

**Tehnični pogoji za izdelavo in dobavo energetskega transformatorja moči 20 MVA,
110/21/10.5 kV, YNyn 6 (d5), ONAN za RTP Vojnik**

VSEBINA

1.	OSNOVNE ZAHTEVE	2
2.	POGOJI V KATERIH OBRATUJE ENERGETSKI TRANSFORMATOR	2
3.	OSNOVNE TEHNIČNE KARAKTERISTIKE ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA	2
3.1.	IZDELAVA	2
3.2.	RAZMERJE TRANSFORMACIJE IN OBSEG REGULACIJE	2
3.3.	NAZIVNA MOČ	3
3.4.	NAZIVNA FREKVENCA	3
3.5.	NAPETOST KRATKEGA STIKA	3
3.6.	VEZAVA ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA	3
3.7.	REGULACIJA NAPETOSTI	3
3.8.	STOPNJA IZOLACIJE NAVITIJ	3
3.9.	HLAJENJE ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA	4
3.10.	OBREMENLJIVOST IN IZGUBA ŽIVLJENJSKE DOBE ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA	4
3.11.	HRUP ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA	5
3.12.	KRATKOSTIČNA MOČ TRANSFORMATORJA	5
3.13.	IZGUBE V ENERGETSKEM TRANSFORMATORJU	6
3.14.	TOK PRAZNEGA TEKA	6
4.	OSNOVNE KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI TRANSFORMATORJA	6
4.1.	MAGNETNO JEDRO	6
4.3.	TRANSFORMATORSKI KOTEL	6
4.4.	POKROV ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA	7
4.5.	KONZERVATOR OLJA	7
4.6.	NAPRAVE ZA HLAJENJE	7
4.7.	BUCHHOLZ RELE	7
4.8.	PRIKLJUČKI TRANSFORMATORJA	8
4.9.	REGULACIJSKO STIKALO	8
4.10.	SN ODVODNIKI	9
4.11.	SIGNALNA OMARIČA	9
4.12.	VARNOSTNI ODDUŠNIK	10
4.13.	IZOLACIJSKO OLJE ZA ENERGETSKI TRANSFORMATOR	10
4.14.	ANTI-KOROZIJSKA ZAŠČITA	10
4.15.	TERMIČNE ZAŠČITE TRANSFORMATORJA	10
4.16.	MASE IN OSNOVNE MERE	10
5.	PREIZKUŠANJE IN PREGLED TRANSFORMATORJA PRI PREVZEMANJU V TOVARNI	11
5.1.	PREIZKUŠANJE ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA	11
5.2.	KOSOVNO PREIZKUŠANJE	11
5.3.	POSEBNO PREIZKUŠANJE	11
5.4.	PREGLEDI TRANSFORMATORJA	11
6.	TRANSPORT, MONTAŽA IN POSTAVITEV ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA POSKUSNO OBRATOVANJE	12
7.	ATESTI	12
8.	REZERVNI DELI	12
9.	MEJA OPRAVLJEME STORITVE	12
10.	TABELA TEHNIČNIH ZAHTEV	13
11.	PRILOGE	17

1. OSNOVNE ZAHTEVE

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

Energetski transformator mora ustrezati pogojem naslednjih predpisov:

- SIST EN 60076-1: Power transformers-Part 1: General,
- SIST EN 60076-2: Power transformers-Part 2: del: Temperature rise for liquid-immersed transformers,
- SIST EN 60076-3: Power transformers-Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air,
- IEC 60076-4: Power transformers-Part 4: Guide to the lightning impulse and switching impulse testing,
- SIST EN 60076-5: Power transformers-Part 5: Ability to withstand short circuit,
- IEC 60076-7: Power transformers-Part 7: Loading guide for oil-immersed power transformers,
- SIST IEC 60076-8: Power transformers-Part 8: Application guide,
- SIST EN 60076-10: Power transformers-Part 10: Determination of sound levels,
- SIST EN 60296: Fluids for electrotechnical applications. Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear,
- SIST EN 60137: Insulated bushings for alternating voltages above 1000 V,
- SIST EN 60214-1: Tap changers-Part 1: Performance requirements and test methods,
- SIST EN 60554-2: Cellulosic papers for electrical purposes.

