

NAZIV GRADNJE:

**TEHINČNI RAZPISNI
POGOJI ZA DOBAVO
ENERGETSKIH
TRANSFORMATORJEV
110/20 kV, 40 MVA**

NAČRT:

**3/1. NAČRT S PODROČJA
ELEKTROTEHNIKE**

INVESTITOR:

**ELEKTRO GORENJSKA, D.D.
Ul. Mirka Vadnova 3a, 4000 Kranj**

VRSTA DOKUMENTACIJE:

**DOKUMENTACIJA ZA RAZPIS
(DZR)**



ŠT. PROJEKTA:

9523/25

ŠT. NAČRTA:

9523-6E1

KRAJ IN DATUM IZDELAVE:

Kranj, november 2025

IZVOD ŠT. 1

NASLOVNA STRAN NAČRTA

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje	TEHINČNI RAZPISNI POGOJI ZA DOBAVO ENERGETSKIH TRANSFORMATORJEV 110/20 kV, 40 MVA
kratek opis gradnje	Dobava energetskih transformatorjev 110/20 kV, moči 40 MVA s postavitvijo na temelj, na območju Elektro Gorenjska
vrste gradnje	rekonstrukcija



DOKUMENTACIJA

vrsta dokumentacije	DZR (dokumentacija za razpis)
številka projekta	9523/25

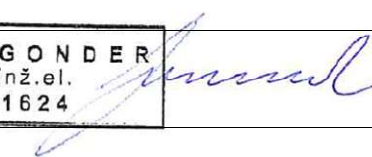

PODATKI O NAČRTU

strokovno področje načrta	3/1. Načrt s področja elektrotehnike
številka načrta	9523-6E1
datum izdelave	november 2023

PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA

ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja ali druge osebe	Matej LOGONDER, univ. dipl. inž. el.
identifikacijska številka	IZS E-1624
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja ali druge osebe	 

PODATKI O PROJEKTANTU

projektant (naziv družbe)	ELEKTRO GORENJSKA, D.D.
sedež družbe	Ul. Mirka Vadnova 3a, 4000 Kranj
vodja projekta	Matej LOGONDER, univ. dipl. inž. el.
identifikacijska številka	IZS E-1624
podpis vodje projekta	 
odgovorna oseba projektanta	dr. Ivan Šmon, MBA
podpis odgovorne osebe projektanta	  

KAZALO VSEBINE NAČRTA

NASLOVNA STRAN NAČRTA

KAZALO VSEBINE NAČRTA

TEHNIČNO POROČILO

A. UVODNA OBRAZLOŽITEV	5
B. SPLOŠNI TEHNIČNI POGOJI	6
1. OSNOVNI PODATKI	6
1. 1. OBSEG DOBAVE IN STORITEV	6
1. 2. MEJE DOBAVE	6
2. SPLOŠNE ZAHTEVE	7
2. 1. POGOJI VGRADNJE	7
2. 2. ENERGETSKI PODATKI	7
2. 3. OBRATOVALNI POGOJI	8
2. 4. MERSKE ENOTE	8
2. 5. STANDARDI IN PREDPISI	8
2. 6. IDENTIFIKACIJSKI NAPISI IN IZPISI	9
3. ELEKTROMAGNETNA ZDRUŽLJIVOST (EMC)	9
4. PREGLEDI IN PREIZKUSI OPREME	10
4. 1. PREIZKUŠANJE ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA	10
4. 2. KOSOVNO PREIZKUŠANJE	11
4. 3. PREGLEDI TRANSFORMATORJA (FAT, SAT)	11
4. 4. KONČNI PREVZEM OPREME	11
5. USPOSABLJANJA	12
6. GARANCIJA	12
7. EMBALIRANJE, TRANSPORT IN MONTAŽA	12
8. DOKUMENTACIJA	13
8. 1. OBSEG DOKUMENTACIJE ZA DOBAVO OPREME IN ROKI PREDAJE	13
8. 2. DOKUMENTACIJA PRI IZVAJANJU ELEKTROMONTAŽNIH DEL	14
8. 3. DOKUMENTACIJA V FAZAH PO PODPISU POGODBE	15
C. POSEBNI TEHNIČNI POGOJI	17
1. SPLOŠNI OPIS ENERGETSKIH TRANSFORMATORJEV	17
1. 1. OSNOVNE ZAHTEVE	17
1. 2. POGOJI V KATERIH OBRATUJE ENERGETSKI TRANSFORMATOR	17
2. OSNOVNE TEHNIČNE KARAKTERISTIKE ENERGETSKEGA	

TRANSFORMATORJA	18
2. 1. IZDELAVA.....	18
2. 2. RAZMERJE TRANSFORMACIJE IN OBSEG REGULACIJE	18
2. 3. NAZIVNA MOČ	18
2. 4. NAZIVNA FREKVENCA.....	19
2. 5. NAPETOST KRATKEGA STIKA (U_k %)	19
2. 6. VEZAVA ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA.....	19
2. 7. REGULACIJA NAPETOSTI	19
2. 8. STOPNJA IZOLACIJE NAVITIJ	20
2. 9. HLAJENJE ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA	20
2. 10. OBREMENLJIVOST IN ZAGOTAVLJANJE DOLGE ŽIVLJENJSKE DOBE ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA.....	20
2. 11. HRUP ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA	21
2. 12. KRATKOSTIČNA MOČ TRANSFORMATORJA	21
2. 13. IZGUBE V ENERGETSKEM TRANSFORMATORJU.....	21
2. 14. TOK PRAZNEGA TEKA	22
3. OSNOVNE KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI TRANSFORMATORJA.....	22
3. 1. MAGNETNO JEDRO	22
3. 2. NAVITJA	22
3. 3. TRANSFORMATORSKI KOTEL	22
3. 4. POKROV ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA	22
3. 5. KONZERVATOR OLJA	23
3. 6. HLADILNI APARAT	23
3. 7. BUCHHOLZ RELE.....	23
3. 8. PREVODNI IZOLATORJI	23
3. 9. REGULACIJSKO STIKALO Z REGULATORJEM NAPETOSTI	24
3. 10. MONITORING SISTEM.....	25
3. 11. SIGNALNA OMARICA.....	25
3. 12. VARNOSTNI ODDUŠNIK	26
3. 13. IZOLACIJSKO OLJE ZA ENERGETSKI TRANSFORMATOR	27
3. 14. KOROZIJSKA ZAŠČITA.....	27
3. 15. TERMIČNA ZAŠČITA TRANSFORMATORJA	27
3. 16. MASE IN OSNOVNE MERE.....	28
4. DODATNA OPREMA TRANSFORMATORJA	28
4. 1. VIŠINSKI VAROVALNI SISTEM.....	28
4. 2. TOPLOTNI IZMENJEVALEC.....	28
4. 3. DIAGNOSTIKA TRANSFORMATORJA.....	28
5. REZERVNI DELI	29
D. TABELE TEHNIČNIH PODATKOV.....	30
1. NAVODILO PONUDNIKOM	30
2. ENERGETSKI TRANSFORMATOR NAZIVNE MOČI 40 MVA – TABELA TEHNIČNIH ZAHTEV.....	31

