

TR15-R-Krafttransformator

Innehållsförteckning

1. Allmänt.....	3
1.1. Omfattning	3
1.2. Standarder.....	3
1.3. Märkning	3
1.4. Ändring i förhållande till tidigare utgåva	3
2. Driftförhållande	3
2.1. Omgivningstemperatur	3
2.2. Nätdata	4
2.3. Kortslutningsimpedans	4
2.4. Ljudnivå	4
3. Elektriska, mekaniska och övriga krav.....	5
3.1. Elektriska krav.....	5
Jordning.....	5
Matningsspänningar för motorer, styr och kontrollutrustning	6
Hjälpkontakter	6
Plintar	6
Kraft- och kontrollkablar	6
3.2. Mekaniska krav	6
Transformatorlåda	6
Ventiler och manluckor	6
Ytbehandling	7
3.3. Övriga krav	7
Olja och oljesystem	7
Genomföringar	7
Strömtransformatorer.....	8
Ventilavledare	8
Övervakningsutrustning	9
Lindningskopplare	9
4. Provning och kvalitet.....	10
5. Dokumentation	11

1. Allmänt

1.1. Omfattning

Denna tekniska riktlinje omfattar generella krav för trefas, vätskeisolerade krafttransformatorer med märkeffekt 6,3–75 MVA och konstruktionsspänning 7,2 145 kV, 50 Hz.

1.2. Standarder

Senaste upplagan av svenska standarder, avseende utformning, tillverkning och test, ska gälla för leveransen av krafttransformator och dess tillbehör. I händelse av saknad av svensk standard ska motsvarande europeisk standard tillämpas. Vid skillnad mellan detta dokument och relevant standard ska detta dokument ha företräde.

1.3. Märkning

Skyltar och märkplåtar ska vara i rostfritt stål och fäst med rostfri skruv. Skyltar och märkplåtar ska vara utförda på svenska.

Samtliga kopplingslådor, instrument m.m. ska vara tydligt uppmärkta med funktionsbeskrivning.

Märkskylten, placerad i ögonhöjd, skall innehålla alla märkdata för transformatorn enligt SS-EN 60076-1, avsnitt 8 "Rating plates", såsom tillverkningsnummer, tillverkningsår, vikter (vätska, lindning, transportvikt), vätsketyp och dess fabrikat, aktuell koppling och alla kopplingar som är möjliga att göra, med mera.

En skylt som anger samtliga lindningskopplarläges omsättningsförhållande ska finnas i anslutning till märkskylten samt en skylt för strömtransformatorer, inklusive de för lindningstemperaturmätningen, skall finnas med tydligt schema över strömtransformatorns koppling, omsättning och uttagmärkning.

Vid genomföringarna ska uttagmärkning dels finnas på genomföringen och dels på transformatorlocket. Intill genomföringar ska skylt finnas som kan avläsas från mark och på transformatorlocket intill respektive genomföring genom upphöjda bokstäver som är fastsvetsade eller fastskruvade i locket. Märkning av fasgenomföringarna ska vara på primärsidan A, B, C och N respektive sekundärsidan a, b, c och n.

Samtliga kablar ska vara märkta med kabelmärkning av rostfritt stål och fästs åldersbeständigt.

Varje genomföring skall ha en märkplåt med typbeteckning och katalognummer. För genomföringar för 12 och 24 kV (konstruktionsspänning) kan beteckningen instansas i flänsen eller anges på särskild skylt på transformatorn.

1.4. Ändring i förhållande till tidigare utgåva

Ny teknisk riktlinje som inte funnits tidigare.

2. Driftförhållande

Krafttransformatorn ska, om inte annat anges, utformas och konstrueras för utomhus, kontinuerlig drift.

Kopplingsart och omsättning framgår i teknisk specifikation.

Krafttransformatorer med konstruktionsspänning $\leq 72,5$ kV ingår i det spoljordade nätet medan krafttransformatorer med konstruktionsspänning 145 kV ingår i det normalt direktjordade nätet.

2.1. Omgivningstemperatur

Som en lägre gräns för omgivande lufttemperatur gäller -40 °C (detta är en avvikelse mot IEC 60076-1 Cl 4.2).

För all utrustning ska hänsyn tas till den ökade omgivningstemperaturen som orsakas av krafttransformator tankens temperatur som antas nå 105 °C på locket. Hänsyn ska även tas för den nedre temperaturgränsen på -40 °C.

För genomföringsströmtransformatorerna ska följande gälla (om inte annat verifieras av leverantören):

- Maximal omgivningstemperatur 115 °C.
- Maximal dagliga genomsnittstemperatur 105 °C.