2. POGOJI V KATERIH OBRATUJE ENERGETSKI TRANSFORMATOR

Energetski transformator obratuje v omrežju 110 kV, v katerem je mogoča najvišja obratovalna napetost 123 kV in najnižja obratovalna napetost 99 kV. V težjih obratovalnih pogojih, oz. v primerih večjih okvar v omrežju se dovoljuje spodnja meja obratovalne napetosti 95 kV. Nevtralna točka omrežja 20 kV je ozemljena preko nizko ohmske upornosti oz. resonančne dušilke. Omrežje 110 kV je v Republiki Sloveniji direktno ozemljeno.

Energetski transformator bo obratoval 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.

3. OSNOVNE TEHNIČNE KARAKTERISTIKE ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA

3.1. IZDELAVA

Energetski transformator je trifazna enota s tremi ločenimi navitji. Terciarno navitje se koristi kot stabilizacijsko navitje.

Energetski transformator mora biti izdelan za zunanjo montažo.

3.2. RAZMERJE TRANSFORMACIJE IN OBSEG REGULACIJE

Razmerje transformacije v praznem teku je naslednje:

- $110 \text{ kV} \pm 12 \times 1,33\% / 21 \text{ kV}$

Terciarno navitje se izvede za 10,5 kV za vsa razmerja transformacije.

3.3. 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 2.

Nazivna moč (S_n) energetskega transformatorja vseh razmerij transformacije je: 20/20/6,67 MVA.

Primarno in sekundarno navitje se dimenzionirata za polno moč (S_n). Terciarno navitje, z izvedenima priključkoma, se dimenzionira za eno tretjino nazivne moči ($S_n/3$) in se uporablja kot stabilizacijsko navitje. Z ozirom na to velja za transformatorje s tremi navitji za vse transformacije razmerje moči $S_n/S_n/(S_n/3)$ oz. 20/20/6,67 MVA.

3.4. NAZIVNA FREKVENCA

Nazivna frekvenca je 50 Hz.

3.5. NAPETOST KRATKEGA STIKA

Napetosti kratkega stika primar/sekundar, pri moči 20 MVA in temperaturi navitja 75 °C so:

- 1. stopnja $u_k\%$ = 12,5 %,
- 13. stopnja $u_k\%$ = 11 %,
- 25. stopnja $u_k\%$ = 10 %.

Toleranca odstopanja napetosti kratkega stika je $\pm 10\%$ od garantirane vrednosti pri vseh stopnjah regulacijskega stikala.

3.6. VEZAVA ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA

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

Visokonapetostno zvezdišče se izvede preko skoznjega izolatorja na pokrov transformatorja.

Sredjenapetostno zvezdišče se izvede preko konektorja na pokrovu transformatorja.

Priključka za terciarno navitje se izvedeta preko dveh skoznjih izolatorjev na pokrovu transformatorja. Izolatorja bosta mehansko in električno zavarovana s pokrovom. Priključka "3U2" in "3W1" se medsebojno kratko vežeta in ozemljita (slika 4.8). Spojne vezi morajo biti dobavljene s transformatorjem.

3.7. REGULACIJA NAPETOSTI

Regulacija napetosti se vrši pod obremenitvijo s pomočjo regulacijskega stikala napetosti, ki je vgrajeno v nevtralni točki 110 kV navitja. Komando za delovanje regulacijskega stikala daje avtomatski regulator napetosti. Pogon regulacijskega stikala mora imeti preklopno stikalo za naslednje načine regulacije:

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

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

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

Regulacijski obseg je podan v točki 3.2.

3.8. STOPNJA IZOLACIJE NAVITIJ

Vsa navitja in njihove nevtralne točke so izolirana na polno stopnjo izolacije. V tabeli so podane standardne vrednosti izolacije navitij, nevtralnih točk in skoznjih izolatorjev.

Nazivna napetost navitja [kV]	Nazivna kratkotrajna vzdržna napetost 50 Hz 1 min [kV]		Nazivna vzdržna atmosferska udarna napetost [kV]	Stopnja izolacije
	navitje nevtralna točka	izolatorji		
110	230	230	LI 550	Si 123
21	50	50	LI 125	Si 24
10,5	28	28	LI 75	Si 12

Tabela 3.8.

3.9. HLAJENJE ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA

Hlajenje energetskega transformatorja je naravno (ONAN).

3.10. OBREMENLJIVOST IN IZGUBA ŽIVLJENJSKE DOBE ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA

Energetski transformator mora biti sposoben 40 let trajno obratovati z nazivno močjo (S_n), če je srednja letna temperatura okolice (zraka) $+20\text{ }^\circ\text{C}$.

