

# TEHNIČNI RAZPISNI POGOJI

## 1 Obseg dobave

Predmet razpisa je izdelava, preizkušanja in dobava 110 kV, 220 kV in 400 kV tokovnih, napetostnih in kombiniranih merilnih transformatorjev:

- A. 110 kV napetostni merilni transformatorji – 18 kos
- B. 400 kV napetostni merilni transformatorji – 2 kos
- C. 400 kV tokovni merilni transformatorji – 1 kos
- D. 110 kV kombinirani merilni transformatorji – 3 kos
- E. 220 kV kombinirani merilni transformatorji – 3 kos
- F. 400 kV kombinirani merilni transformatorji – 1 kos

### 1.1 Splošni pogoji

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

Merilni transformatorji morajo biti izdelani v skladu z novimi standardi:

- SIST EN 61869-1:2024
- SIST EN 61869-2:2013
- SIST EN 61869-3:2012
- SIST EN 61869-4:2014

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

### 1.2 Obratovalni pogoji:

- |                       |                                      |
|-----------------------|--------------------------------------|
| - temperatura olja    | - $-25\text{ °C} \div +40\text{ °C}$ |
| - nadmorska višina    | - $\geq 1000\text{ m}$               |
| - stopnja onesnaženja | - II                                 |
| - ledene obloge       | - Razred 10                          |
| - hitrost vetra       | - $\geq 34\text{ m/s}$               |

### 1.3 Podatki o 110 kV omrežju:

- |                                               |          |
|-----------------------------------------------|----------|
| - nazivna napetost omrežja                    | - 110 kV |
| - najvišja napetost omrežja                   | - 123 kV |
| - nazivna frekvenca                           | - 50 Hz  |
| - število faz                                 | - 3      |
| - direktno učinkovito ozemljena ničelna točka |          |

### 1.4 Podatki o 220 kV omrežju:

- |                                               |          |
|-----------------------------------------------|----------|
| - nazivna napetost omrežja                    | - 220 kV |
| - najvišja napetost omrežja                   | - 245 kV |
| - nazivna frekvenca                           | - 50 Hz  |
| - število faz                                 | - 3      |
| - direktno učinkovito ozemljena ničelna točka |          |

### 1.5 Podatki o 400 kV omrežju:

- |                            |          |
|----------------------------|----------|
| - nazivna napetost omrežja | - 400 kV |
|----------------------------|----------|

- |                                               |          |
|-----------------------------------------------|----------|
| - najvišja napetost omrežja                   | - 420 kV |
| - nazivna frekvenca                           | - 50 Hz  |
| - število faz                                 | - 3      |
| - direktno učinkovito ozemljena ničelna točka |          |

## 2 Tehnične zahteve

Ohišja merilnih transformatorjev 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, izdelani v skladu s standardom SIST EN 61462. Jedro izolatorja mora biti izdelano iz umetnih smol, ojačenih s steklenimi vlakni. Izolacijska obloga mora biti iz silikonske gume (SIR), vulkanizirane pri visoki temperaturi (HTV) ali pa 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.). 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. 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 protiekspluzijske varnosti za transformator enake ali podobne konstrukcije.

Zaradi zagotavljanja enakomerne obremenitve izolacijskega materiala, mora biti predviden najmanj en izenačevalni zaslon za vsakega  $10/\sqrt{3}$  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 in sicer:
  - 110 kV : 450 × 450 mm,  $\varnothing$  = 20 mm,
  - 220 kV: 600 × 600 mm,  $\varnothing$  = 24 mm,
  - 400 kV : 900 × 900 mm,  $\varnothing$  = 24 mm.
- na podnožju morata biti predvidena dva vijačna priključka najmanj dimenzij M12 za ozemljitev ohišja, označena v skladu z SIST EN 60417, simbol št. 5019.

Primarni priključki merilnih transformatorjev morajo biti izdelani iz aluminijastih (Al) zlitin ali posrebre-nega bakra. Priključki so ploščati in dimenzije po standardu DIN 46206-3, dimenzij vsaj 100 (200) × 100 mm z luknjami  $\varnothing$ 14 mm na razdaljah 50/50 mm.

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

## 2.1 Transformatorsko olje in izolacijski papir

Merilni transformatorji morajo biti izdelani s papirno izolacijo ter izolacijskim oljem, brez uporabe kre-menčevega peska.

Za izolacijo mora biti uporabljeno inhibirano mineralno olje tipa TVAI, skladno s standardom SIST EN 60296:2020, Ed.5. Uporabljeno mora biti nerekiclrano transformatorsko olje 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 mora biti vsaj 30 kV pred degazacijo olja oz. vsaj 70 kV po njej.

Dopustna vsebnost vlage po polnjenju merilnih transformatorjev je 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 60422:2025 – tabela 3 tega standarda.

Zaradi okoljevarstvenih razlogov mora konstrukcija merilnih transformatorjev omogočati uporabo mini-malne količine olja.