2.2. Nätdata

Om inget annat anges i specifikationen avseende kortslutningseffekt gäller nedanstående tabell.

Högsta konstruktions-spänning för utrustning (kV)	Kortslutningseffekt (MVA)
≤24	800
72,5	3000
145	10 000

2.3. Kortslutningsimpedans

Om inget annat anges i specifikationen avseende kortslutningsimpedans gäller nedanstående tabell.

Spänning (kV)				Märkeffekt (MVA)							
Primärsida		Sekundärsida			6,3	12,5	16	25	40	63	75
23	±8 x1,67%	6,35	11,5		7	8	9				
57,5	±8 x1,67%		11,5	23		8	9	11			
140	±9 x1,67%		11,5				9	11	13		
140	±9 x1,67%			23			9	11	13	15	
140	±9 x1,67%			34,5							13
Kortslutningsimpedans (%)											

2.4. Ljudnivå

Om inget annat anges i specifikationen avseende ljudnivå gäller nedanstående tabell. Märkeffekten motsvarar effekten på högspänningslindningen.

Märkeffekt (MVA)	Max ljudnivå dB(A) L_{PA}
6,3	55
12,5	55
16	55
25	60
40	60
63	60
75	60

Ljudnivån L_{PA} ska mätas i enlighet med IEC 60076-10.

3. Elektriska, mekaniska och övriga krav

Krafttransformatorns kärna ska vara av trebent typ och alla lindningar ska vara av koppar.

Konstruktionen ska vara utförd på sådant sätt att avstånd till spänningsförande del innehålls utan att särskilda åtgärder som avskärmning, upphöjning, m.m. behövs på uppställningsplatsen.

Krypsträckans längd ska vara minst 43,3 mm/kV fas – jord.

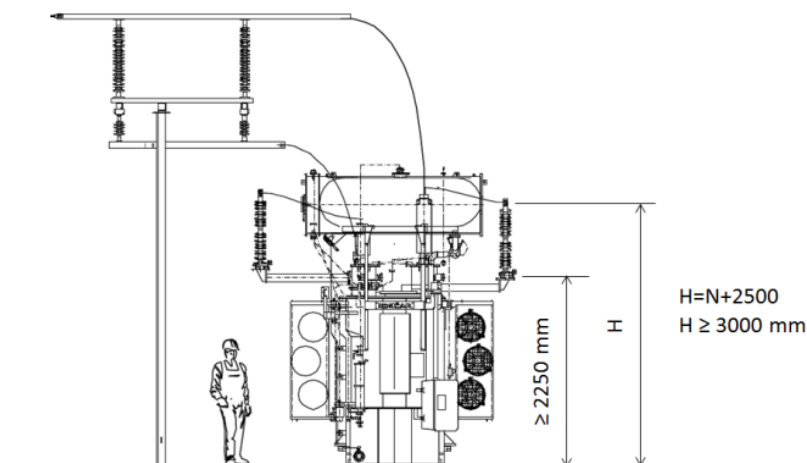
Följande ska uppfyllas:

Högsta konstruktions-spänning för utrustning	Isolationsnivåer				
	Fas			Nolla	
(kV)	(kV)	Min. fas-jord (N) (mm)	Min fas- fas (mm)	(kV)	Min. fas-jord (N) (mm)
12	LI75 AC28	150	150	LI75 AC28	150
24	LI125 AC50	220	220	LI125 AC50	220
72,5	LI325 AC140	630	630	LI325 AC140	630
145	LI650 AC275	1300	1300	LI325 AC140	630

Isolationsnivåer beskrivs i SS-EN 60076-3.

Krafttransformator ska installeras på sådant sätt att säkerhetsavstånd uppfylls enligt SS-EN61936-1. Minsta avstånd (fas-jord) är:

- Minsta höjd, $H=N+2,5m$, dock minst **3m** till spänningsförande del (N = fas - jord avstånd vid angiven konstruktionsspänning).
- Minsta höjd till isolatorfot 2,25m.



Samtliga kopplingslådor ska vara utförda för minst IP43.

Transformatorerna ska om inget annat anges vara försedd med kylart ONAN/KNAN.

3.1. Elektriska krav

Jordning

För jordning av ventilavledare med konstruktionsspänning 72,5-145 kV ska dessa förses med separata ledare som är isolerad från transformatorlådan. Ledarna avslutas till nedkant av transformatorlåda.

Ventilavledare med konstruktionsspänning <72,5 kV ska anslutas mot jord på kortaste sätt.