Vrednost dovoljene preobremenitve, v odvisnosti od predhodne obremenitve, časa trajanja preobremenitve in temperature okolice (0°C , 10°C , 20°C , 30°C), bo proizvajalec podal 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 zagotavljanje dolge življenjske dobe transformatorja mora proizvajalec razpolagati s tehnologijo in proizvodnimi procesom, ki zagotavlja čistost proizvodnih prostorov in preprečuje vnos nečistoč v proizvodno halo. Za izpolnitev te zahteve 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 vstavljanju aktivnega dela v kotel do njegovega zalitja z oljem, sposoben zagotoviti relativno vlažnost v prostoru, ki ne presega 15% pri temperaturi prostora 25°C . V času od zaključenega sušenja do hermetičnega zaprtja transformatorskega kotla se dovoljuje zgolj enkratna izpostavljenost aktivnega dela transformatorja nekontrolirani atmosferi v trajanju maksimalno 2 uri, v kolikor proizvodni proces to zahteva.

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

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

3.11. HRUP ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA

Hrup, ki ga povzroča energetski transformator, mora biti manjši ali enak 52 dB - merjeno 1 m od transformatorja. Meritev hrupa se izvrši po standardu SIST EN 60076-10.

Ponudnik mora v ponudbi priložiti sliko merilnih točk za merjenje hrupa in na sliki navesti formule za izračun merjenja hrupa

3.12. KRATKOSTIČNA MOČ TRANSFORMATORJA

Energetski transformator mora biti dimenzioniran in skonstruiran tako, da navitja zdržijo dinamične in termične obremenitve pri kratkem stiku po standardu 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, $I_{k''}=31,5$ kA.
- za mrežo 20 kV 866 MVA, $I_{k''}=25$ kA.

Čas trajanja kratkega stika po trajnem obratovanju znaša največ 3 s.

3.13. IZGUBE V ENERGETSKEM TRANSFORMATORJU

Izgube v praznem teku pri nazivni napetosti in 50 Hz ter izgube v kratkem stiku pri nazivni moči in temperaturi navitja 75 °C so podane v spodnji tabeli.

Stopnja	Moč transf. [MVA]	S_{Fe} [kW]	S_{Cu} [kW]	$S_{Fe} + S_{Cu}$ [kW]
1	20	12	82	94
13 a,b,c	20	12	80	92
25	20	12	84	96

Tabela 3.13.

Toleranca odstopanja izgub je + 5%.

3.14. TOK PRAZNEGA TEKA

Tok praznega teka pri U_n mora biti manjši od 0,1 % I_n . Toleranca odstopanja toka je +30 %.

4. OSNOVNE KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI TRANSFORMATORJA

4.1. MAGNETNO JEDRO

Magnetno jedro mora biti izdelano iz kvalitetne hladno valjane orientirane pločevine visoke magnetne permeabilnosti, nizkega koeficienta histereze in majhnih specifičnih izgub. Pločevina mora biti obojestransko anorgansko izolirana.

Vsi elementi, ki so namenjeni mehanski fiksiranju pločevine in jedra morajo biti iz nemagnetnih materialov in izolirani.

4.2. NAVITJA

Navitja morajo biti iz zelo čistega elektrolitskega bakra. Tip in razporeditev navitij, izolacijo, dimenzije in podobno določi proizvajalec sam. Dimenzionirana morajo biti za normalne in izjemne pogoje obratovanja ter mehanske in termične obremenitve pri kratkih stikih.

Kvaliteta nove papirne izolacije mora biti $DP \geq 900$.

4.3. TRANSFORMATORSKI KOTEL

Transformatorski kotel mora biti robustne konstrukcije, na kolesih, ki dopuščajo gibanje v dveh smereh, imeti mora ojačitve za hidravlična dvigala in ušesa za dviganje kotla.

Kotel mora imeti pripravljenih od šest do osem podpornih točk za fiksno postavitve na štiri kovinska podnožja. Razdalja med osema tirov v vzdolžni smeri je enaka in znaša 1504 mm. Razdalje podpornih točk v prečni smeri mora biti prestavljiva in sicer 2070 mm oz. 2250 mm.

Transformatorski kotel mora zdržati statične in dinamične pritiske, ki se pojavljajo v transformatorju v kratkem stiku. Stranice kotla naj bodo ojačene, da je onemogočena deformacija kotla večja od predpisane.

Vsi zvari na transformatorskem kotlu morajo zagotoviti absolutno tesnjenje pri vročem olju 120 °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 priključka, postavljena diagonalno na kotlu.

Kotel mora imeti na dnu vgrajeno podporno antivibracijsko gumo za omilitev prenosa vibracij iz jedra na kotel.