Papirna in oljna izolacija morata biti osušeni ter razplinjeni z vakuumskim in temperaturnim postopkom. Izgubni faktor izolacije tg  $\delta$  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 (DP) skladno z SIST EN 60450. DP preiskave papirja se opravi na vseh kolutih papirja, ki bodo uporabljene pri izdelavi transformatorjev.

Vzorci morajo ustrezati naslednjim zahtevam:

- povprečna stopnja polimerizacije DP ne sme biti nižja od 1.100,
- vsebnost vlage mora biti nižja od 0,3 %.

## 2.2 Sekundarna priključna omarica

Sekundarni priključki morajo biti nameščeni v omaricah s stopnjo zaščite najmanj IP54 skladno s stan-dardom SIST EN 60529 in morajo biti dovolj prostorne za priklop priključnih kablov. Sekundarna pri-ključna omarica tokovnika mora biti nameščena na isti strani kot primarni priključek P1.

V priključnih omaricah tokovnega merilnega transformatorja morajo biti v prvi vrsti nameščene po vrstnem redu sekundarne sponke 1S1-1S2-2S1-2S2-3S1-3S2-4S1-4S2-5S1-5S2, v prvi vrsti napetostnega merilnega transformatorja po vrstnem redu sekundarne sponke 1a-1n-2a-2n-3a-3n-4a-4n. V drugi vrsti pod sekundarnimi sponkami mora biti nameščena ozemljitvena letev, ki omogoča pregledno ozemljevanje katerekoli sekundarne sponke z ozemljitvenim mostičem.

Sekundarni priključki morajo biti izdelani iz inoks ali korozijsko zaščenega bakra (E-Cu ali posrebreni), dimenzije M10. Inoks 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 ozemljitveno letev z mostičem. Sekundarne sponke merilnega transformatorja morajo biti pregledne, tako da sta priključka za vsako sekundarno navitje ter pripadajoča ozemljitvena sponka vgrajena vertikalno eden pod drugim, ločeno od ostalih sponk. Prav tako mora biti ločeno od sekundarnih sponk vgrajen priključek 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. Omarici s sekundarnimi priključki morata biti ločeni za napetostne in tokovne sponke. Pri kombiniranih merilnih transformatorjih morata biti obe omarici nameščeni na enaki strani kot primarni priključek P1. 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.

### **2.3 Dodatne zahteve za tokovne merilne transformatorje**

Tokovni merilni transformatorji morajo imeti pet jeder, skladno z zahtevami iz tabel tehničnih podatkov merilnih transformatorjev. Ustrezati morajo razširjenemu obsegu obremenitve v skladu s SIST EN 61869-2.

Merilna jedra transformatorjev morajo biti izvedena v zgornjem delu merilnega transformatorja.

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

### **2.4 Dodatne zahteve za napetostne merilne transformatorje**

Napetostni merilni transformatorji 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 merilnega transformatorja mora biti vgrajeno oslABLjeno 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. Oslabljenost mesto ne sme biti znotraj oljnega dela napetostnega merilnega transformatorja. Proizvajalec mora predložiti konstrukcijsko rešitev (načrt) in zapisnik tipskega preizkusa delovanja navedene zaščite.

### **2.5 Dodatne zahteve za kombinirane merilne transformatorje**

Visokonapetostni priključek napetostnega dela transformatorja je vezan na sponko P2.

Vse zahteve za napetostne in tokovne transformatorje veljajo tudi za kombinirane merilne transformatorje.

### 3 Dokumentacija merilnih transformatorjev

Nabor dokumentov, ki se zahtevajo ob predložitvi v fazi predaje ponudbe:

- kopijo z rezultati poročil o opravljenih tipskih preizkusih na enakem tipu merilnega transformatorja in kompozitnih izolatorjev,
- kopijo dizajn in tipskega preizkusa za vsak tip ponujenih izolatorjev v skladu s standardom SIST EN 61462,
- dokazila o izpolnjevanju vseh tehničnih pogojev, ki niso zajeti v obsegu tipskega preizkusa,
- dokazilo o opravljenem testu, ki potrjuje učinkovitost rešitve za zagotovitev protieksplzijske varnosti za transformator enake ali podobne konstrukcije skladno s standardom SIST EN 60869-1,
- konstrukcijsko rešitev (načrt) in zapisnik tipskega preizkusa delovanja vgrajenih oslabljenih mest, ki v primeru kratkega stika na napetostnih merilnih kabelskih vodih prekine merilni tokokrog,
- dokument o akreditaciji laboratorija po standardu SIST EN ISO/IEC 17025,
- statistika okvar za vsak tip merilnega transformatorja v garancijski dobi in izven nje,
- Izjava proizvajalca, da je naprava sposobna 1 uro obratovati pri 1,15 pu najvišje napetosti sistema.

Nabor dokumentov, ki se zahtevajo pred izdelavo:

- merske skice merilnih transformatorjev s podnožji, električnimi priključki (primarni in sekundarni), vezalne sheme s tehničnimi podatki,
- načrt napisne tablice,
- dokumentacijo o tehnični opremljenosti in sledljivosti merilnega laboratorija in usposobljenosti osebja za izvajanje prevzemnih preizkusov merilnih transformatorjev,
- QA program prevzemnih preizkušanj,
- opis merilnih postopkov z vezalnimi shemami.