För jordning av transformatorlådan skall en fana påsvetsas på två diametralt motsatta ställen nederst på transformatorlådan. Fanan skall förses med fyra hål med centrumavstånd 40mm i vertikalled och

50 mm i horisontellt. Hålens diameter skall vara 14 mm. Kontaktytan skall vara korrosionskyddad och ha goda elektriska ledaregenskaper.

Samtliga strömtransformatorers sekundäruttag skall vara neddragna till separat kopplingslåda, där varje trefasgrupp ansluts med egen jordledare till gemensam jordningspunkt. Till denna skall även anslutas minimum 25 mm² kopparledare.

Matningsspänningar för motorer, styr och kontrollutrustning

Utrustning skall vara anpassad för maximal tillåten spänningsvariation -15 % till +10 % och gäller vid ansluten punkt på apparaten.

Manöverspänningen för lindningskopplare skall vara 110 V DC. Om inget annat anges i beställningen, skall drivmotorn utföras för 110 V DC.

Som kondensskydd, skall i lindningskopplarens manöverdon och kopplingslåda för vakter m.m. finnas ett beröringsskyddat, fast inkopplat, värmeelement för anslutning till 230 V, 50 Hz.

Hjälpkontakter

Hjälpkontakternas bryt- och slutförmåga samt konstantvärde skall vara minst 0,4 A vid 110 V DC induktiv krets med tidskonstanten 40 ms.

Plintar

Anslutningsplintar för yttre kablar skall ha skruvanslutning, vara frånskiljbara samt ha 4 mm provuttag i plinten.

Kraft- och kontrollkablar

Skärmad eller trådarmerad kabel skall användas och vara i svart eller grå kulör. Dimensionen avgörs av transformatorleverantören, dock skall arean för strömtransformatorerna inte understiga 2,5 mm² och för övrig utrustning ej understiga 1,5 mm².

3.2. Mekaniska krav

Transformatorlåda

Lådans konstruktion skall vara utformad för att motstå fullt inre vakuum (vakuumsäker) och alla svetsar skall utföras som helsvetsat.

Svetsningen, låda – lock, ska vara så utförd att den möjliggör ett enkelt, framtida öppnande av locket. Tydliga instruktioner för öppning skall medfölja transformatorns dokumentation.

Transformatorlocket skall utformas så att vattenansamlingar motverkas.

Explosionsventiler får inte förekomma på transformatorn.

Transformatorlådans botten skall vara slät och självbärande.

På lådan skall finnas tydligt, utmärkta ställen för anbringande av domkrafter.

Ventiler och manluckor

För oljeprovtagning skall det finnas två separata provtagningsventiler placerade vid botten av tank för analys av botten- respektive toppolja. Kranarna märks tydligt med beteckningen "Provtagning bottenolja" respektive "Provtagning toppolja". Anslutning på ventilerna skall ha en gängdimension av G 3/4" utvändig gänga.

Transformatorer med nedsänkt lindningskopplare i transformatorlådan skall förses med manlucka för möjlig, framtida inspektion av kontakterna på lindningskopplarens väljardel. Manluckan skall vara i helsvetsat utförande.

Ytbehandling

Transformatorlådan skall ytbehandlas enligt SS-EN ISO 12944 korrosivitetsklass C4 H (mer än 15 år).

Övriga utrustning såsom kopplingslådor, manöverlådor, dosor, m.m. ska vara utförda i rostfritt stål eller vara ytbehandlade enligt SS-EN ISO 12944 korrosivitetsklass C5M.

Skruvar, brickor och bultar ska vara av rostfritt stål.

Kylradiatorer ska vara varmgalvade enligt SS-EN ISO 1461.

Varmgalvade delar får inte målas.

3.3. Övriga krav

I leveransen ska ingå ekplank dimensionerade av transformatorleverantören, minst 25 mm tjock, för uppställning av krafttransformator.

Olja och oljesystem

Isoleroljor ska vara mineralolja eller syntetiska estrar.

Mineralolja ska vara naftenbaserad, inhibiterad med minst 0,3 % antioxidant av typ di-tert-butylparakresol (DBPC) och uppfylla krav enligt SS-EN 60296. Godkända mineraloljor är Nynäs Nytro 10XN och Shell Diala DX.

Tillverkaren ska överlämna oljespecifikation och ur specifikationen skall klart framgå oljans huvudbas, raffineringssort och ursprungsland.

Oljor av syntetiska estrar ska uppfylla krav enligt IEC 61099.

I leveransen skall ingå erforderlig mängd transformatorolja för driftsatt transformator.

Transformatorns oljesystem skall vara ett slutet system utan kontakt med omgivande luft. Om gummisäck används skall den vara luftfylld och ha lika temperaturtålighet som transformatorn.