TEHNIČNO POROČILO

A. UVODNA OBRAZLOŽITEV

S povečevanjem priključne moči ter rastjo porabe električne energije se na napajalnem območju Gorenjske regije pojavlja potreba po povečavi moči obstoječih energetskih transformatorjev ter gradnjo dodatnih razdelilnih transformatorskih postaj.

Investitor Elektro gorenjska d. d. načrtuje v obdobju do leta 2030 izgradnjo nove RTP na napetostnem nivoju 110/20 kV, RTP Brnik, locirane v sklopu hitro rastoče poslovno industrijske cone ob letališču:

- **RTP 110/20 kV Brnik;** vgradnja dveh novih transformatorjev (TR1 in TR2), moči 40 MVA (gradnja predvidena v letih 2027/2028).

Investitor Elektro gorenjska d. d. načrtuje v obdobju do leta 2030 zamenjave energetskih transformatorjev na napetostnem nivoju 110/20 kV v obstoječih razdelilnih transformatorskih postajah (RTP):

- **RTP 110/20 kV Medvode;** zamenjava obstoječega TR5 z novim moči 40 MVA (predvideno v letu 2026/2027),
- **RTP 110/20 kV Labore;** zamenjava obstoječega TR3 z novim moči 40 MVA (predvideno v letu 2026/2027).

Seznam lokacij za dobavo energetskih transformatorjev in terminski plan je okviren in ni obligatoren.

B. SPLOŠNI TEHNIČNI POGOJI

1. Osnovni podatki

1. 1. Obseg dobave in storitev

Predmet dobave in storitev po tej razpisni dokumentaciji je dobava novih energetskih transformatorjev napetostnega nivoja 110/20 kV, moči 40 MVA, kompletno s transportom na dogovorjeno lokacijo in postavitvijo na s strani investitorja predhodno pripravljen temelj:

- **Dobava in montaža TR:**

- dobava energetskega transformatorja 110/20 kV, moči 40 MVA
- pakiranje in transport do mesta vgradnje, razloženo
- postavitev transformatorja na predviden prostor

- **Ostalo:**

- zavarovanje za obseg del in transport
- izdelava pripadajoče projektne in tehnične dokumentacije
- navodila za obratovanje in vzdrževanje
- šolanje naročnikovega osebja (uporabnikov opreme) v tovarni in na objektu, skladno z zahtevami iz te razpisne dokumentacije
- garancijsko dobo za obseg dobave in del

Dobavitelj mora biti strokovnjak na področju razpisane opreme in mora dobaviti vse naprave, opremo ali opraviti pomožna dela, ki predstavljajo bistven element za trajno, zanesljivo in varno delovanje opreme v obsegu te razpisne dokumentacije, tudi v primeru, če niso bile izrecno omenjene v razpisu. Ponudnik mora že v fazi priprave ponudbe opozoriti na morebitne pomanjkljivosti v razpisni dokumentaciji.

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

Celoten opis s podrobnejšimi specifikacijami za posamezno opremo se nahaja v posebnih tehničnih pogojih (poglavje C) in Tabelah tehničnih podatkov (poglavje D).

1. 2. Meje dobave

Kot meje dobave nove opreme in storitev veljajo naslednje mejne točke zgoraj navedene opreme do ostalih delov:

- gradbeno pripravljen AB temelj, ustreznih gabaritov in nosilnosti za postavitev novega energetskega transformatorja, z urejeno oljno jamo ustrezne kapacitete,
- (110 kV) primarni priključki na transformatorju (3F + N), pripravljeni za prostozračni 110 kV priključek,
- (20 kV) sekundarni priključki na transformatorju (3F + N) tipa connex, pripravljeni za kabelski 20 kV priključek (3 žile/fazo + N) in priključki za odvodnike prenapetosti,
- ozemljitveni priključki na TR,
- sponke v krmilnih omaricah na TR (komandna omarica, omarica z zaščito,

- regulator,...) za priklope NN napajalnih in signalno krmilnih kablov,
- prirobnični spoji na transformatorju, namenjeni priklopu toplotnega izmenjevalca (opcijsko).

V dobavo opreme in pripadajočih storitev niso zajeta:

- odklop, demontaža in odvoz obstoječega energetskega transformatorja,
- odstranitev obstoječih tirnic ter gradbena obnova AB temelja.

2. Splošne zahteve

2. 1. Pogoji vgradnje

Dobavitelj mora upoštevati naslednje pogoje vgradnje:

- oprema bo vgrajena na nadmorski višini do 1000 m,
- glavni klimatski meteorološki podatki, katere je potrebno upoštevati pri načrtovanju projekta:

- najvišja temperatura okolja	+40 °C
- najnižja temperatura okolja	-20 °C
- najvišja relativna vlažnost	85 %
- stopnja onesnaženja (po IEC)	II
- razred bremena ledu	1
- oprema mora biti izdelana po predpisih za potresno varno gradnjo EUROCODE 8.
- Oprema mora ustrezati elektromagnetni kompatibilnosti (EMC) za tovrstne elektroenergetske objekte.
- Oprema bo vgrajena v direktno ozemljeno omrežje 110 kV, v katerem je mogoča najvišja obratovalna napetost 123 kV in najnižja obratovalna napetost 99 kV in omrežje 20 kV v kateri je nevtralna točka ozemljena preko ohmskega upora in resonančne dušilke.

