna vrednost)	kV/mm	$\leq 0,35$	
41.	Minimalna plazilna razdalja	mm/kV	$\geq 27,8$	
42.	Debelina obloge	mm	$\geq 3$	
43.	Jedro FRP cev mora biti izdelana iz ECR steklenih vlaken	DA/NE	DA	
44.	Način tesnjenja oljne komore			
DIMENZIJE IN MASA				
45.	Masa kompletnega TMT	kg		
46.	Masa olja v enem TMT	kg		
47.	Transportna masa	kg		
48.	Višina	mm		

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
49.	Širina	mm		
50.	Dolžina	mm		
51.	Temperaturno območje okolice	°C	-25 / +40	
52.	Dimenzija podnožja za montažo	mm	450x450 / $\phi$ 20 $\pm$ 1	
OSTALE ZAHTEVE				
53.	3D BIM model v elektronski obliki. (.dwg, IFC LOD400 in .STP)	DA/NE	DA	
54.	Dokumentacija za vzdrževanje skladno s SIST EN 13460 v slovenskem jeziku	DA/NE	DA	

**9.3 NAPETOSTNI MERILNI TRANSFORMATORJI 110 kV**

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
SPLOŠNI PODATKI				
1.	Proizvajalec			
2.	Oznaka NMT			
3.	Mesto montaže		zunanja	
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE				
4.	Nazivna napetost sistema	kV	110	
5.	Najvišja dovoljena obratovalna napetost naprave	kV	145	
6.	Nazivna frekvenca	Hz	50	
7.	Zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence (50 Hz, 1 min)	kV	≥275	
8.	Zdržna atmosferska udarna napetost (1,2/50 μs)	kV	≥650	
9.	Inducirana zdržna napetost	kV		
10.	Zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence (1 min) – NN navitje	kV	3	
11.	Nazivna moč:			
	1. navitje (meritve)	VA	5	
	2. navitje (meritve)	VA	5	
	3. navitje (zaščita)	VA	5	
	4. navitje (zaščita)	VA	5	
12.	Razred točnosti:			
	1. navitje (meritve)		0,2	
	2. navitje (meritve)		0,2	
	3. navitje (zaščita)		0,5/3P	
	4. navitje (zaščita)		0,5/3P	
13.	Skupna termična obremenitev sekundarnih tokokrogov	VA		
14.	Krivulje amplitudnega in faznega pogreška – po FATu	DA/NE	DA	
15.	Prestavno razmerje:			
	Primarna napetost	V	110.000/√3	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
	1. navitje (meritve)	V	100/ $\sqrt{3}$	
	2. navitje (meritve)	V	100/ $\sqrt{3}$	
	3. navitje (zaščita)	V	100/ $\sqrt{3}$	
	4. navitje (zaščita)	V	100/ $\sqrt{3}$	
16.	Napetost odprtega tokokroga	V		
17.	Kratkostični tok (čas trajanja 1s)	kA	50	
18.	Faktor izgub tg $\delta$	-		
19.	Nivo radijskih motenj:			
	RIV stopnja	$\mu V$		
	RIV metoda			
	RIV napetost	kV		
20.	Maksimalni dvig temperature pri nazivnem trajnem obratovalnem toku:			
	pod obratovalnimi pogoji	K		
	na testu izvedenem v skladu s SIST EN 61869-1 in SIT EN 61869-3	K		
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI				
21.	Proizvajalec transformatorskega olja, država		Nynas, Švedska	
22.	Oznaka olja		NYTRO 4000X / NYTRO 10XN / NYTRO LYRA X	
23.	Stopnja kakovosti olj		TVAI po SIST EN 60296	
24.	Proizvajalec izolatorja			
25.	Material izolatorja		Kompozit	
26.	Prirobnica		Aluminij ali vroče pocinkano nerjavno jeklo	
27.	Primarne priključne sponke:			
	material/tip		Aluminij/plošča	
	dimenzije (najmanj)	mm	100 x 100 mm 4x luknje $\phi$ 14 50x50 mm	
28.	Skupna mehanska sila na primarnih priključkih	N	$\geq 5.000$	
29.	Položaj NMT med transportom (vertikalni, horizontalni ali poševni)			
30.	Profil ohišja - odprti tip, kot naklona kap	°	$\leq 20$	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
31.	Skupna plazilna razdalja	mm	≥2.460	
32.	Električna poljska jakost vzdolž obloge (efektivna vrednost)	kV/mm	≤0,42	
33.	Električna poljska jakost ob prirobnicah (efektivna vrednost)	kV/mm	≤1,8	
34.	Električna poljska jakost ob trojnih točkah (efektivna vrednost)	kV/mm	≤0,35	
35.	Minimalna plazilna razdalja	mm/kV	≥27,8	
36.	Debelina obloge	mm	≥3	
37.	Jedro FRP cev mora biti izdelana iz ECR steklenih vlaken	DA/NE	DA	
38.	Način tesnjenja oljne komore			
DIMENZIJE IN MASA				
39.	Masa kompletnega NMT	kg		
40.	Masa olja v enem NMT	kg		
41.	Transportna masa	kg		
42.	Višina	mm		
43.	Širina	mm		
44.	Dolžina	mm		
45.	Dimenzija podnožja za montažo	mm	450x450 / φ 20±1	
46.	Temperaturno območje okolice	°C	-25 / +40	
OSTALE ZAHTEVE				
47.	3D BIM model v elektronski obliki. (dwg., IFC LOD400 in .STP)	DA/NE	DA	
48.	Dokumentacija za vzdrževanje skladno s SIST EN 13460 v slovenskem jeziku	DA/NE	DA	