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

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

Transformator (kotel z ocevjem in hladilnim sistemom) mora biti tovarniško pripravljen za morebitno naknadno vgradnjo elementov nadzornega sistema (ON-Line monitoring).

4.4. POKROV ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA

Pokrov energetskega transformatorja mora biti izdelan tako, da omogoča odtekanje dežja po zunanjih straneh 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 mehanično 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" × 170 mm).

Imeti mora:

- pripravljene nosilce z vijaki za montažo nosilne konstrukcije priključnih SN kablov,
- sistem za pripenjanje za varovanje pri delu na višini.

4.5. KONZERVATOR OLJA

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

- gumijasta membrana (zaprt sistem v predelku konzervatorja za kotel transformatorja),
- dva električna sušilca zraka, ki sta dostopna od tal,
- odprtina za praznjenje dostopna od tal,
- dva magnetna pokazala olja, ki imata skalo nivoja olja pri 20 °C,
- ušesa za dviganje,
- odprtina za pregled in čiščenje (odprtina mora biti zadostnega premera, da je omogočeno čiščenje).

Pokazatelj za nivo olja transformatorja je na VN strani, pokazatelj za nivo olja regulacijskega stikala pa na SN strani.

4.6. NAPRAVE ZA HLAJENJE

Naprave za hlajenje tvorijo hladilni elementi (radiatorji), ki se montirajo na transformatorski kotel. Radiatorji naj bodo montirani samo na VN in SN strani kotla.

4.7. BUCHHOLZ RELE

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

Buchholz rele mora biti odporen proti potresu ("reed" kontakti). Imeti mora dva kontakta: signalizacija in izklop.

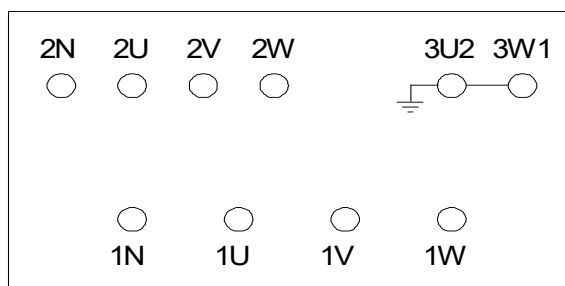
4.8. PRIKLJUČKI TRANSFORMATORJA

Zahteve o priključkih so podane v naslednji tabeli.

Navitje	Izvedba priključka	Proizvajalec	Priljučna sponka	Priključek
primarno	skožnji izolator	ABB, Švedska	Al sornik \varnothing 30 mm	Al/Je 240/40 mm ²
sekundarno	konektorski	Pfisterer, MV-Connex, Nemčija	4 polni konektor	2 x Cu kabel 240 mm ² + odvodnik prenapetosti
sekundarno – nevtralna točka	konektorski	Pfisterer, MV-Connex, Nemčija	2 polni konektor	1 x Al kabel 150 mm ² + odvodnik prenapetosti
terciarno	skožnji izolator	/	M 20 navoj z maticama	ploščati baker

Neuporabljeni priključki se zaprejo s čepi, ki zagotavljajo varnost in preprečujejo vdor vlage.

Razporeditev priključkov na pokrovu transformatorja je podana spodnji sliki.



Slika 4.8.

Skožnji izolatorji primarnega navitja morajo:

- biti kapacitivni, z izvodi za merjenje kota izgub,
- vzdržati termične, dinamične in električne obremenitve, ki se pojavljajo v obratovanju energetskega transformatorja,
- morajo biti proizvajalca "ABB" Švedska,
- imeti priključke izvedene z okroglimi priključnimi sponkami, da bi s tem zmanjšali vpliv korone na radijske motnje.

Skožnji izolatorji terciarnega navitja morajo:

- imeti priključka galvansko povezana in ozemljena,
- biti pokriti s kovinskim okrovom.

Vsi skožnji izolatorji morajo biti izvedeni tako, da jih je možno odzračiti.

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

SN konektorski kabelski priključki morajo biti izvedeni in montirani tako, da je mogoča njihova zamenjava na prostozačne priključke na terenu brez demontaže ali dviganja pokrova energetskega transformatorja.

4.9. REGULACIJSKO STIKALO

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.