Ponudnik bo na zahtevo naročnika dostavil vse potrebne informacije o opremi, da se ugotovi, če je oprema primerna za klimatske razmere na mestu vgradnje.

2. 2. Energetski podatki

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

Udarni tok kratkega stika 110 kV naprav	$I_{ku} = 100 \text{ kA}$
Tok kratkega stika 110 kV naprav	$I_{k110 \text{ kV}} = 40 \text{ kA}$
Tok kratkega stika 20 kV naprav	$I_{k20kV} = 25 \text{ kA}$
Tok kratkega stika 0,4 kV naprav	$I_{k0,4kV} = 10 \text{ kA}$

Upoštevati je potrebno podatke študij:

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

Elektro Gorenjska - spodnja Gorenjska, študija št. 2009/4, 2009.

2. 3. Obratovalni pogoji

Podatki o omrežju 110 kV:

• nazivna napetost sistema	110 kV
• maksimalna obratovalna napetost	123 kV
• nazivna frekvenca	50 Hz
• število faz	3
• minimalna izolacijska razdalja v zraku	1100 mm
• zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence	230 kV (50 Hz, 1 min)
• zdržna atmosferska udarna napetost	550 kV (1,2/50 μ s)
• ozemljitev 110 kV ničelne točke	ozemljeno/neozemljeno

Podatki o omrežju 20 kV:

• nazivna napetost omrežja	20 kV
• najvišja napetost omrežja	24 kV
• nazivna frekvenca	50 Hz
• število faz	3
• minimalna izolacijska razdalja v zraku	220 mm (faza - faza)
• minimalna plazilna razdalja v zraku	480 mm
• zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence	50 kV (50 Hz, 1 min)
• zdržna atmosferska udarna napetost	125 kV (1,2/50 μ s)
• ozemljitev 20 kV ničelne točke	preko upora in resonančne dušilke

2. 4. Merske enote

Uporablja se metrični sistem v standardiziranem mednarodnem merskem sistemu SI.

2. 5. Standardi in predpisi

Če v Posebnih tehničnih pogojih ni določeno drugače, morajo načrtovanje, konstrukcija, materiali, izdelava, montaža in preizkušanje vseh del in dobav v okviru te Pogodbe ustrezati veljavnim standardom.

Kot splošno veljavni za izvedbo del v okviru tega razpisa veljajo standardi:

- SIST (Slovenski nacionalni standardi),
- EN (evropskih standardi),
- ISO (International Standardization Organization),
- IEC (International Electrotechnical Commission).

Kot potrjeni standardi za dela po tej Pogodbi veljajo standardne publikacije naslednjih organizacij:

- SIST - Industrijski standardi veljavni v Republiki Sloveniji,
- EN, CEN, CENELEC - Evropski standardi,
- ISO - International Standardization Organization,

- IEC - Mednarodna elektrotehniška komisija,
- DIN - Nemške industrijske norme,
- VDE - Nemška elektrotehniška komisija,
- BSI - British Standards Institution.

Če v kakšnem ali kakšnih primerih ne obstajajo SIST, EN, IEC ali ISO standard, potem mora dobavitelj predložiti naročniku v potrditev ustrezen nacionalni standard. Naročnik lahko potrdi tudi kakšen drug standard, ki ga predlaga ponudnik, pod predpostavko, da je napisan ali preveden v jezik Pogodbe in je naveden kot ekvivalent kateremu od standardov navedenih v tem poglavju.

2. 6. Identifikacijski napisi in izpisi

Vsak pomembnejši del opreme mora biti na vidnem mestu opremljen s trajno obstojno napisno ploščico proizvajalca z osnovnimi podatki o proizvajalcu, serijsko številko, datumu proizvodnje in glavnimi tehničnimi podatki. Ploščice na večjih kosih opreme morajo biti nameščene spredaj in zadaj. Tablice in pritrdilni elementi morajo biti odporni proti koroziji in drugim zunanjim vplivom.

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

Vsi opozorilni napisi, ki so potrebni za varno obratovanje, morajo biti na objektu enotno oblikovani in nameščeni na vidnih mestih.

Vsaka kabelska ali žična povezava mora biti na obeh koncih ustrezno označena in skladna z oznakami iz kabelskih list ali načrtov.

3. Elektromagnetna združljivost (EMC)

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

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

Elektromagnetne motnje se deli na naravne in na motnje nastala zaradi prisotnosti drugih energetske in elektronske naprav.

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

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

Zagotovitev elektromagnetne kompatibilnosti se doseže z različnimi ukrepi v postaji:

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

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

- uporabljajo se samo kable z bakrenimi oklepom,
- oklep mora biti tokovno obremenljiv, zato mora biti njegov presek vsaj 4 mm²,
- konstrukcija oklepa mora biti takšna, da čim bolj pokrije obseg kabla,
- oklep mora biti iz bakrenih žičk, ki so spletene v mrežo ali radialno razporejene po obsegu ali iz kontinuiranega traku, ki je ovit radialno po obsegu kabla ali iz kombinacije traku in žičk,
- za kable, ki potekajo po zgradbi ali med gosto postavljenimi primarnimi elementi, je priporočljivo uporabljati oklep iz žičk, ki tvorijo gibko pletenico, ta je lahko tudi korozijsko zaščitena.

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

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

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

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

4. Pregledi in preizkusi opreme

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

4. 1. Preizkušanje energetskega transformatorja

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

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

- merilni transformatorji za termosliko morajo imeti razred točnosti 0.2,

- merilni instrumenti za termosliko morajo imeti razred točnosti 0.1,
- instrumenti in merilni transformatorji morajo biti žigosani in potrjeni od pooblaščenice ustanove,
- izračuni morajo biti opravljeni takoj po meritvah (pred podpisom zapisnika o prevzemanju transformatorja),
- opravljene fizikalno-kemijske preiskave olja.