**9.4 PRENAPETOSTNI ODVODNIKI 110 kV – POKONČNA IZBEDBA**

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
SPLOŠNI PODATKI				
1.	Proizvajalec			
2.	Oznaka PO			
3.	Tip montaže		Pokončna	
4.	Mesto montaže		Zunanja	
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE				
5.	Nazivna napetost sistema	kV	110	
6.	Najvišja dovoljena obratovalna napetost sistema	kV	123	
7.	Nazivna napetost PO Ur po SIST EN 60099-4	kV	102	
8.	Nazivna frekvenca	Hz	50	
9.	Nazivni praznilni tok 8/20 $\mu$ s	kA	10	
10.	Impulzna tokovna zadržnost	kA	100	
11.	Klasifikacija po SIST EN 60099-4	SH/SM/SL	SM	
12.	Sposobnost absorpcije energije pri Ur	kJ/kV	$\geq 7,5$	
13.	Dolgotrajna napetostna frekvenčna vzdržnost (2.000 $\mu$ s)	A		
14.	Maksimalna preostala napetost pri tokovnem impulzu 8/20 $\mu$ s:			
	5 kA	kV		
	10 kA	kV		
	20 kA	kV		
15.	Časna prenapetost za čas 1 s	kV		
16.	Čas delovanja zaščite	s	$\leq 1$	
17.	Faktor zemeljskega stika		$\leq 1,3$	
18.	Najvišja trajna obratovalna napetost Uc (določi ponudnik)	kV		
19.	Energijski razred po SIST EN 60099-4		$\geq 3$	
20.	Zaščitni nivo atmosferske prenapetosti Upl	kV		
21.	Zaščitni nivo stikalne prenapetosti Upl	kV		
22.	Uhajavi tok PO pri:			

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
	nazivni napetosti	mA		
	60 % nazivne napetosti	mA		
	Vzdržne preizkusne napetosti izolatorja:			
23.	napetost obratovalne frekvence (1 min.)	kV	230	
	napetost atmosferske razelektritve (1,2/50 $\mu$ s)	kV	550	
24.	Delne razelektritve	pC	<10	
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI				
25.	Proizvajalec izolatorja	-		
26.	Material izolatorja	-	Kompozit	
27.	Prirobnica		Aluminij ali vroče pocinkano nerjavno jeklo	
	Primarne priključne sponke (komplet s ploščo in vijaki):			
28.	sponka (plošča) za direktno priključitev vodnika v pokončni ali horizontalni izvedbi je sestavni del odvodnika	DA/NE	DA	
	material/tip		Aluminij/plošča	
	dimenzije	mm	50 x 50 4x M 12 45x45 mm	
29.	Maksimalna horizontalna sila na primarnih priključkih	N	$\geq 2.000$	
30.	Skupna plazilna razdalja	mm	$\geq 2.460$	
31.	Profil ohišja - odprti tip, kot naklona kap	°	$\leq 20$	
32.	Minimalna plazilna razdalja	mm/kV	$\geq 27,8$	
33.	Debelina obloge	mm	$\geq 3$	
34.	Jedro FRP cev mora biti izdelana iz ECR steklenih vlaken	DA/NE	DA	
DIMENZIJE IN MASA				
35.	Masa PO	kg		
36.	Transportna masa	kg		
37.	Številka risbe z dimenzijami (drawing ID)	-		
38.	Višina	mm		
39.	Širina	mm		
40.	Dolžina	mm		



Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
41.	Temperaturno območje okolice	°C	-25 / +40	
OSTALE ZAHTEVE				
42.	Števec delovanja z daljinskim odčitavanjem	DA/NE	DA	
43.	Naprava za monitoring delovanja za registracijo prenapetosti in preverjanje stanja delovanja odvodnika	DA/NE	DA	
44.	3D BIM model v elektronski obliki. (IFC LOD400 in .STP)	DA/NE	DA	
45.	Dokumentacija za vzdrževanje skladno s SIST EN 13460 v slovenskem jeziku	DA/NE	DA	

**9.5 PRENAPETOSTNI ODVODNIKI 110 kV – VISEČA IZBEDBA**

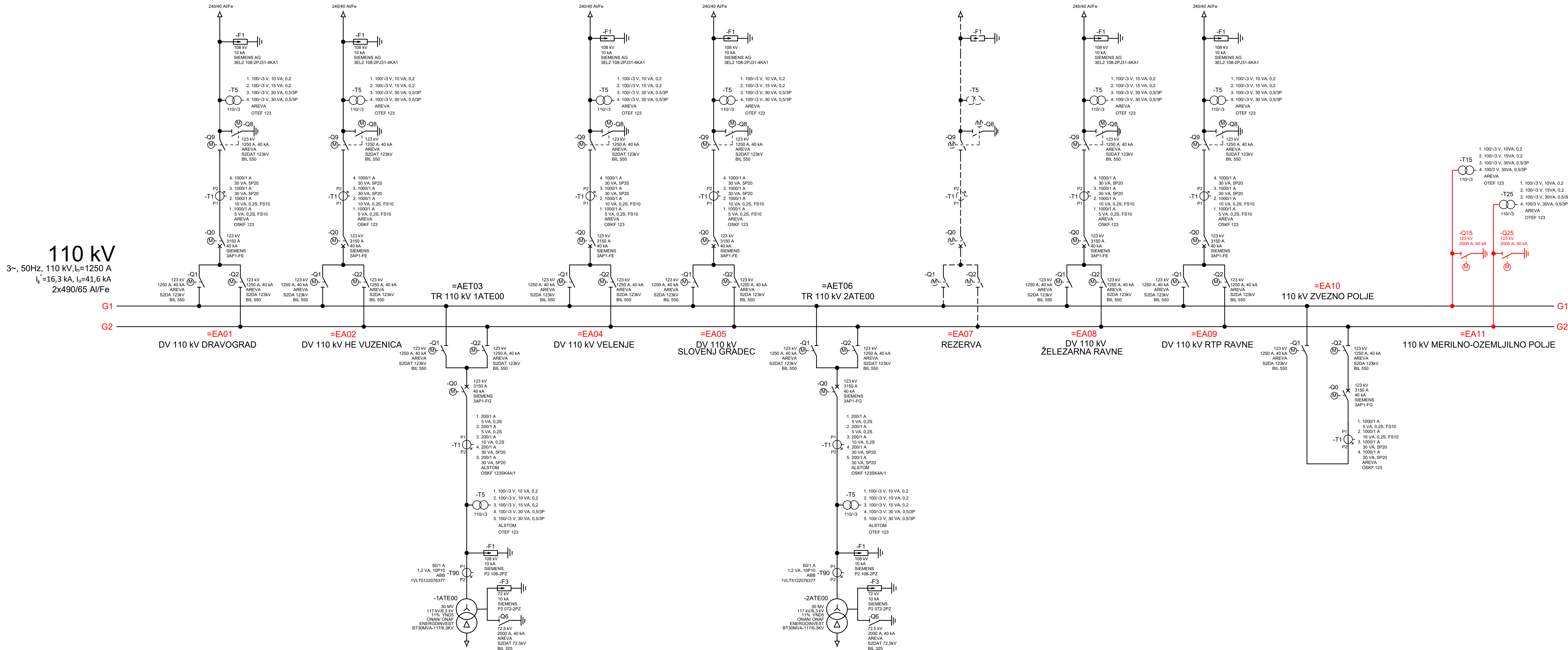
Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
SPLOŠNI PODATKI				
46.	Proizvajalec			
47.	Oznaka prenapetostnega odvodnika			
48.	Tip montaže		viseča	
49.	Mesto montaže		zunanja	
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE				
50.	Nazivna napetost sistema	kV	110	
51.	Najvišja dovoljena obratovalna napetost sistema	kV	123	
52.	Nazivna napetost prenapetostnega odvodnika Ur po SIST EN 60099-4	kV	102	
53.	Nazivna frekvenca	Hz	50	
54.	Nazivni praznilni tok 8/20 $\mu$ s	kA	10	
55.	Impulzna tokovna zdržnost	kA	100	
56.	Klasifikacija po SIST EN 60099-4	SH/SM/SL	SM	
57.	Sposobnost absorpcije energije pri Ur	kJ/kV	$\geq 7,5$	
58.	Dolgotrajna napetostna frekvenčna vzdržnost (2.000 $\mu$ s)	A		
59.	Maksimalna preostala napetost pri tokovnem impulzu 8/20 $\mu$ s:			
	5 kA	kV		
	10 kA	kV		
	20 kA	kV		
60.	Časna prenapetost za čas 1 s	kV		
61.	Čas delovanja zaščite	s	$\leq 1$	
62.	Faktor zemeljskega stika		$\leq 1,3$	
63.	Najvišja trajna obratovalna napetost Uc (določi ponudnik)	kV		
64.	Energijski razred po SIST EN 60099-4		$\geq 3$	
65.	Zaščitni nivo atmosferske prenapetosti Upl	kV		
66.	Zaščitni nivo stikalne prenapetosti Upl	kV		
67.	Uhajavi tok prenapetostnega odvodnika pri:			