Nabor dokumentov, ki se zahtevajo pred prevzemom:

- merilno dokumentacijo o opravljenih kosovnih preizkusih na vseh merilnih transformatorjih brez prisotnosti družbe ELES,
- certifikate o kalibraciji po standardu SIST EN ISO/IEC 17025 za vse merilne transformatorje,
- kopijo serijskega in kosovnega prevzemnega preizkusa za vsakega od vgrajenih izolatorjev v skladu s standardom SIST EN 61462,
- certifikati za uporabljeno izolacijsko olje (angl. Certificate of Analysis, Technical Data Sheet) vključno z rezultati preiskave kakovosti novega transformatorskega olja pred polnjenjem, ki jo je izdelal akreditirani laboratorij,
- certifikati za uporabljen izolacijski papir, vključno z rezultati preiskave akreditiranega laboratorija stopnje polimerizacije vzorcev izolacijskega papirja,
- certifikati za uporabljeni bakreni vodnik,
- krivulje amplitudnega in faznega pogreška,
- dokazilo o izvedeni priključni omari z ustrezno stopnjo zaščite pred zunanjimi vplivi.

Nabor dokumentov, ki se zahtevajo ob prevzemu:

- poročilo o opravljenih prevzemnih preizkusih na dogovorjenem vzorcu merilnih transformatorjev,
- opis transformatorjev z navodili za transport, montažo, priklop, vzdrževanje in varno obratovanje,
- izjavo proizvajalca o skladnosti proizvoda z evropskimi predpisi.

## 4 Preizkusi merilnih transformatorjev

### 4.1 Tipski preizkusi

Tipski preizkusi merilnih transformatorjev morajo biti izvedeni v skladu s standardi SIST EN 61869-1, SIST EN 61869-2, SIST EN 61869-3, SIST EN 61869-4 in IEC/TR 61869-103.

Kopijo poročil o opravljenih tipskih preizkusih na enakem tipu merilnih transformatorjev je treba predati že v fazi oddaje ponudbe. Proizvajalec mora pri preizkusu segrevanja dokazati upoštevanje sončnega sevanja  $1.000 \text{ W/m}^2$ .

Dobavitelj mora pridobiti dokazilo o akreditaciji laboratorija in aneks o obsegu akreditiranih postopkov, v katerem je bilo opravljeno tipsko preizkušanje.

### 4.2 Kosovni preizkusi

Kosovni (rutinski) preizkusi merilnih transformatorjev morajo biti izvedeni v skladu s standardom SIST EN 61869-1, SIST EN 61869-2, SIST EN 61869-3, SIST EN 61869-4 in IEC/TR 61869-103.

### 4.3 Prezemni preizkusi

Prezemni preizkusi v laboratoriju proizvajalca, ki se bodo izvajali v prisotnosti predstavnikov družbe ELES 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 ELES 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 prevzemnimi preizkusi in po njih na stroške dobavitelja izvede plinsko-kromatografska preiskava DGA (angl. Dissolved Gas Analysis) preizkus po standardu SIST EN 60567 in SIST EN 61181.

ELES priznava samo rezultate DGA in fizikalno-kemijskih preiskav izvedenih v akreditiranem laboratoriju.

Kriterij za rezultate fizikalno-kemijskih analiz je doseganje zahtevanih parametrov skladno z zahtevami klasifikacije olja po SIST EN 60296-tabela 3 za olja klasificirana kot Tip A in specifikacijo olja s strani proizvajalca olja.

Kriteriji za DGA in fizikalno-kemijske parametre po izvedenih preizkusih:

- |                                       |                                            |
|---------------------------------------|--------------------------------------------|
| • vodik ( $\text{H}_2$ )              | prirast manjši od 10 ppm,                  |
| • acetilen ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) | prirast manjši od 0,1 ppm,                 |
| • plini ( $\text{C}_x\text{H}_y$ )    | 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 bo ELES odločil o sprejemljivosti naprave.