I förbindelsen mellan expansionskärl och transformatorlåda skall finnas en avstängningskran, så att oljenivån i lådan kan sänkas utan att olja i expansionskärlet behöver avtappas. Vidare skall expansionskärlet för såväl transformator som lindningskopplare vara försett med en bottenkran för dränering. På samma sätt skall lindningskopplare vara försett med avstängnings- och avtappningskran för dränering av lastkopplarytrymmet.

Torkapparaten skall förses med oljelås, genom vilket den insugna luften skall passera innan den kommer i beröring med torkmedel.

Alla rörledning mellan expansionskärl, transformatorlåda och torkapparater skall vara av stål. Gummislang och flexibel slang eller av liknande material, accepteras inte.

Genomföringar

Genomföringar skall utföras enligt SS-EN 60137.

Om inget annat anges skall genomföringsuttag utföras enligt följande:

Uttag	Typ	Material
≥ 72,5 kV	Slät tapp: Längd 125 mm. För strömmar ≤ 1250 A gäller Ø 30 mm. > 1250 A, max 2500 A gäller Ø 60 mm.	Aluminium
<72,5 kV	Stående fana: Fyra hål (t ≥ 15 mm) för strömmar ≤ 1250 A. Nio hål (t ≥ 35 mm) för strömmar	Mässing

	> 1250 A, max 3150 A Hålstorlek Ø 14 mm, c-c 40 mm,	
--	---	--

Isolanter ska vara av kompositmaterial.

Strömtransformatorer

Alla genomföringar (fas) för konstruktionsspänning 72,5 kV och högre ska, om inget annat anges, vara försedda med strömtransformatorer.

Följande krav ska gälla på strömtransformatorernas noggrannhetsklasser:

Reläkärnor

Klass 5P20

Märkbörda 20 VA

Mätkärnor

Klass 0,2s FS5

Märkbörda 1-10 VA

Följande ska anges i databladerna för strömtransformatorerna:

- Rct-värde (Sekundärlindningens resistans vid 75° C).
- Överströmstal ALF (Accuracy Limit Factor).

Strömtransformatorernas märkning, P1, skall vara vänd mot genomföringens yttre anslutning. Mätkärnan skall placeras närmast genomföringens yttre anslutning. Sekundärkretsen jordas mot S1. Provledare med arean 35 mm² skall finnas i varje strömtransformator (även den för kompenserad lindningstermometer) dragen en gång genom kärnpaketet. Provledaren skall vara jordad i den ände som motsvaras av P2.

Utformningen av strömtransformatorer väljs enligt följande:

145 kV

Om inget annat anges ska det vara en (1) mätkärna med sekundärström 1 A och tre (3) reläkärnor med sekundärström 1 A.

Märkeffekt (MVA)	Omsättning mätkärna (A)	Omsättning reläkärna (A)
16	100/1	100/1/1/1
25	150/1	150/1/1/1
40	250/1	250/1/1/1
63	400/1	400/1/1/1

72,5 kV

Om inget annat anges ska det vara en (1) mätkärna med sekundärström 1 A och två (2) reläkärnor med sekundärström 1 A.

Märkeffekt (MVA)	Omsättning mätkärna (A)	Omsättning reläkärna (A)
12,5	200/1	200/1/1
16	250/1	250/1/1
25	400/1	400/1/1

Ventilavledare

Ventilavledare framgår i Tekniska specifikationen.

Övervakningsutrustning

Transformatorn ska vara försedd med övervakningsutrustning enligt nedan (som minst):

- Gasvakt.
- Oljenivåvisare - expansionskärl (transformatorlåda + lindningskopplare).
- Termometer för toppolja.
- Termometer för lindning.

Gasvakt

Gasvakt ska vara försedd med två galvaniskt skilda kontakter med följande funktioner:

- Kontakt som sluter vid långsam gasutveckling avsedd för felsignal.
- Kontakt som sluter vid oljerusning och lågt oljestånd. Kontakten är avsedd för att lösa ut transformatorn.

Ventiler skall finnas som möjliggör provtagning av den utlösande gasen och funktionsprov av gasvakt.

Oljenivåvisare

Oljenivåvisare ska vara försedd med slutande signalkontakt för såväl hög som låg oljenivå. Flottören skall vara åtkomlig för funktionskontroll av oljenivåvisaren.

Termometrar

Transformator ska förses med termometrar och termometerfickor. Det ska finnas Pt100-givare för toppoljetemperatur som ansluts mot mätvärdesomvandlare. Mätvärdesomvandlaren ska omvandla Pt100-signalen till 4-20 mA.