4. 2. Kosovno preizkušanje

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

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

4. 3. Pregledi transformatorja (FAT, SAT)

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

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

4. 4. Končni prevzem opreme

Po zaključeni montaži celotne opreme naročnik opravi Strokovno tehnični pregled (STP). Do STP-ja mora biti izdelana in predana vsa projektna in tehnična dokumentacija,

skladno s pogoji iz razpisne dokumentacije. Če naročnik pri STP-ju ugotovi pomanjkljivosti v zapisniku opozori nanje dobavitelja in določi rok, v katerem jih mora odpraviti.

Po uspešno zaključenem prevzemu opreme dobavitelj in naročnik izdelata in potrdita zapisnik o prevzemu opreme.

5. Usposabljanja

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

6. Garancija

Garancijski rok za razpisano opremo je najmanj 36 mesecev od dneva podpisa zapisnika o dokončnem prevzemu opreme po opravljenih funkcionalnih testiranjih na objektu.

Ob reklamaciji zaradi odpovedi naprave v času garancije je dobavitelj dolžan najkasneje v roku 1 (enega) dne po prejemu pismenega obvestila poslati na objekt svojega predstavnika. Če tega ne naredi, lahko naročnik zahteva novo napravo v breme dobavitelja.

Napake ali pomanjkljivosti dobavljene opreme v reklamacijskem roku ugotavlja skupna komisija sestavljena iz predstavnikov naročnika in dobavitelja.

Če ne pride do sporazuma predstavnikov dobavitelja in naročnika, je merodajen sklep registrirane ustanove za preizkušanje sporne naprave v Sloveniji.

7. Embaliranje, transport in montaža

Dobavitelj je dolžan vso opremo, ki je predmet tega razpisa, ustrezno embalirati 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, teži in navodila za pravilno rokovanje. Vsi kosi opreme teži 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.

Oprema, ki se v sklopu razpisnih pogojev dobavi na objekt in ne montira, mora biti v ločeni embalaži od ostale opreme, v embalaži, ki zdrži skladiščenje najmanj 10 let.

Transport opreme do vseh tangiranih objektov oziroma mesta namestitve in skladiščenja opreme je možen po cesti. Na vseh lokacijah bo naročnik zagotovil možnost začasnega skladiščenja vse opreme, ki je v obsegu te razpisne dokumentacije. V primeru nezmožnosti skladiščenja dobavljene opreme naročnik priskrbi nadomestno lokacijo začasnega skladiščenja.

Dobavitelj sam organizira celotno nalaganje, transport in razlaganje opreme in materiala, ki je predmet dobave. Pregledati mora možnosti in način transporta težkih in velikih kosov opreme do objekta in v objektu do končnega mesta vgradnje, o čemer mora vsaj tri tedne pred transportom natančno obvestiti naročnika. Dobavitelj mora za transport in transportno zavarovanje podati ločene cene.

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

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

Proizvajalec oz. dobavitelj postavi in sestavi energetski transformator na temelj v RTP in ga pripravi za vključitev v obratovanje.

Energetski transformator mora biti izveden in pritrjen tako, da ne pride do zloma, nevarnega gibanja ali odpadanja posameznih delov ob priliki normalnega obratovanja kot tudi ob priliki potresa (potresna odpornost kritične infrastrukture, skladno s standardom Evrokod 8).

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

8. Dokumentacija

Dobavitelj mora predložiti opise, risbe, diagrame, grafe, krivulje in podobne dokumentirane informacije, ki so potrebne za kvalitetno vrednotenje ustreznosti naprav in opreme, ki jo namerava dobaviti. Pred izdelavo opreme je predložena projektna in tehnična dokumentacija predmet naročnikovega pregleda in potrditve. Pregled dokumentacije mora biti opravljen v skupno dogovorjenem roku. Popolna dokumentacija, potrjena s strani naročnika, je pogoj za uspešno tovarniško prevzemno preizkušanje. V primeru pripomb, ki se nanašajo na ustreznost zahtevam razpisa, mora dobavitelj pripombe upoštevati in s strani naročnika določenem roku popravljeno dokumentacijo vrniti v ponovni pregled. Morebitni nesporazumi ali nejasnosti se rešujejo na skupnih sestankih.

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

Kljub uskladitvi dokumentacije z naročnikom, dobavitelj ostane polno odgovoren za brezhibno delovanje dobavljene opreme. Dobavitelj je dolžan naročnika opozoriti, v kolikor meni, da predlogi in zahteve naročnika niso tehnično korektni.

8. 1. Obseg dokumentacije za dobavo opreme in roki predaje

Dobavitelj je dolžan v fazi priprave in med projektom predložiti naslednjo dokumentacijo (na papirju v treh izvodih in v elektronski obliki na ustreznem elektronskem mediju – po dogovoru z naročnikom):

1. Ob predložitvi ponudbe:
 - kot zahtevajo navodila o pripravi ponudbe v Razpisni dokumentaciji,
 - specifikacijo opreme in storitev z izpolnjenimi tabelami tehničnih podatkov,
 - podroben opis opreme z ustreznim prospektnim materialom,
 - seznam certifikatov in tipskih testov za vsak posamezni tip opreme.
2. Ob podpisu pogodbe:
 - dopolnjeno specifikacijo opreme ter

- druge dokumente (ki dopolnjujejo oz. spreminjajo ponudbeni del).
3. Ob prevzemu opreme v tovarni:
- dopolnjeno in s strani naročnika potrjeno kompletno tehnično dokumentacijo opreme,
 - poročilo o prevzemnih preizkusih,
 - obratovalna navodila v slovenskem jeziku,
 - vzdrževalna navodila v slovenskem jeziku,
 - izjavo o skladnosti po standardu EN 45014.

Vsa dokumentacija mora po obliki, vsebini in uporabljenem jeziku ustrezati zahtevam slovenske zakonodaje.

Dokumentacija za obratovanje in vzdrževanje

Ponudnik mora ponuditi za transformator, sledečo dokumentacijo:

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

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

8. 2. Dokumentacija pri izvajanju elektromontažnih del

V tem poglavju je definirana dokumentacija, poročila in zapisniki, ki jih mora izvajalec izročiti naročniku in procedura izročitve teh dokumentov.

Dobavitelj mora naročniku izročiti naslednjo dokumentacijo:

- program dela za montažo - vgradnjo - po logično zaključenih sklopih naprav,
- tehnično korespondenco,
- poročila (za potrebe STP),
- komplet projektne dokumentacije za izvedbo z vnesenimi spremembami, ki so nastale med montažo.