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
	nazivni napetosti	mA		
	60 % nazivne napetosti	mA		
	Vzdržne preizkusne napetosti izolatorja:			
68.	Napetost obratovalne frekvence (1 min.)	kV	230	
	Napetost atmosferske razelektritve (1,2/50 $\mu$ s)	kV	550	
69.	Delne razelektritve	pC	<10	
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI				
70.	Proizvajalec izolatorja	-		
71.	Material izolatorja	-	Kompozit	
72.	Prirobnica		Aluminij ali vroče pocinkano nerjavno jeklo	
	Primarne priključne sponke (komplet s ploščo in vijaki):			
73.	sponka (plošča) za direktno priključitev vodnika v pokončni ali horizontalni izvedbi je sestavni del odvodnika	DA/NE	DA	
	material/tip		Aluminij/plošča	
	dimenzije	mm	50 x 50 4x M 12 45x45 mm	
74.	Maksimalna horizontalna sila na primarnih priključkih	N	$\geq 2.000$	
75.	Skupna plazilna razdalja	mm	$\geq 2.460$	
76.	Profil ohišja - odprti tip, kot naklona kap	°	$\leq 20$	
77.	Minimalna plazilna razdalja	mm/kV	$\geq 27,8$	
78.	Debelina obloge	mm	$\geq 3$	
79.	Jedro FRP cev mora biti izdelana iz ECR steklenih vlaken	DA/NE	DA	
DIMENZIJE IN MASA				
80.	Masa prenapetostnega odvodnika	kg		
81.	Transportna masa	kg		
82.	Številka risbe z dimenzijami (drawing ID)	-		
83.	Višina	mm		
84.	Širina	mm		
85.	Dolžina	mm		