Regulacijsko stikalo mora biti postavljeno bočno na levi strani gledano s strani 110 kV priključkov. Pogonja ga elektromotor, ki se napaja z napetostjo 110 V DC. Na isti strani transformatorja mora biti tudi omarica motornega pogona stikala in komandna 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 in omogoča prenos stanja:

- na pokrovu omarice pogona regulacijskega stikala ter na stikalu,
- 1 x kontaktni dajalnik pozicije
- 1 x BCD dajalnik pozicije
- 1 x uporovni dajalnik pozicije (4,99 Ohm)

Omarica regulacijskega stikala mora biti opremljena s števcem preklonov, 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. Označbe regulacije VIŠE-NIŽE morajo biti v skladu s točko 3.7. Vsi napisi morajo biti v slovenskem jeziku.

Po opravljenih preizkusih je potrebno izvesti mehansko blokado regulatorja na 17 stopnji.

4.10. SN ODVODNIKI

Dobavitelj dobavi štiri plug - in odvodnike prenapetosti na transformator (3 × faza + 1 × nevtralna točka), ki se bodo priključili v predpisani ženski del konektorja. Karakteristike odvodnikov so podane v poglavju 10: Tabela tehničnih zahtev (pozicija: 21 in 22).

4.11. SIGNALNA OMARICA

Signalna omarica mora biti zaradi enostavnosti priključevanja signalnih kablov, čim bliže pogonski omarici regulacijskega stikala in to na desni strani, gledano proti pogonski omarici regulacijskega stikala.

Osnovne zahteve signalne omarice:

- signalna omarica mora biti tipska proizvajalca Rital
- vrata se morajo vodotesno zapreti in imeti ključavnico za zaklepanje,
- uvodnice za dovodne in odvodne kable so predvidene na spodnji strani in morajo biti tesnjenje, da se prepreči vstop vlage,
- omarica mora imeti odprtino za zračenje, ki mora biti zaščitena z mrežico,
- v omarici mora biti vgrajen grelec s termostatom, ki služi za sušenje zraka,
- omarica mora imeti razsvetljavo, ki se prižiga s končnim stikalom, ki je vgrajeno na vratih,
- vrstne sponke morajo biti označene z zaporednimi številkami,
- na notranji strani vrat omarice mora biti na kovinski plošči izdelana vezalna shema,
- vsi elementi v signalni omarici morajo biti označeni z napisnimi ploščicami (kovinske ploščice z vgraviranimi napisi v slovenskem jeziku),
- predvideti enopolno in tripolno vtičnico z zaščitnim kontaktom (nadometno).

Povezave med elementi na transformatorju in signalno omarico se izvedejo v tovarni. Za povezave se uporabijo finožični signalno krmilni kabli z izolacijo odporno na UV žarke s kovinskim opletom, ki je obojestransko ozemljen.

Zaradi tipizacije so elementi na transformatorju, njihove oznake in njihova priključitev definirani v prilogi 2. Nastavitve termostatov in kontaktnega termometra so podane v naslednji tabeli.

Kontaktni termometer signal	signalizacija	80 °C
Kontaktni termometer izklop	izklop transformatorja	90 °C
Termostat I	signalizacija	80 °C
Termostat II	izklop transformatorja	90 °C

4.12. 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.

4.13. IZOLACIJSKO OLJE ZA ENERGETSKI TRANSFORMATOR

V energetskem transformatorju uporabiti inhibirano mineralno izolacijsko olje, ki ne vsebuje primesi PCB, kar je zagotovljeno s tovarniškim atestom. Proizvajalec mora dati podatke ostalih tipov olj, ki se lahko mešajo z danim oljem. Kvaliteto izolacijskega olja potrjuje proizvajalec olja z atestom.

Dobavitelj naročniku v okviru tehnične dokumentacije dostavi poročila o plinski in tekočinski kronomatografiji olja, ki jo neodvisna institucija izvede pred in po vseh preizkusih transformatorja.

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

4.14. ANTIKOROZIJSKA ZAŠČITA

Vsi kovinski deli energetskega transformatorja (transformatorski kotel, pokrov in konzervator) morajo biti kvalitetno očiščeni s curkom abraziva in kvalitetno zaščiteni proti rjavenju.

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

Zaščito notranjih kovinskih površin se izvede z oljeodpornim premazom.

4.15. TERMIČNE ZAŠČITE TRANSFORMATORJA

Za potrebe termične zaščite mora imeti transformator:

- dva termostata,
- dvostopenjski kontaktni termometer,
- uporovni termometer Pt-100 s pretvornikom 0-100 °C/4-20 mA DC.

Termična slika ni predmet dobave, toda vse mora biti predvideno za njeno kasnejšo montažo.