Zaporedje izročitve dokumentacije naročniku mora biti logično. Vsa dokumentacija, ki se formalno izroča v potrditev, mora nositi uradno izvajalčevo identifikacijo. Izvajalec mora najprej predložiti naročniku v potrditev spisak dokumentacije, ki jo bo predložil v potrditev.

Vsi dokumenti morajo nositi identifikacijsko serijsko številko/oznako skladno s klasifikacijo, ki jo bosta uskladila izvajalec in naročnik.

Vse informacije, dokumentacija, spiski, programi, itd. morajo biti narejeni, oblikovani in predloženi v potrditev v terminih in ob datumih, ki bodo zagotovili tekoče odvijanje projekta brez zaostankov.

Kvaliteta dokumentacije mora biti taka, da bo dopuščala hitro potrjevanje. Dokumenti, ki ne bodo ustrezali tem zahtevam, bodo s spremnim komentarjem vrnjeni izvajalcu v popravilo in/ali dopolnilo. Naročnik ima absolutno pravico odločati o tem, katera dokumentacija je sprejemljiva.

Vsa dokumentacija mora temeljiti na slovenskem standardu SIST ISO 9001 zadnje izdaje - Sistem kakovosti - Model zagotavljanja kakovosti v načrtovanju/razvoju in servisiranju.

Slovenski standard SIST ISO 8402 Kakovost - slovar se upošteva neposredno pri definiciji splošnih, osnovnih in temeljnih izrazov in je odločilen za medsebojno razumevanje ali presojo v stikih med izvajalcem in naročnikom.

8. 3. Dokumentacija v fazah po podpisu Pogodbe

Korespondenca

Vsa tehnična korespondenca mora biti naslovljena na pogodbenega predstavnika naročnika.

Vsa korespondenca mora biti kodirana in oštevilčena po proceduri, kakor jo bo določil naročnik.

Program dela

Dobavitelj mora izdelati detajlni program svojega dela in ga posredovati naročniku v potrditev. Iz programa mora biti razvidni tudi delo izven rednega delovnega časa naročnika. Program dela mora biti narejen po fazah za montažo/vgradnjo posameznih funkcionalnih sklopov.

Dobavitelj mora funkcionalne sklope in faze del uskladiti z naročnikom in od njega za to delitev doseči potrditev. Dobavitelj je dolžan v program dela vključiti tudi osebje nadzora montaže, specialiste/preizkuševalce posameznih sklopov opreme in osebje naročnika. Za usklajitev obeh programov je v fazi izvajanja del odgovorno osebje naročnika.

Dnevnik montažnih del in knjiga obračunskih izmer

Dobavitelj mora voditi ažuren dnevnik opravljenih del, opravljenih v rednem delovnem času, in nadurah posebej za: gradbeni, strojni in električni del, vse v skladu s "Pravilnikom o gradbiščih" (Ur. list RS št. 55/08, 54/09 – popr., 61/17 – GZ in 199/21 – GZ-1).

Dnevnik mora vsebovati zapiske za vsako vrsto del, ločeno in zadosti podrobno, tako da je možno dobiti opravljeno število človek-ur in naprava-ur in jasno ugotoviti:

- obseg opravljenega dela,
- čas in trajanje zamud,
- trajanje okvar posameznih naprav.

Poročila izvedenih del

Dobavitelj je dolžan redno, tedensko, poročati naročniku o izvedenih delih.

Operativni sestanki

Poročanje o izvedenih delih se izvaja na operativnih sestankih. Dobavitelj je dolžan aktivno sodelovati na operativnih sestankih. Sodelovali bodo izvajalci del in naročnik, po potrebi pa tudi projektant.

Koordinacijski sestanek vsebuje najmanj naslednji dnevni red:

- potrditev zapisnika prejšnjega koordinacijskega sestanka,
- pregled izvršenih del v primerjavi z načrtovanim obsegom,
- morebitne težave pri realizaciji in ostala odprta vprašanja.

Dokumentacija izvedenih del

Dobavitelj mora ves čas izvajanja del skrbno urejati projekt za izvedbo in v en izvod ažurno vnašati vse spremembe in korekcije, do katerih prihaja med montažo. Če se sprememba ali korekcija nanaša na prikaz v več dokumentih, je potrebno to vnesti v vse pripadajoče dokumente. Na podlagi korigirane tehnične dokumentacije dobavitelja in potrdila nadzornika izdelata projektant dobavitelja končno projektno dokumentacijo, to je Projekt izvedenih del (PID), kot je zahtevano v razpisnih pogojih.

C. POSEBNI TEHNIČNI POGOJI

1. Splošni opis energetskih transformatorjev

Predmet razpisne dokumentacije je dobava in montaža energetskih transformatorjev napetostnega nivoja 110/20 kV, ki vsebuje:

- transformator 110/21/10,5 kV, YNyn6 (d5), 40 MVA,
- prevoz in montaža transformatorja do objekta,
- postavitve energetskega transformatorja na obstoječi temelj,
- zavarovanje za obseg del in transport,
- izdelava pripadajoče projektne in tehnične dokumentacije,
- navodila za obratovanje in vzdrževanje,
- šolanje naročnikovega osebja (uporabnikov opreme) v tovarni in na objektu, skladno z zahtevami iz te razpisne dokumentacije,
- garancijsko dobo za obseg dobave in del.

1. 1. Osnovne zahteve

Energetski transformatorji morajo biti skonstruirani na osnovi najnovejših tehničnih dosežkov in dobavljen skupno z vsemi pomožnimi napravami in priborom.

Energetski transformator mora ustrezati naslednjim standardom:

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

1. 2. Pogoji v katerih obratuje energetski transformator

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

Nevtralna točka omrežja 20 kV je ozemljena preko upora upornosti 80 Ω in resonančne dušilke. 110 kV omrežje je na nekaterih točkah EES direktno ozemljeno, na ostalih objektih pa je ozemljeno preko odvodnika prenapetosti.

Energetski transformatorji bodo obratovali na nadmorski višini do 1000 m pri sledečih temperaturah okolice:

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

- najnižja temperatura zraka – 20 °C.