## 5 Tabele tehničnih podatkov

### 5.1 Napetostni merilni transformatorji

- NMT 110 kV/18 kos

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
SPLOŠNI PODATKI				
1	Proizvajalec	-		
2	Oznaka napetostnega transformatorja	-		
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE				
3	Nazivna napetost sistema	kV	110	
4	Najvišja dovoljena obratovalna napetost naprave	kV	145	
5	Nazivna primarna napetost naprave	kV	110	
6	Nazivna frekvenca	Hz	50	
7	Standardna zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence (1 min) – VN navitje	kV rms	275	
8	Standardna zdržna atmosferska udarna napetost (1.2/50 $\mu$ s)	kV	650	
9	Zdržna stikalna udarna napetost -oblika vala	-		
10	1 minutna inducirana potencialna preizkusna napetost	kV		
11	Standardna zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence (1 min) – NN navitje	kV rms	3	
12	Nazivna moč 1. navitje 2. navitje 3. navitje 4. navitje	VA VA VA VA	5 5 5 5	
13	Razred točnosti 1. navitje 2. navitje 3. navitje 4. navitje	- - - -	0,2 0,2 0,5/3P 0,5/3P	
14	Skupna termična obremenitev sekundarnih tokokrogov	VA		
15	Maksimalni dvig temperature: - pod obratovalnimi pogoji - na testu izvedenem v skladu s SIST EN 61869-1 in SIT EN 61869-3	K K		
16	Prestavno razmerje			
	primarna napetost	V	110.000/ $\sqrt{3}$	
	sekundarna napetost: - 1. navitje	V	100/ $\sqrt{3}$	
	- 2. navitje	V	100/ $\sqrt{3}$	
	- 3. navitje	V	100/ $\sqrt{3}$	
	- 4. navitje	V	100/ $\sqrt{3}$	
17	Napetost odprtega tokokroga	V		

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
18	Kratkotrajni tok napake tokokroga	kA	50	
19	Faktor izgub tgδ	-		
20	Nivo radijskih motenj: RIV stopnja RIV metoda RIV napetost	μV kV		
21	Maksimalni dvig temperature: - pod obratovalnimi pogoji na testu izvedenem v skladu s SIST EN 61869-1 in SIT EN 61869-3	K K		
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI				
22	Proizvajalec transformatorskega olja, država		Nynas, Švedska	
23	Oznaka olja	NYTRO 4000X / NYTRO 10XN / NYTRO LYRA X		
24	Stopnja kakovosti olja		TVAI po SIST EN 60296	
25	Proizvajalec izolatorja			
26	Material izolatorja		kompozit	
27	Skupna plazilna razdalja	mm	≥ 2460	
28	Električna poljska jakost vzdolž obloge (efektivna vrednost)	kV/mm	≤ 0,42	
29	Električna poljska jakost ob prirobnicah (efektivna vrednost)		≤ 1,8	
30	Električna poljska jakost ob trojnih točkah (efektivna vrednost)	kV/mm	≤ 0,35	
31	Minimalna plazilna razdalja	mm/kV	≥ 27,8	
32	Debelina obloge	mm	≥ 3	
33	Jedro		FRP cev mora biti izdelana iz ECR steklenih vlaken	
34	Prirobnica		Aluminij ali vroče pocinkano nerjavno jeklo	
35	Profil ohišja - odprti tip, kot naklona kap	°	≤ 20	
36	Material primarnih sponk	-	Aluminij	
37	Tip in dimenzije primarnih sponk	- mm	plošča ≥ 100/100	
38	Skupna mehanska sila na primarnih sponkah	N	≥ 5000	
DIMENZIJE IN TEŽA				



Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
39	Številka risbe z dimenzijami in izgledom			
40	Skupna masa napetostnega transformatorja	kg		
41	Masa transformatorskega olja v napetostnem transformatorju	kg		
42	Transportna masa	kg		
43	Višina	mm		
44	Širina	mm		
45	Dolžina	mm		
46	Temperaturno območje okolice	°C	-25 ÷ +40	

- NMT 400 kV/2 kos

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
SPLOŠNI PODATKI				
1	Proizvajalec	-		
2	Oznaka napetostnega transformatorja	-		
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE				
3	Nazivna napetost sistema	kV	400	
4	Najvišja dovoljena obratovalna napetost naprave	kV	420	
5	Nazivna primarna napetost naprave	kV	400	
6	Nazivna frekvenca	Hz	50	
7	Standardna zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence (1 min) – VN navitje	kV rms	630	
8	Standardna zdržna atmosferska udarna napetost (1.2/50 $\mu$ s)	kV	1425	
9	Zdržna stikalna udarna napetost -oblika vala	-		
10	1 minutna inducirana potencialna preizkusna napetost	kV		
11	Standardna zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence (1 min) – NN navitje	kV rms	3	
12	Nazivna moč			
	1. navitje	VA	5	
	2. navitje	VA	5	
	3. navitje	VA	5	
13	Razred točnosti			
	1. navitje	-	0,2	
	2. navitje	-	0,2	
	3. navitje	-	0,5/3P	
14	4. navitje	-	0,5/3P	
	Skupna termična obremenitev sekundarnih tokokrogov	VA		
15	Maksimalni dvig temperature:			
	- pod obratovalnimi pogoji	K		
16	- na testu izvedenem v skladu s SIST EN 61869-1 in SIT EN 61869-3	K		
	Prestavno razmerje			
16	primarna napetost	V	$400.000/\sqrt{3}$	
	sekundarna napetost: - 1. navitje	V	$100/\sqrt{3}$	
	- 2. navitje	V	$100/\sqrt{3}$	
	- 3. navitje	V	$100/\sqrt{3}$	
	- 4. navitje	V	$100/\sqrt{3}$	
17	Napetost odprtega tokokroga	V		
18	Kratkotrajni tok napake tokokroga	kA	50	
19	Faktor izgub tg $\delta$	-		