Elementi naj bodo nameščeni v omarici, ki naj bo na desni strani pogonske omarice regulacijskega stikala, gledano proti pogonski omarici regulacijskega stikala.

4.16. MASE IN OSNOVNE MERE

Osnovni podatki o masah in merah so:

- skupna masa energetskega transformatorja pripravljena za obratovanje ≤ 50 t,
- skupna masa izolacijskega olja ≤ 12.5 t,
- osnovne mere transformatorja: dolžina ≤ 6.8 m,
širina ≤ 3.8 m,
višina ≤ 4.8 m.

5. PREIZKUŠANJE IN PREGLED TRANSFORMATORJA PRI PREVZEMANJU V TOVARNI

5.1. PREIZKUŠANJE ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA

Preizkušanje energetskega transformatorja se izvrši v skladu z IEC 60076.

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

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

5.2. KOSOVNO PREIZKUŠANJE

Kosovno preizkušanje, ki se izvrši 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 na vseh stopnjah regulacijskega stikala,
- merjenje prestavnega razmerja transformacije v vseh položajih 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 treh stopnjah regulacijskega stikala: 1, 13 in 25,
- preizkus s tujo napetostjo 50 Hz vseh treh navitij v času 1 min in višini 230 kV oz. 50 kV oz. 28 kV,
- preizkus z inducirano napetostjo 300 oz. 200 Hz v času 20 s oz. 30 s v višini $2 \times U_n$,
- merjenje kota izgub izolacije med navitjem in transformatorskim kotlom in merjenje kota izgub izolacije 110 kV skozi 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,
- indeks polarizacije,
- merjenje in analiza frekvenčnega odziva,
- merjenje povratne napetosti.

5.3. POSEBNO PREIZKUŠANJE

Posebno preizkušanje, ki se izvrši na transformatorju obsega preizkušanje z udarno napetostjo primarnega in sekundarnega navitja s polnim atmosferskim udarom skladno s točko 3.8.

5.4. PREGLEDI TRANSFORMATORJA

Ob prevzemu transformatorja v tovarni (oz. na terenu) pa se opravi naslednji pregled:

- 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, rezervni deli itd.), ki se mora odpremiti v skrbno opremljeni embalaži.

6. TRANSPORT, MONTAŽA IN POSTAVITEV ENERGETSKEGA TRANSFORMATORJA POSKUSNO OBRATOVANJE

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

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

Proizvajalec oz. dobavitelj postavi in sestavi energetski transformator na temelj v:

- RTP 110/20 kV Vojnik na mesto TR 1 in TR 2.

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

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

Po zaključku montaže, vendar pred začetkom poizkusnega obratovanja je potrebno izvršiti vse preglede, ki omogočajo varno obratovanje po spisku v prilogi 1.

7. ATESTI

7.1. Proizvajalec energetskega transformatorja mora dostaviti kupcu ateste za:

- izolacijsko olje (iz kotla in regulacijskega stikala),
- skoznje izolatorje,
- kvaliteto železnega jedra,
- kvaliteto bakra za navitje,
- izvršeno preizkušanje učinkovitosti hlajenja,
- regulacijsko stikalo,
- Buchholz rele,
- kontaktni termometer,
- termostat,
- uporovni termometer,
- kvaliteto AKZ zaščite kotla.

8. REZERVNI DELI

Za transformator ne naročamo nobene rezervne opreme.

9. MEJA OPRAVLJEME STORITVE

Ponudnik zaključi svoje obveznosti s pregledom sestavljenega transformatorja na lokaciji in odobritvijo priključitve proizvajalca.

10. TABELA TEHNIČNIH ZAHTEV

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.

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

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

Poz.	Opis	Enota	Zahtevane vrednosti	Ponudbene vrednosti
SPLOŠNO				
1	Proizvajalec	/	/	
2	Tip	/	/	
3	Nazivna moč VN	MVA	20	
4	Nazivna moč SN	MVA	20	
5	Nazivna moč Terciar	MVA	6.667	
6	Nazivna napetost (v praznem teku):	/	/	
	primar	kV	110	
	sekundar	kV	21	
	terciar	kV	10.5	
7	Regulacijski odcepi na primarnem navitju	%	$\pm 12 \times 1.33$	
	Stopnja regulacije	/	25	
	Regulacija pod obremenitvijo	/	da	
8	Vežalna skupina	/	YNyn6(d5)	
9	Relativna napetost kratkega stika pri 75 °C:	/	/	
	VN/SN navitje 1. stopnja	%	≤ 12.5	
	VN/SN navitje 13. stopnja	%	≤ 11	
	VN/SN navitje 25. stopnja	%	≤ 10	
10	Magnetilni tok (v procentih od nazivnega toka):		/	
	pri nazivni napetosti	%	0.1	
	pri 110 % nazivne napetosti	%	/	
IZGUBE				
11	Izgube pri nazivni moči, napetosti, frekvenci in 75 °C:		/	
	izgube v železu	kW	12	
	skupne izgube 1. stopnja	kW	94	
	skupne izguba 13. stopnja	kW	92	
	skupne izguba 25. stopnja	kW	96	