2. Osnovne tehnične karakteristike energetskega transformatorja

Nazivna moč (S_n) transformatorja mora biti v vseh prestavnih razmerjih enaka.

Na VN strani morajo biti vgrajeni skoznjiki kondenzatorskega tipa s priključki za meritev $\tan \delta$. Skoznjik mora biti vgrajen tudi v zvezdišču transformatorja.

Transformator mora biti opremljen z naslednjo dodatno opremo:

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

2. 1. Izdelava

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

Energetski transformator se izdelava za zunanjo montažo.

2. 2. Razmerje transformacije in obseg regulacije

Razmerje transformacije v praznem teku je naslednje:

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

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

2. 3. Nazivna moč

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

Nazivna moč (S_n) energetskega transformatorja vseh razmerij transformacije je:

- 40 MVA.

Primarno in sekundarno navitje se dimenzionirata za polno moč (S_n). Terciarno navitje, z izvedenima dvema priključkoma, se uporablja kot stabilizacijsko navitje. Ponudnik dimenzionira terciarno navitje glede na 1/3 nazivne moči transformatorja.

2. 4. Nazivna frekvenca

Nazivna frekvenca transformatorja je 50 Hz.

2. 5. Napetost kratkega stika (u_k %)

Napetosti kratkega stika primar/sekundar mora biti, pri transformatorju moči 40 MVA in temperaturi navitja 75 °C pri naslednjih položajih regulacijskega stikala:

- | | |
|-------------|-------------------|
| 1. stopnja | $u_k = 15,0 \%$, |
| 13. stopnja | $u_k = 14,0 \%$, |
| 25. stopnja | $u_k = 12,5 \%$. |

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

2. 6. Vezava energetskega transformatorja

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

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

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

2. 7. Regulacija napetosti

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

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

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

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

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

2. 8. Stopnja izolacije navitij

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

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

Nazivna napetost navitja [kV]	Nazivna kratkotrajna vzdržna nap. 50 Hz, 1 min [kV]		Nazivna vzdržna atmosferska udarna napetost [kV]	Stopnja izolacije [kV]
	za navitje	za izolatorje		
110	230	230	550	123
21	50	50	125	24
10,5	28	28	75	12

2. 9. Hlajenje energetskega transformatorja

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

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

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

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

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

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

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

Za zagotavljanje kvalitete izolacije in zmanjšanja vplivov staranja ter s tem povezano dolgo življenjsko dobo mora proizvajalec razpolagati s tehnologijo in proizvodnimi

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

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

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

2. 11. Hrup energetskega transformatorja

Hrup, ki ga povzroča energetski transformator nazivne moči 40 MVA, mora biti manjši ali enak 54 dB(A) – merjeno 1,0 m od transformatorja.

Meritev hrupa se izvrši po standardu SIST EN 60076-10. Dovoljena toleranca +2 dB(A).

2. 12. Kratkostična moč transformatorja

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

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

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

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

2. 13. Izgube v energetskega transformatorju

Izgube v praznem teku pri nazivni napetosti in frekvenci 50 Hz ter izgube v kratkem stiku pri nazivni moči in temperaturi navitja 75 °C smejo presegati v tabeli podane vrednosti za max. 3 %.

Za transformator nazivne moči 40 MVA:

Stopnja	Moč transf. [MVA]	P _{Fe} [kW]	P _{Cu} [kW]	P _{Fe} +P _{Cu} [kW]
1	40	15	170	185
13 a,b,c			165	180
25			175	190

2. 14. Tok praznega teka

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

3. Osnovne konstrukcijske značilnosti transformatorja

3. 1. Magnetno jedro

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

3. 2. Navitja

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

3. 3. Transformatorski kotel

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

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

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

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

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

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

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

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

3. 4. Pokrov energetskega transformatorja

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

je priključen Buchholz rele.

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

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

3. 5. Konzervator olja

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

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

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

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

3. 6. Hladilni aparat

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

Za potrebe možnosti izkoriščanja odpadne toplote transformatorja naj se predvidi prirobnična spoja na kotlu energetskega transformatorja, ki omogočata naknadno vgradnjo toplotnega izmenjevalca tip ND100M CDL-10, Kelvion PHE GmbH ali podobnega (opsijsko).

3. 7. Buchholz rele

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

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

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

3. 8. Prevodni izolatorji

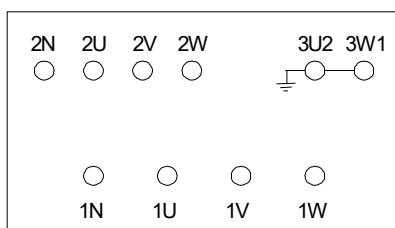
Prevodni izolatorji morajo biti montirani tako, da je mogoča njihova zamenjava brez demontaže ali dviganja pokrova energetskega transformatorja.

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

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

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

Razporeditev prevodnih izolatorjev na pokrovu transformatorja je podana na sliki.



Priključke na prevodne izolatorje je potrebno izvesti tako, da se izognemo zlomu izolatorja pri potresu. Poleg tega morajo biti priključki na 110 kV izolatorjih izvedeni z okroglimi priključnimi sponkami, da bi s tem zmanjšali vpliv korone na radijske motnje.

SN (20 kV) priključki morajo biti oklopljene izvedbe po sistemu konektorskega (plug-in) kablskega priključka in morajo biti od renomiranega proizvajalca elektroenergetske opreme. Fazni priključki morajo omogočati priklop do treh vzporednih kablov na posamezno fazo + konektorski prenapetostni odvodnik (plug-in). Ničelni priključek mora omogočati priklop enega kabla + konektorski prenapetostni odvodnik (plug-in).

3. 9. Regulacijsko stikalo z regulatorjem napetosti

Regulacijsko stikalo se vgrajuje v zvezdišče navitja 110 kV.

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

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

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

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

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

- BCD kodirnik za prikaz stopenj (pozicije stikala), neodvisen od sistema monitoringa,
- uporovni delilnik $26 \times 5 \Omega$,

- daljinski prenos položaja regulacijskega stikala - samo plošča s kontakti v omarici regulacijskega stikala.