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
20	Nivo radijskih motenj: RIV stopnja RIV metoda RIV napetost	μV kV		
21	Maksimalni dvig temperature: - pod obratovalnimi pogoji na testu izvedenem v skladu s SIST EN 61869-1 in SIT EN 61869-3	K K		
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI				
22	Proizvajalec transformatorskega olja, država		Nynas, Švedska	
23	Oznaka olja	NYTRO 4000X / NYTRO 10XN / NYTRO LYRA X		
24	Stopnja kakovosti olja		TVAI po SIST EN 60296	
25	Proizvajalec izolatorja			
26	Material izolatorja		kompozit	
27	Skupna plazilna razdalja	mm	≥ 8.400	
28	Električna poljska jakost vzdolž obloge (efektivna vrednost)	kV/mm	≤ 0,42	
29	Električna poljska jakost ob prirobnicah (efektivna vrednost)		≤ 1,8	
30	Električna poljska jakost ob trojnih točkah (efektivna vrednost)	kV/mm	≤ 0,35	
31	Minimalna plazilna razdalja	mm/kV	≥27,8	
32	Debelina obloge	mm	≥ 3	
33	Jedro		FRP cev mora biti izdelana iz ECR steklenih vlaken	
34	Prirobnica		Aluminij ali vroče pocinkano nerjavno jeklo	
35	Profil ohišja - odprti tip, kot naklona kap	°	≤ 20	
36	Material primarnih sponk	-	Aluminij	
37	Tip in dimenzije primarnih sponk	- mm	Plošča ≥ 100(200)/100	
38	Skupna mehanska sila na primarnih sponkah	N	≥ 5000	
DIMENZIJE IN TEŽA				
39	Številka risbe z dimenzijami in izgledom			

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
40	Skupna masa napetostnega transformatorja	kg		
41	Masa transformatorskega olja v napetostnem transformatorju	kg		
42	Transportna masa	kg		
43	Višina	mm		
44	Širina	mm		
45	Dolžina	mm		
46	Temperaturno območje okolice	°C	-25 ÷ +40	

## 5.2 Tokovni merilni transformatorji

- TMT 400 kV/1 kos

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
SPLOŠNI PODATKI				
1	Proizvajalec	-		
2	Oznaka tokovnega transformatorja	-		
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE				
3	Nazivna napetost sistema	kV	400	
	Najvišja dovoljena obratovalna napetost naprave	kV	420	
4	Nazivni primarni tok	A	1000	
5	Nazivno prestavno razmerje	A	1000/1/1/1/1/1	
6	Trajni dopustni termični tok	A	1500	
7	Nazivno razširjeno območje primarnega toka	%	150	
8	Kratkostični tok (čas trajanja 1s)	kA	50	
9	Nazivni dinamični tok	kA	125	
10	Nazivna frekvenca	Hz	50	
11	Zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence (50 Hz, 1 min)	kV	630	
12	Zdržna atmosferska udarna napetost (1,2/50 $\mu$ s)	kV	1425	
13	Nazivna moč 1. jedro (meritve) 2. jedro (meritve) 3. jedro (zaščita) 4. jedro (zaščita) 5. jedro (zaščita)	VA VA VA VA VA	2,5 2,5 1,5 1,5 1,5	
14	Razred točnosti 1. jedro (meritve) 2. jedro (meritve) 3. jedro (zaščita) 4. jedro (zaščita) 5. jedro (zaščita)		0,2S FS10 0,2S FS10 5PR200 5PR200 5PR200	
15	Razširjen obseg obremenitve skladno s SIST EN 61869-2	DA/NE	DA	
16	Faktor varnosti	-		
17	Faktor meje točnosti	-		

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
18	Magnetilni tok	A rms.		
19	Magnetilna krivulja		obvezna priloga	
20	Nivo radijskih motenj: RIV stopnja RIV metoda RIV napetost	$\mu V$  kV		
21	Maksimalni dvig temperature pri nazivnem trajnem obratovalnem toku: -pod obratovalnimi pogoji -na testu izvedenem v skladu s SIST EN 61869-1 in SIT EN 61869-2	K K		
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI				
22	Proizvajalec transformatorskega olja, država		Nynas, Švedska	
23	Oznaka olja	NYTRO 4000X / NYTRO 10XN / NYTRO LYRA X		
24	Stopnja kakovosti olja		TVAI po SIST EN 60296	
25	Proizvajalec izolatorja			
26	Material izolatorja		kompozit	
27	Skupna plazilna razdalja	mm	$\geq 8400$	
28	Električna poljska jakost vzdolž obloge (efektivna vrednost)	kV/mm	$\leq 0,42$	
29	Električna poljska jakost ob prirobnicah (efektivna vrednost)		$\leq 1,8$	
30	Električna poljska jakost ob trojnih točkah (efektivna vrednost)	kV/mm	$\leq 0,35$	
31	Minimalna plazilna razdalja	mm/kV	$\geq 27,8$	
32	Debelina obloge	mm	$\geq 3$	
33	Jedro		FRP cev mora biti izdelana iz ECR steklenih vlaken	
34	Prirobnica		Aluminij ali vroče pocinkano nerjavno jeklo	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
35	Profil ohišja - odprti tip, kot naklona kap	°	≤ 20	
36	Material primarnih sponk	-	Aluminij	
37	Tip in dimenzije primarnih sponk	mm	plošča ≥ 100(200)/100	
38	Položaj tokovnega transformatorja med transportom (vertikalni, horizontalni ali poševni)	-		
39	Način tesnjenja oljne komore			
40	Skupna mehanska sila na primarnih sponkah	N	≥ 5000	
DIMENZIJE IN TEŽA				
41	Teža kompletnega tokovnega transformatorja	kg		
42	Teža olja v enem tokovnem transformatorju	kg		
43	Transportna teža	kg		
44	Številka risbe z dimenzijami (drawing ID)	-		
45	Višina	mm		
46	Širina	mm		
47	Dolžina	mm		
48	Temperaturno območje okolice	°C	-25 ÷ +40	