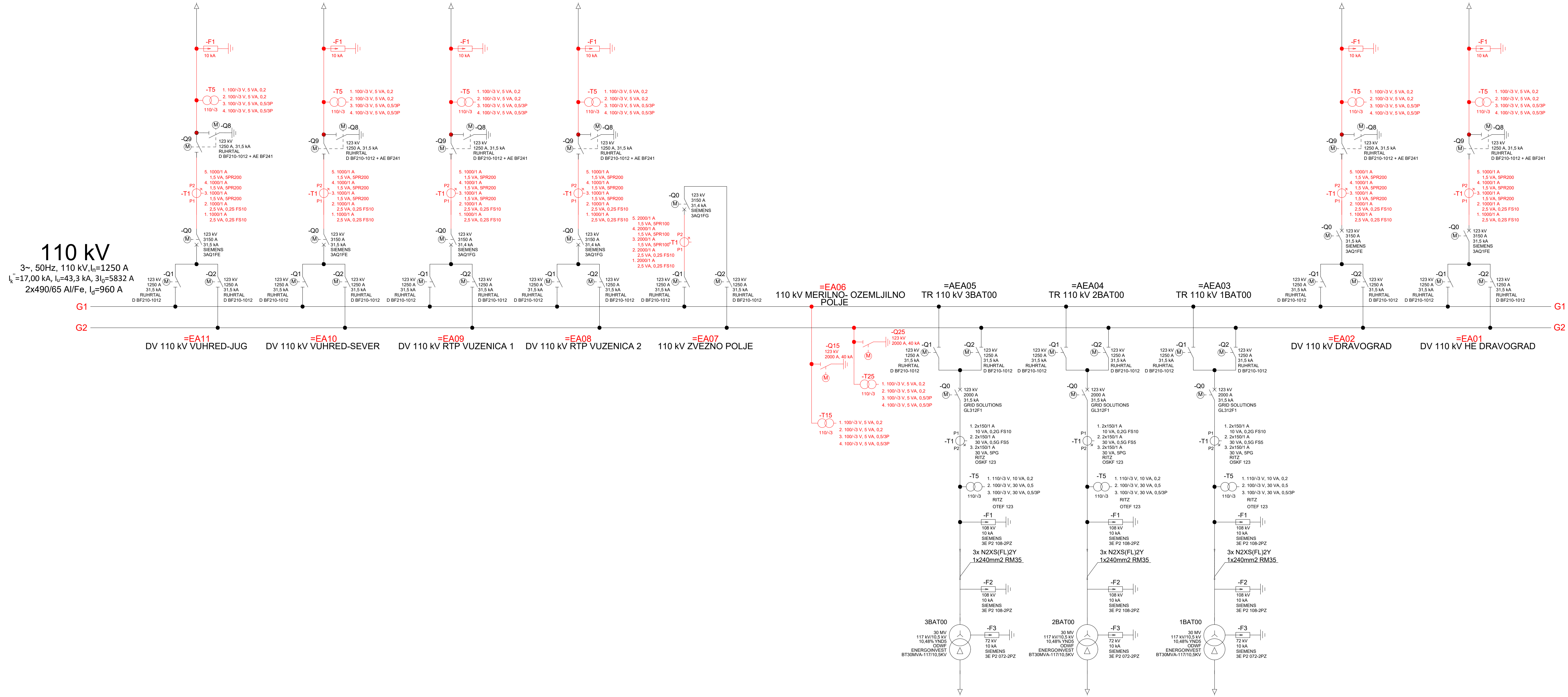
Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
86.	Temperaturno območje okolice	°C	-25 / +40	
OSTALE ZAHTEVE				
87.	Števec delovanja z daljinskim odčitavanjem	DA/NE	DA	
88.	Naprava za monitoring delovanja za registracijo prenapetosti in preverjanje stanja delovanja odvodnika	DA/NE	DA	
89.	3D BIM model v elektronski obliki. (IFC LOD400 in .STP)	DA/NE	DA	
90.	Dokumentacija za vzdrževanje skladno s SIST EN 13460 v slovenskem jeziku	DA/NE	DA	

## 10 GRAFIČNI PRIKAZI

Št.	Naziv prikaza	Id. oznaka
1.	HE Dravograd Enopolna shema 110 kV stikališča – novo stanje	4470.6XEDR.001
2.	HE Vuzenica Enopolna shema 110 kV stikališča – novo stanje	4470.6XEVZ.001
3.	HE Vuhred Enopolna shema 110 kV stikališča – novo stanje	4470.6XEVU.001
4.	HE Ožbalt Enopolna shema 110 kV stikališča – novo stanje	4470.6XEOZ.001