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

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

Rele za regulacijo napetosti ni predmet dobave.

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

Vsi napisi morajo biti v slovenskem jeziku.

3. 10. Monitoring sistem

Transformator mora biti opremljen z dodatnim nadzornim sistemom (monitoring), ki omogoča zajemanje sledečih podatkov:

Splošni podatki:

- Bucholz
- Minimalni/maksimalni nivo olja transformatorja
- Minimalni/maksimalni nivo olja regulacijskega stikala
- Temperatura olja zgoraj
- Temperatura olja spodaj
- Temperature (4-20mA) 4 x
- Temperatura faza 1V / optična sonda 1
- Temperatura faza 1V / optična sonda 2
- Temperatura faza 2V / optična sonda 3
- Temperatura faza 2V / optična sonda 4

Stikalo:

- Pozicijo stikala
- Število preklapov stikala, selektorja, preselektorja
- Čas posameznega preklopa
- Porabo moči motorja pri preklupu
- Nadzor stanja obrabe kontaktov
- Meritev temperature regulacijskega stikala

Naprava za analizo plinov v olju in informacija o vsebnosti vlage

- Prikaz stanja osnovnih plinov v olju in vlage, odvisno od DGA naprave

Poleg zgoraj omenjenih sklopov mora nadzorni sistem (monitoring) podpirati vsaj sledeče znane komunikacijske protokole: MODBUS RTU, MODBUS TCP, IEC 60870-5-101/104, IEC 61850.

3. 11. Signalna omarica

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

Osnovne zahteve signalne omarice:

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

Povezava priključkov signalne omarice z elementi na transformatorju

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

Namembnost elementov v signalni omarici

- t5 termostat za vklop grelca v omarici,
- r grelec, 231 V AC, moč določi proizvajalec,
- e1 varovalka, faza L1 - zaščita tokokroga grelca,
- e2 varovalka, faza L2 - zaščita šuko vtičnice (enopolne), $I_n = 16$ A,
- e3 varovalka, faza L1, L2, L3 - zaščita šuko vtičnice (tripolna), $I_n = 16$ A,
- e4 varovalka, faza L1,
- e5 varovalka, faza L2,
- e6 varovalka, faza L3 - zaščita tokokroga svetilke,
- trifazna vtičnica z zaščitnim kontaktom,
- enofazna vtičnica z zaščitnim kontaktom.

Nastavitev termostатов in kontaktnega termometra:

Termoslika - alarm	TS3	signalizacija	113 °C
Termoslika - izklop	TS4	izklop transformatorja	118 °C
Kontaktni termometer		signalizacija	95 °C
Kontaktni termometer		izklop transformatorja	100 °C
Termostat III		signalizacija	97 °C
Termostat IV		izklop transformatorja	102 °C

3. 12. Varnostni oddušnik

Oddušnik z vzmetjo in mehanskim kazalom delovanja služi za razbremenitev nenormalnega pritiska v transformatorskem kotlu. Postavi se na primerno mesto tako, da

se olje in plin usmeri v oljno jamo. Varnostni oddušnik naj ima signalizacijo delovanja in električni kontakt za izklop.

3. 13. Izolacijsko olje za energetski transformator

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

Dielektrična prebojna trdnost izolacijskega olja mora biti > 70 kV (IEC 60156) in oksidacijska stabilnost pri 120°C , > 500 ur (IEC 61125).

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

Preizkus dielektrične trdnosti olja se izvrši v naslednjih primerih:

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

Fizikalno-kemijske preiskave in ocena novega energetskega transformatorja:

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

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

3. 14. Korozijska zaščita

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

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

Zaščito kotla, pokrova, konzervatorja in signalne omarice je potrebno izvesti z dvema osnovnima premazoma in dvema pokrivnima slojema (RAL 7038).

Zaščita radiatorjev se izvede s toplim pocinkanjem. Debelina nanosa mora znašati najmanj $60\text{ }\mu\text{m}$.

Zaščito notranjih kovinskih površin se izvede z olje odpornim premazom.

3. 15. Termična zaščita transformatorja

Za merjenje temperature navitja je potrebno dobaviti napravo termične slike tip WTI415-10 TS20 TS11, proizvajalca OTIWTI ($4 - 20\text{ mA/0} - 150^{\circ}\text{C}$). Eno jedro na TT-ju je namenjeno za termično sliko. Termična slika naj bo montirana v omarici z merilnimi

elementi temperature, nameščeni desno od pogonske omarice regulacijskega stikala na transformatorju.

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

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

3. 16. Mase in osnovne mere

Največja teža in velikost kompletnega transformatorja nazivne moči 40 MVA:

- teža (65 t)
- dolžina (7,0 m)
- širina (4,2 m)
- višina (5,4 m)

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

4. Dodatna oprema transformatorja

4. 1. Višinski varovalni sistem

Transformator mora biti opremljen s posameznimi sidriščnimi točkami za zaščito pred padci z višine pri delu na transformatorju. Sidriščne točke naj bodo opremljene s sidriščnim očesom. Omogočati morajo uporabniku, da se s pomočjo vrvi in ustrezne osebne varovalne opreme varuje pred padcem z višine na celotni površini pokrova transformatorja.

4. 2. Toplotni izmenjevalec

Transformator mora biti predpripravljen za naknadno prigraditev toplotnega izmenjevalca za koriščenje odpadne toplote transformatorja v namene ogrevanja prostorov v RTP, brez kasnejšega poseganja v ocevje hladilnega sistema transformatorja. Priključka za toplotni izmenjevalec naj bosta opremljena z ročnim ventilom in zaključena s slepo prirobnico.

4. 3. Diagnostika transformatorja

Transformator mora biti predpripravljen za naknadno prigraditev naprave za kromatografijo olja (»on-line« DGA monitoring), kot npr. Hydro call 1003 ali podobno. Predpriprava mora obsegati vse elemente (ventile, sonde,...), da je omogočena kasnejša prigraditev naprave brez poseganja v konstrukcijo transformatorja.

Transformator mora biti opremljen z optičnimi senzorji za merjenje temperature navitja, nameščenimi v predvidenem najtoplejšem delu navitja (2 senzorja na VN strani + 2 senzorja na SN strani), ožičenimi preko skoznikov na kotlu transformatorja do signalne omare na transformatorju.