### 5.3 Kombinirani merilni transformatorji

- KMT 110 kV/3 kos

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
SPLOŠNI PODATKI				
1	Proizvajalec	-		
2	Oznaka kombiniranega transformatorja	-		
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE				
3	Nazivna napetost sistema	kV	110	
4	Najvišja dovoljena obratovalna napetost naprave	kV	145	
5	Nazivni primarni tok	A	200	
6	Nazivno prestavno razmerje 1. jedro (meritve) 2. jedro (meritve) 3. jedro (zaščita) 4. jedro (zaščita) 5. jedro (zaščita)	A	200/1 200/1 200/1 200/1 1.000/1	
7	Trajni dopustni termični tok	A	1,5 x I <sub>n</sub>	
8	Nazivno razširjeno območje primarnega toka	%	150	
9	Kratkostični tok (čas trajanja 1s)	kA	50	
10	Nazivni dinamični tok	kA	125	
11	Nazivna frekvenca	Hz	50	
12	Zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence (50 Hz, 1 min)	kV	275	
13	Zdržna atmosferska udarna napetost (1,2/50μs)	kV	650	
14	Nazivna moč 1. jedro (meritve) 2. jedro (meritve) 3. jedro (zaščita) 4. jedro (zaščita) 5. jedro (zaščita)	VA VA VA VA VA	2,5 2,5 1,5 1,5 1,5	
15	Razred točnosti 1. jedro (meritve) 2. jedro (meritve) 3. jedro (zaščita) 4. jedro (zaščita) 5. jedro (zaščita)		0,2S FS10 0,2S FS10 5PR200 5PR200 5PR200	
16	Primarna napetost	V	110.000/√3	
17	sekundarna napetost: - 1. navitje	V	100/√3	
	- 2. navitje	V	100/√3	
	- 3. navitje	V	100/√3	



Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
	- 4. navitje	V	100/ $\sqrt{3}$	
18	Nazivna moč 1. navitje 2. navitje 3. navitje 4. navitje	VA VA VA VA	5 5 5 5	
19	Razred točnosti 1. navitje 2. navitje 3. navitje 4. navitje	- - - -	0,2 0,2 0,5/3P 0,5/3P	
20	Razširjen obseg obremenitve skladno s SIST EN-61869-2	DA/NE	DA	
21	Faktor varnosti	-		
22	Faktor meje točnosti	-		
23	Magnetilni tok	A rms.		
24	Magnetilna krivulja		obvezna priloga	
25	Napetost odprtega tokokroga	V		
26	Faktor izgub tg δ	-		
27	Nivo radijskih motenj: RIV stopnja RIV metoda RIV napetost	μV kV		
28	Maksimalni dvig temperature pri nazivnem trajnem obratovalnem toku: -pod obratovalnimi pogoji -na testu izvedenem v skladu s SIST EN 61869	K K		
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI				
29	Proizvajalec transformatorskega olja, država		Nynas, Švedska	
30	Oznaka olja	NYTRO 4000X / NYTRO 10XN / NYTRO LYRA X		
31	Stopnja kakovosti olja		TVAI po SIST EN 60296	
32	Proizvajalec izolatorja			
33	Material izolatorja		kompozit	
34	Skupna plazilna razdalja	mm	≥ 2460	
35	Električna poljska jakost vzdolž obloge (efektivna vrednost)	kV/mm	≤ 0,42	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
36	Električna poljska jakost ob prirobnicah (efektivna vrednost)		$\leq 1,8$	
37	Električna poljska jakost ob trojnih točkah (efektivna vrednost)	kV/mm	$\leq 0,35$	
38	Minimalna plazilna razdalja	mm/kV	$\geq 27,8$	
39	Debelina obloge	mm	$\geq 3$	
40	Jedro		FRP cev mora biti izdelana iz ECR steklenih vlaken	
41	Prirobnica		Aluminij ali vroče pocinkano nerjavno jeklo	
42	Profil ohišja - odprti tip, kot naklona kap	°	$\leq 20$	
43	Material primarnih sponk	-	Aluminij	
44	Tip in dimenzije primarnih sponk	mm	plošča $\geq 100/100$	
45	Položaj tokovnega transformatorja med transportom (vertikalni, horizontalni ali poševni)			
46	Način tesnjenja oljne komore			
47	Skupna mehanska sila na primarnih sponkah	N	$\geq 5000$	
DIMENZIJE IN TEŽA				
48	Teža kompletnega kombiniranega transformatorja	kg		
49	Teža olja v kombiniranem transformatorju	kg		
50	Transportna teža	kg		
51	Številka risbe z dimenzijami (drawing ID)	-		
52	Višina	mm		
53	Širina	mm		
54	Dolžina	mm		
55	Temperaturno območje okolice	°C	$-25 \div +40$	