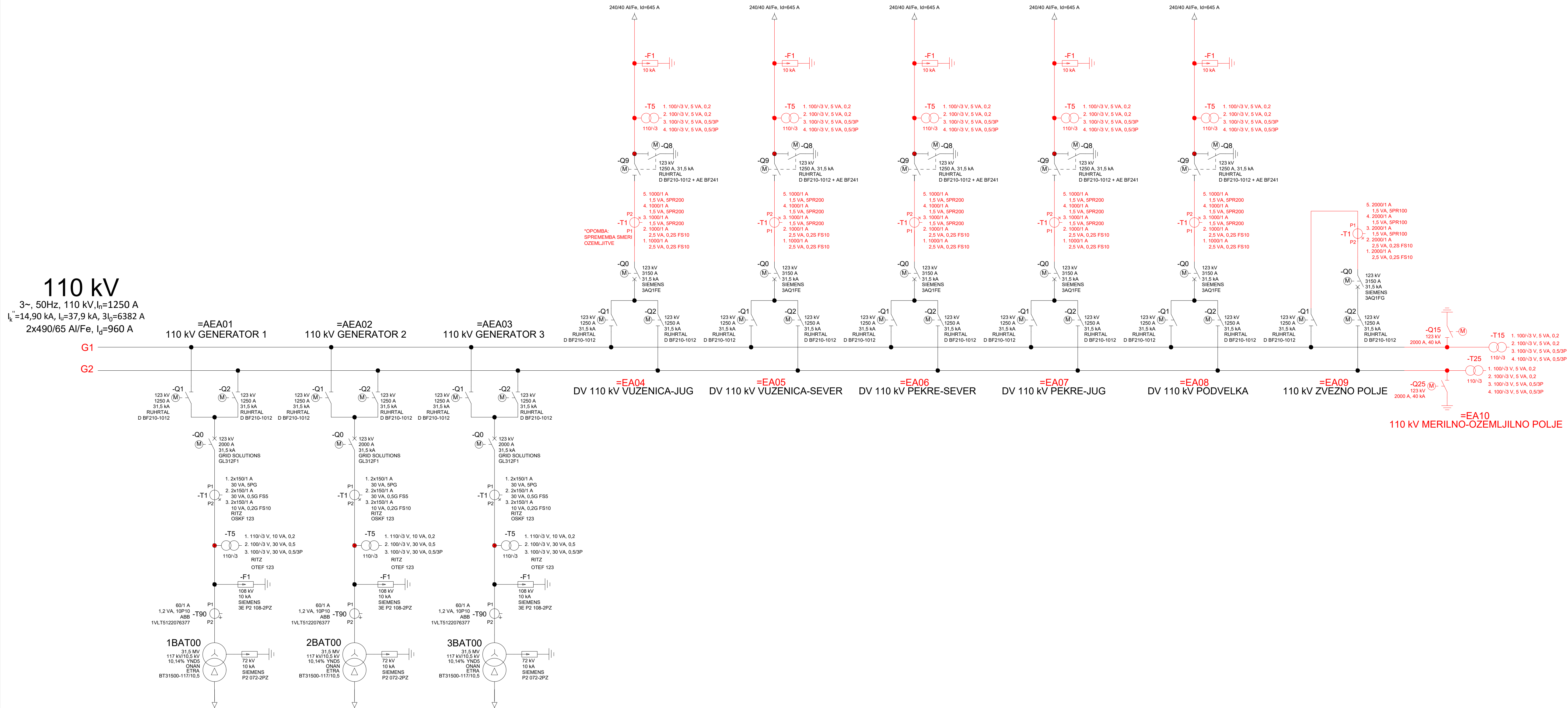




2			
1	Komentarji ELES.	01/2026	BL
0	Prva izdaja	11/2025	BL
Revizija:	Opis spremembe:	Datum:	Podpis:
Investitor:	HE Dravograd, HE Vuzenica, HE Vuhred, HE Ožbalt		
Projektant:	HE DRAVOGRAD- 110 kV STIKALIŠČE		
Podizvajalec:	3. NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE		
	Ime in priimek:	Identif. št.:	Vsebina prikaza:
Vodja projektiranja:	Bojan Lukavečki, dipl. inž. el.	E-0052	Enopolna shema 110 kV stikališča – novo stanje
Pooblaščen inž.:	Bojan Lukavečki, dipl. inž. el.	E-0052	
Sodelavec:	Tadej Albreht, univ. dipl. inž. el.	E-2219	Št. projekta: K-4470 Št. načrta: 4470.6E02 Vrsta dok.: DZR
Sodelavec:	Igor Dacko, dipl. inž. el.		Naziv načrta: DOBAVA VN NAPRAV Stran: 1
Datum:	11/2025	Merilo: -	Številka prikaza: 4470. 6XEDR.001 Stran: 1