DVIG TEMPERATURE				
12	Maksimalni dvig temperature pri nazivni moči in maksimalni temperature okolice 40 °C:	/	/	
	olja (merjeno s termometrom pod pokrovom transformatorja)	K	≤ 60	
	navitij (izračunano s pomočjo merjenja upornosti navitij)	K	≤ 65	
13	Najtoplejša točka	K	≤ 78	
NAZIVNI IZOLACIJSKI NIVO				
14	Nazivni izolacijski nivo:			
	primarno navitje	kV	123	
	primarne nevtralne točke	kV	123	
	sekundarno navitje	kV	24	
	sekundarne nevtralne točke	kV	24	
15	Zdržna napetost obratovalne frekvence:			
	primarno navitje	kV rms	230	
	primarne nevtralne točke	kV rms	230	
	sekundarno navitje	kV rms	50	
	sekundarne nevtralne točke	kV rms	50	
	terciarno navitje	kV rms	28	
16	čas trajanja testa	s	60	
	Zdržna udarna napetost:			
	primarno navitje-standardni atmosferski val	kV	550	
	primarne nevtralne točke-standardni atmosferski val	kV	550	
	sekundarno navitje-standardni atmosferski val	kV	125	
	sekundarne nevtralne točke-standardni atmosferski val	kV	125	
17	terciarno navitje-standardni atmosferski val	kV	75	
	TRANSFORMATORSKO OLJE IN PAPIR			
	Transformatorsko olje (inhibirano - naftensko) :	/	/	
	proizvajalec	/	/	
	oznaka tipa	/	/	
lastnosti olja po IEC 60296	/	da		
kakovost olja po IEC 60296, točka 7.1	/	da		
18	Izolacijski papir:	/	/	
	stopnja polimernosti (DP)	/	>900	
	vsebnost vlage	%	<0.5	

PRIKLJUČITEV				
19	Primarni priključki (skozi):	/	da	
	material	/	keramika	
	tip priključne sponke	mm	sornik \varnothing 30	
	material priključne sponke	/	Al	
	nazivna napetost	kV	110	
	nazivni tok	A	210	
	tok kratkega stika (1s)	kA	/	
	zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence-suho okolje	kV rms	230	
	zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence-vlažno okolje	kV rms	230	
	zdržna atmosferska udarna napetost	kV	550	
	20	Sekundarni priključki (plug-in):	/	/
material		/	/	
število priključkov na konektorju		/	4/fazo in 2/ničlo	
nazivna napetost		kV	24	
nazivni tok		A	≥ 660	
tok kratkega stika (1s)		kA	/	
zdržna napetost tujega vira, 50 Hz		kV	50	
zdržna atmosferska udarna napetost		kV	125	
21	Odvodniki prenapetosti za fazni priključek (plug-in):	/	/	
	Ur	kV	30	
	Uc	kV	24	
	Ir	kA	10	
	energijski razred	-	≥ 1	
22	Odvodniki prenapetosti za nevtralni priključek (plug-in):	/	/	
	Ur	kV	15	
	Uc	kV	12	
	Ir	kA	10	
	energijski razred	-	≥ 1	