- KMT 220 kV/3 kos

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
SPLOŠNI PODATKI				
1	Proizvajalec	-		
2	Oznaka kombiniranega transformatorja	-		
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE				
3	Nazivna napetost sistema	kV	220	
	Najvišja dovoljena obratovalna napetost naprave	kV	245	
4	Nazivni primarni tok	A	1000	
5	Nazivno prestavno razmerje	A	1000/1/1/1/1/1	
6	Trajno dopustni termični tok	A	1,5x I <sub>n</sub>	
7	Nazivno razširjeno območje primarnega toka	%	150	
8	Kratkostični tok (čas trajanja 1s)	kA	50	
9	Nazivni dinamični tok	kA	125	
10	Nazivna frekvenca	Hz	50	
11	Zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence (50 Hz, 1 min)	kV	460	
12	Zdržna atmosferska udarna napetost (1,2/50μs)	kV	1050	
13	Nazivna moč 1. jedro (meritve) 2. jedro (meritve) 3. jedro (zaščita) 4. jedro (zaščita) 5. jedro (zaščita)	VA VA VA VA VA	2,5 2,5 1,5 1,5 1,5	
14	Razred točnosti 1. jedro (meritve) 2. jedro (meritve) 3. jedro (zaščita) 4. jedro (zaščita) 5. jedro (zaščita)		0,2S FS10 0,2S FS10 5PR200 5PR200 5PR200	
15	Primarna napetost	V	220.000/√3	
16	sekundarna napetost: - 1. navitje	V	100/√3	
	- 2. navitje	V	100/√3	
	- 3. navitje	V	100/√3	
	- 4. navitje	V	100/√3	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
17	Nazivna moč			
	1. navitje	VA	5	
	2. navitje	VA	5	
	3. navitje	VA	5	
	4. navitje	VA	5	
18	Razred točnosti			
	1. navitje	-	0,2	
	2. navitje	-	0,2	
	3. navitje	-	0,5/3P	
	4. navitje	-	0,5/3P	
19	Faktor varnosti	-		
20	Faktor meje točnosti	-		
21	Razširjen obseg obremenitve skladno s SIST EN-61869-2	DA/NE	DA	
22	Magnetilni tok	A rms.		
23	Magnetilna krivulja		obvezna priloga	
24	Napetost odprtega tokokroga	V		
25	Faktor izgub tg δ	-		
26	Nivo radijskih motenj:			
	RIV stopnja	μV		
	RIV metoda			
	RIV napetost	kV		
27	Maksimalni dvig temperature pri nazivnem trajnem obratovalnem toku:			
	-pod obratovalnimi pogoji	K		
	-na testu izvedenem v skladu s SIST EN 61869	K		
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI				
28	Proizvajalec transformatorskega olja, država		Nynas, Švedska	
29	Oznaka olja	NYTRO 4000X / NYTRO 10XN / NYTRO LYRA X		
30	Stopnja kakovosti olja		TVAI SIST EN 60296	po
31	Proizvajalec izolatorja			
32	Material izolatorja		kompozit	
33	Skupna plazilna razdalja	mm	≥ 4900	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
34	Električna poljska jakost vzdolž obloge (efektivna vrednost)	kV/mm	≤ 0,42	
35	Električna poljska jakost ob prirobnicah (efektivna vrednost)		≤ 1,8	
36	Električna poljska jakost ob trojnih točkah (efektivna vrednost)	kV/mm	≤ 0,35	
37	Minimalna plazilna razdalja	mm/kV	≥27,8	
38	Debelina obloge	mm	≥ 3	
39	Jedro		FRP cev mora biti izdelana iz ECR steklenih vlaken	
40	Prirobnica		Aluminij ali vroče pocinkano nerjavno jeklo	
41	Profil ohišja - odprti tip, kot naklona kap	°	≤ 20	
42	Material primarnih sponk	-	Aluminij	
43	Tip in dimenzije primarnih sponk	- mm	plošča ≥100(200)/100	
44	Položaj kombiniranega transformatorja med transportom (vertikalni, horizontalni ali poševni)	-		
45	Položaj tokovnega transformatorja med transportom (vertikalni, horizontalni ali poševni)			
46	Način tesnjenja oljne komore			
47	Skupna mehanska sila na primarnih sponkah	N	≥5000	
DIMENZIJE IN TEŽA				
48	Teža kompletnega kombiniranega transformatorja	kg		
49	Teža olja v kombiniranem transformatorju	kg		
50	Transportna teža	kg		
51	Številka risbe z dimenzijami (drawing ID)	-		
52	Višina	mm		
53	Širina	mm		
54	Dolžina	mm		
55	Temperaturno območje okolice	°C	-25 ÷ +40	