5. Rezervni deli

Za energetski transformator naročnik ne naroča nobene rezervne opreme.

D. TABELE TEHNIČNIH PODATKOV

1. Navodilo ponudnikom

Ponudnik mora obvezno v celoti izpolniti tabele tehničnih podatkov.

Pri izpolnjevanju priloženih tabel je potrebno upoštevati, da se zahteva izpolnitev vseh rubrik s parametri ponujene opreme. Zadnji stolpec »Ponudbena vrednost« je namenjen za vrednost parametra, ki ga vpiše ponudnik glede na tehnične in tehnološke rešitve za opremo katero ponuja.

Če parametri niso vpisani se šteje, da je tabela tehničnih podatkov izpolnjena nepopolno in se v tem primeru ponudba izloči. Kjer rubrika »Zahtevana minimalna vrednosti« ni izpolnjena mora vseeno ponudnik vpisati vrednosti ponujene opreme. Vrednosti, ki so postavljene kot »Zahtevana minimalna vrednost«, mora ponujena naprava najmanj dosegati (lahko so tudi boljše). V nasprotnem primeru se ponudba izloči.

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

2. Energetski transformator nazivne moči 40 MVA – tabela tehničnih zahtev

2. 1. ENERGETSKI TRANSFORMATOR 110/20 kV, 40 MVA				
zap. št.	Opis	Enota	Zahtevana minimalna vrednost	Ponudbena vrednost
1.	Proizvajalec transformatorja	-	-	
2.	Tip transformatorja	-	-	
3.	Nazivna moč – ohranjena na vseh odcepih:			
	primarnega navitja	MVA	40	
	sekundarnega navitja	MVA	40	
	terciarnega navitja	MVA	13,3	
4.	Nazivna frekvenca	Hz	50	
5.	Nazivna primarna napetost v praznem teku	kV	110	
6.	Nazivna sekundarna napetost v praznem teku	kV	21	
7.	Nazivna napetost terciarnega navitja	kV	10,5	
8.	Napetost kratkega stika primar – sekundar (u_k):			
	1. stopnja	%	15,0	
	13. stopnja	%	14,0	
	25. stopnja	%	12,5	
9.	Vežalna skupina	-	YNyn6 (d5)	
10.	Regulacija napetosti na 110 kV strani, pod bremenom	%	$\pm 12 \times 1,33$	
11.	Stopnja izolacije navitij (U_m):			
	primarno navitje	kV	123	
	sekundarno navitje	kV	24	
	terciarno navitje	kV	12	
12.	Najvišja temperatura okolice	°C	+40	

13.	Najvišji segretki:			
	Olja (merjeno s termometrom)	K	60	
	Navitij (iz prirasta upornosti)	K	65	
14.	Hlajenje transformatorja	-	ONAN	
15.	Šum (hrup) transformatorja (SIST EN 60076-10) na razdalji 1 m	dB(A)	LpA, Un ≤ 54 + tol. 2 dBA	
16.	Kratkostična moč mreže:			
	110 kV	MVA	6000	
	20 kV	MVA	800	
17.	Izgube transformatorja (dovoljena toleranca 5%)			
	v praznem teku pri nazivni napetosti in frekvenci 50 Hz	kW	≤ 15	
	v kratkem stiku pri 75°C			
	• 1. stopnja	kW	≤ 170	
	• 13. stopnja	kW	≤ 165	
18.	• 25. stopnja	kW	≤ 175	
	Tok praznega teka pri nazivni napetosti in frekvenci 50 Hz	%	≤ 0.1	
19.	Primarni skoziniki (3F+N):	kos	4	
	Proizvajalec	-	-	
	Tip	-	-	
	izolacijski nivo	kV	123	
	Material	-	silikon	
	nazivni tok	A	800	
	kratkotrajni zdržni tok (1s)	kA	30	
	zdržna napetost tujega vira, 50 Hz	kV	230	
	zdržna atmosferska udarna napetost	kV	550	
	plazilna razdalja	mm	≥ 3400	

20.	<i>Sekundarni skoziniki 3F+N) za kabelski priključek:</i>	kos	4	
	proizvajalec	-	Pfisterer ali ekvivalent	
	tip	-	Connex size 2 x 4 za fazo size 2 x 2 za nulo	
	izolacijski nivo	kV	24	
	nazivni tok	A	1600	
	zdržna napetost tujega vira, 50 Hz	kV	50	
	zdržna atmosferska udarna napetost	kV	125	
21.	<i>Terciarni skoziniki:</i>	kos	2	
	proizvajalec	-	Comem ali ekvivalent	
	Tip	-	DT 10Nf 630	
	izolacijski nivo	kV	12	
	nazivni tok	A	-	
	zdržna napetost tujega vira, 50 Hz	kV	28	
	zdržna atmosferska udarna napetost	kV	75	
	zaščitni pokrov preko skozičnikov	-	Da	
22.	<i>Regulacijsko stikalo:</i>			
	proizvajalec	-	Maschinenfabrik Reinhausen	
	tip	-	VM III 300 Y-123/B 14 27 3G	
23.	<i>Termo slika:</i>			
	Proizvajalec	-	MESSKO	
	tip	-	WTI415-10 TS20 TS11	

24.	Kontaktni termometer:			
	Proizvajalec	-	MESSKO	
	tip	-	OTI415-10 TS11	
25.	Transformatorsko olje:			
	Proizvajalec	-	Nynas	
	oznaka tipa olja	-	Nytro 10 XN	
26.	Izolacijski papir:			
	Termično nadgrajen papir (DP \geq 950)	-	Da	
	Vsebnost vlage	%	≤ 0.5	
27.	Masa in dimenzije sestavljene transformatorja:			
	masa celotnega transformatorja pripravljenega za obratovanje	kg	$\leq 65\,000$	
	masa olja	kg	-	
	dolžina	m	$\leq 7,0$	
	širina	m	$\leq 4,2$	
	višina	m	$\leq 5,4$	
28.	Masa in dimenzije transformatorja pripravljenega za transport:			
	masa	kg	-	
	dolžina	m	-	
	širina	m	-	
	višina	m	-	