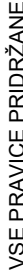
2			
1	Komentarji ELES.	01/2026	BL
0	Prva izdaja.	11/2025	BL
Revizija:	Opis spremembe:	Datum:	Podpis:
Investitor:	Objekt: HE Dravograd, HE Vuzenica, HE Vuhred, HE Ožbalt		
Projektant:	Del objekta: HE VUZENICA- 110 kV STIKALIŠČE		
Podizvajalec:	Strokovno področje načrta: 3. NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE		
	Ime in priimek:	Identif. št.:	Vsebina prikaza:
Vodja projektiranja:	Bojan Lukavečki, dipl. inž. el.	E-0052	Enopolna shema 110 kV stikališča – novo stanje
Pooblaščen inž.:	Bojan Lukavečki, dipl. inž. el.	E-0052	
Sodelavec:	Tadej Albreht, univ. dipl. inž. el.	E-2219	Št. projekta: K-4470 Št. načrta: 4470.6E02 Vrsta dok.: DZR
Sodelavec:	Igor Dacko, dipl. inž. el.		Naziv načrta: DOBAVA VN NAPRAV Stran: 1
Sodelavec:			Številka prikaza: 4470.6XEVZ.001 Stran: 1
Datum:	11/2025	Merilo:	Revizija:



WSE PRAVICE PRIDRŽANE



2							
1		Komentarji ELES.		01/2026		BL	
0		Prva izdaja.		11/2025		BL	
Revizija:		Opis spremembe:		Datum:		Podpis:	
Investitor:				Objekt:			
				HE Dravograd, HE Vuzenica, HE Vuhred, HE Ožbaht			
Projektant:				Del objekta:			
				HE VUHRED- 110 kV STIKALIŠČE			
Podizvajalec:				Strokovno področje načrta:			
				3. NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE			
		Ime in priimek:		Identif. št.:		Vsebinska prikaza:	
Vodja projekiranja:		Bojan Lukavečki, dipl. inž. el.		E-0052		Enopolna shema 110 kV stikališča – novo stanje	
Pooblaščen inž.:		Bojan Lukavečki, dipl. inž. el.		E-0052			
Sodelavec:		Tadej Albreht, univ. dipl. inž. el.		E-2219		Št. projekta: K-4470	
Sodelavec:		Igor Dacko, dipl. inž. el.				Št. načrta: 4470.6E02	
Sodelavec:						Vrsta dok.: DZR	
Datum:		11/2025		Merilo:		-	
						Naziv načrta:	
						DOBAVA VN NAPRAV	
						Številka prikaza:	
						4470.6XEVU.001	
						Revizija:	
						1	





2							
1	Komentarji ELES.					01/2026	BL
0	Prva izdaja.					11/2025	BL
Revizija:	Opis spremembe:					Datum:	Podpis:
Investitor:				Objekt:			
				HE Dravograd, HE Vuzenica, HE Vuhred, HE Ožbalť			
Projektant:				Del objekta:			
				HE OŽBALT- 110 kV STIKALIŠČE			
Podizvajalec:				Strokovno področje načrta:			
				3. NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE			
				Vsebinska prikaza:			
				Enopolna shema 110 kV stikališča – novo stanje			
Vodja projektiranja:		Bojan Lukavečki, dipl. inž. el.		Identif. št.:		E-0052	
Pooblaščenec inž.:		Bojan Lukavečki, dipl. inž. el.		E-0052		E-0052	
Sodelavec:		Tadej Albreht, univ. dipl. inž. el.		E-2219		Št. projekta: K-4470	
Sodelavec:		Igor Dacko, dipl. inž. el.				Št. načrta: 4470.6E02	
Sodelavec:						Vrsta dok.: DZR	
Datum:		11/2025		Merilo:		-	
				Naziv načrta:			
				DOBAVA VN NAPRAV			
				Številka prikaza:			
				4470.6XEOZ.001			
				Stran: 1			
				Strani: 1			
				Revizija: 1			