- KMT 400 kV/1 kos

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	Ponudbena vrednost
SPLOŠNI PODATKI				
1	Proizvajalec	-		
2	Oznaka kombiniranega transformatorja	-		
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE				
3	Nazivna napetost sistema	kV	400	
	Najvišja dovoljena obratovalna napetost naprave	kV	420	
4	Nazivni primarni tok	A	3000	
5	Nazivno prestavno razmerje	A	3000/1/1/1/1/1	
6	Trajno dopustni termični tok	A	1,5 x I <sub>n</sub>	
7	Nazivno razširjeno območje primarnega toka	%	150	
8	Kratkostični tok (čas trajanja 1s)	kA	50	
9	Nazivni dinamični tok	kA	125	
10	Nazivna frekvenca	Hz	50	
11	Zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence (50 Hz, 1 min)	kV	630	
12	Zdržna atmosferska udarna napetost (1,2/50μs)	kV	1425	
13	Nazivna moč 1. jedro (meritve) 2. jedro (meritve) 3. jedro (zaščita) 4. jedro (zaščita) 5. jedro (zaščita)	VA VA VA VA VA	2,5 2,5 1,5 1,5 1,5	
14	Razred točnosti 1. jedro (meritve) 2. jedro (meritve) 3. jedro (zaščita) 4. jedro (zaščita) 5. jedro (zaščita)		0,2S FS10 0,2S FS10 5PR80 5PR80 5PR80	
15	Primarna napetost	V	400.000/√3	
16	sekundarna napetost: - 1. navitje	V	100/√3	
	- 2. navitje	V	100/√3	
	- 3. navitje	V	100/√3	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	vrednost	Ponudbena vrednost
	- 4. navitje	V	100/ $\sqrt{3}$		
17	Nazivna moč 1. navitje 2. navitje 3. navitje 4. navitje	VA VA VA VA	5 5 5 5		
18	Razred točnosti 1. navitje 2. navitje 3. navitje 4. navitje	- - - -	0,2 0,2 0,5/3P 0,5/3P		
19	Faktor varnosti	-			
20	Faktor meje točnosti	-			
21	Razširjen obseg obremenitve skladno s SIST EN-61869-2	DA/NE	DA		
22	Magnetilni tok	A rms.			
23	Magnetilna krivulja		obvezna priloga		
24	Napetost odprtega tokokroga	V			
25	Faktor izgub tg $\delta$				
26	Nivo radijskih motenj: RIV stopnja RIV metoda RIV napetost	$\mu$ V  kV			
27	Maksimalni dvig temperature pri nazivnem trajnem obratovalnem toku: -pod obratovalnimi pogoji -na testu izvedenem v skladu s SIST EN 61869	K K			
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI					
28	Proizvajalec transformatorskega olja, država		Nynas, Švedska		
29	Oznaka olja	NYTRO 4000X / NYTRO 10XN / NYTRO LYRA X			
30	Stopnja kakovosti olja		TVAI SIST EN 60296	po	
31	Proizvajalec izolatorja				
32	Material izolatorja		kompozit		

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost	vrednost	Ponudbena vrednost
33	Skupna plazilna razdalja	mm	≥ 8400		
34	Električna poljska jakost vzdolž obloge (efektivna vrednost)	kV/mm	≤ 0,42		
35	Električna poljska jakost ob prirobnicah (efektivna vrednost)		≤ 1,8		
36	Električna poljska jakost ob trojnih točkah (efektivna vrednost)	kV/mm	≤ 0,35		
37	Minimalna plazilna razdalja	mm/kV	≥27,8		
38	Debelina obloge	mm	≥ 3		
39	Jedro		FRP cev mora biti izdelana iz ECR steklenih vlaken		
40	Prirobnica		Aluminij ali vroče pocinkano nerjavno jeklo		
41	Profil ohišja - odprti tip, kot naklona kap	°	≤ 20		
42	Material primarnih sponk	-	Aluminij		
43	Tip in dimenzije primarnih sponk	- mm	plošča ≥100(200)/100		
44	Položaj kombiniranega transformatorja med transportom (vertikalni, horizontalni ali poševni)	-			
45	Položaj tokovnega transformatorja med transportom (vertikalni, horizontalni ali poševni)				
46	Način tesnjenja oljne komore				
47	Skupna mehanska sila na primarnih sponkah	N	≥6000		
DIMENZIJE IN TEŽA					
48	Teža kompletnega kombiniranega transformatorja	kg			
49	Teža olja v kombiniranem transformatorju	kg			
50	Transportna teža	kg			
51	Številka risbe z dimenzijami (drawing ID)	-			
52	Višina	mm			
53	Širina	mm			
54	Dolžina	mm			
55	Temperaturno območje okolice	°C	-25 ÷ +40		