23	Terciarni priključki (skoznjiki):	/	/	
	material	/	keramika	
	tip priključne sponke	/	M 20	
	material priključne sponke	/	Cu-Zn	
	nazivna napetost	kV	10	
	nazivni tok	A	630	
	tok kratkega stika (1s)	kA	/	
	zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvenca-suho okolje	kV rms	28	
	zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvenca-vlažno okolje	kV rms	28	
	zdržna atmosferska udarna napetost	kV	75	
zaščitno ohišje preko izolatorjev	/	da		
SISTEM HLAJENJA				
24	ONAN	/	da	
REGULACIJSKO STIKALO				
25	Proizvajalec	/	MR	
26	Tip	/	/	
27	Število stopenj	/	25	
28	Nazivni tok	A	/	
29	Zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvenca	kV	230	
30	Zdržna atmosferska udarna napetost	kV	550	
31	Nazivna napetost pogona stikala	V DC	110	
32	Nazivna napetost krmiljenja regulacijskega stikala	V DC	110	
MERITEV TEMPERATURE				
33	Pt-100	/	da	
	Pretvornik za Pt-100 0-100 °C/4-20 mA DC	/	da	
	Preklopna zmogljivost kontaktov pri 110 V DC	A	2	
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI				
34	Maksimalni zdržni tlak v transformatorju in v pripadajočih ceveh za olje in drugi oljni napeljavi brez puščanja (24 ur)	bar	1.65	
35	Maksimalni dovoljeni podtlak v transformatorju in v pripadajočih ceveh za olje in drugi oljni napeljavi brez trajnih posledic	mbar	10	
36	Dovoljeni hrup transformatorja v režimu obratovanja ONAN, merjeno 1 m od transformatorja po SIST EN 60076-10	dB (A)	≤52	
37	Transportna teža in maksimalne dimenzije najtežjega posameznega dela, pripravljenega za transport na mesto montaže:	/	/	
	dolžina	m	≤6.0	
38	Bruto teža in dimenzije sestavljenega transformatorja (z oljem):	/	/	
	teža	t	≤50	
	dolžina	m	≤6.8	
	širina	m	≤3.8	

11. PRILOGE

PRILOGA 1

SPISEK DEL PRED PRIKLOPOM TRANSFORMATORJA V OBRATOVANJE

Tip:

Tovarniška številka:

Za proizvajalca : _____

Za kupca : _____

V: _____

Datum : _____

1. Po zaključku montaže energetskega transformatorja, vendar pred vključitvijo v poizkusno obratovanje, je potrebno izvršiti sledeče preglede:

1.1. Tesnjenje transformatorja

- kotel z opremo _____,
- radiatorji _____,
- tesnilne površine _____.

1.2. Sušilec zraka

- stanje silikagela _____,
- olje v sušilcu je do potrebne višine _____.

1.3. Konzervator

- olje je do potrebne višine _____,
- prekat transformatorja _____,
- prekat reg. stikala _____.

1.4. Nastavitev iskrišč

- VN izolatorjev _____ mm,

1.5. Položaj ventilov z loputo - odprti.

- kotel - radiatorji _____,
- buchholz rele - konzervator _____,
- rele reg. stikala - konzervator _____.

1.6. Odzračevanje in vizualni pregled izolatorjev

- VN izolatorji _____,
- SN konektorji _____,
- NN izolatorji _____.

- reg. stikalo _____,
- buchholz rele _____.

1.7. Pritrditev vodnikov na priključne izolatorje je/ni brez mehanskih naprezanj

1.8. Pregled pogonske omarice regulacijskega stikala

- napajalna napetost _____ V,
- justiranje +/- obratov _____,
- enaka št. pozicije stikala _____,
- omarica/pokrov stikala _____,
- blokada končnih stopenj stikala _____,
- daljinsko kazanje stopenj stikala _____,
- daljinsko upravljanje stikala _____.

1.9. Pregled signalne omarice: napajalna napetost _____ V

1.10. Kontrola zaščite transformatorja

- buchholz rele deluje na
 - alarm _____,
 - izklop _____,
- okvara reg.stikala deluje na
 - izklop _____,
- kont.termom.deluje na
 - alarm _____ °C,
 - izklop _____ °C,
- pokazatelj olja
 - nivo olja kotel: minimalno _____,
 - nivo olja stikalo: minimalno _____.

1.11. Meritve na transformatorju

- magnetni tokovi pri napetosti 400 V, 50 Hz merjeni na posameznih navitjih, stikalo v položaju nazivne napetosti.

I_{1U} _____ mA	I_{2U} _____ mA
I_{1V} _____ mA	I_{2V} _____ mA
I_{1W} _____ mA	I_{2W} _____ mA

- izolacijske upornosti pri temperaturi _____ °C

Napetost _____ kV, čas _____ sek

VN : NN + SN + masa _____	MΩ
NN : VN + SN + masa _____	MΩ
SN : VN + NN + masa _____	MΩ

- prebojna trdnost olja v kotlu na:

spodnjem nivoju _____	kV/cm
srednjem nivoju _____	kV/cm
zgornjem nivoju _____	kV/cm

1.12. Zaščita transformatorja

Pretokovna zaščita deluje na izklop _____