Märkeffekt (MVA)	Termometer för uppmätning av	Antal termometerfickor
<10	Toppoljetemperatur	2
≥10 - < 25	Toppoljetemperatur och varmaste lindningstemperatur	3
≥25 - ≤ 40	Toppoljetemperatur och varmaste lindningstemperatur	4
>40	Toppoljetemperatur och båda lindningstemperatur	5

Samtliga ovanstående termometrar skall ha fyra galvaniskt skilda signalkontakter vardera. Termometrarna skall sättas fast på transformatorn med fjädrande underlag på betjäningssidan.

Lindningskopplare

Omsättningsändring under drift skall ske med snabbkopplande lindningskopplare utförd för manuell manövrering och avståndsmanövrering. Lindningskopplare ska vara utförd som antingen vakuumkopplare eller konventionell kopplardel placerad externt utanför transformatorlådan. Lindningskopplaren skall vara utförd för att klara rutin- och typprov angivna i SS-EN IEC 60214.

Lindningskopplaren utförs som antingen grov/fin eller plus/minuskopplare med 19 steg (1.67 %/steg).

Märkeffekten ska innehållas mellan 1-16 för lindningskopplare med 19 steg

Lindningskopplarens märkström skall vara dimensionerad så att den kan belastas med, minst, transformatorns märkström multiplicerat med en säkerhetsmarginal på 1,5. Då lindningskopplaren passerar av överström skall drivmotorn stanna. Detta arrangeras med yttre brytarkontakter i serie med manöverkrets i donet. Då de yttre brytarkontakterna åter sluter, d.v.s. då överströmmen upphört, skall manövern fullföljas.

Oljan kring lastkopplaren separeras helt från övrig olja i transformatorn genom eget expansionskärl. Oljeutrymmet skall förses med oljenivåvisare av samma typ som transformator kärlets expansionskärl.

Lindningskopplaren skall förses med anordning för skydd mot övertryck. Denna skall anslutas till kopplingslådan för övervakningsutrustningen.

Manöverdonet skall vara så utfört att lindningskopplaren kan manövreras elektriskt med motor dels direkt på donet och dels från kontrollrum (lokalt / fjärr). Lindningskopplaren skall dessutom kunna manövreras för hand med eventuella verktyg som ska ingå i leveransen. Motorkretsen får inte innehålla säkringar placerade i donet. Motorn skall skyddas mot överbelastning med motorskydds brytare. Kretsar för motor, manöver och lägesindikering skall vara galvaniskt skilda åt.

Lindningskopplareläge skall visas i manöverdonet.

Antalet verkställda kopplingar skall registreras av ett sexsiffrigt räkneverk som är möjligt att avläsa utifrån. Räkneverket skall inte kunna nollställas.

Så snart donet inte är i sitt viloläge skall detta indikeras såväl mekaniskt som elektriskt.

Donet skall vara försett med tydlig och beständig skyltning med pilar för handmanöveranordningens båda manöverriktningar. Manövrering mot ett högre lindningskopplarläge skall motsvaras av en minskad omsättning. En påbörjad manöver skall fullföljas även om manöverimpulsens varaktighet är kortare än den tid det tar för lindningskopplaren att gå ett steg då donet når något av ändlägena skall kontakter för elektriskt stopp öppna både motor- och manöverkretsar för aktuell manöverriktning.

Följande hjälpkontakter skall finnas och vara tydligt utmärkta i dokumentationen:

- En växelkontakt som kopplar så snart donet lämnar sitt viloläge och förblir i detta läge tills lindningskopplaren fullbordat sin omkoppling.
- En hjälpkontakt som sluter strax innan själva lastkopplingen påbörjas och förblir slutet tills lastkopplaren fullbordat sin koppling. Den tid kontakten är slutet, skall så nära som möjligt, ansluta till den kritiska kopplingstiden.
- Lindningskopplarens lägesvisning på distans skall ske med mätomvandlare 4 20 mA.

4. Provning och kvalitet

Leverantören skall uppfylla kraven i kvalitetssäkringsnormen ISO 9001 eller likvärdig. Likaså skall leverantören kunna uppvisa en uttalad miljöpolicy vars grundkoncept överensstämmer med ISO 14001.

Användning av miljö- och hälsovådliga ämnen i transformator tillverkningen, skall minimeras. Kvicksilver får ej användas som exempelvis brytmedium i kontakter eller gasvakt.

Beställaren skall ha rätt att utföra kontroll och besiktning i de lokaler och på de platser där tillverkning av beställd enhet pågår. Besiktning skall kunna ske vid alla tidpunkter då arbete på beställd enhet pågår.

Provning ska om inget annat anges följa den omfattning och krav på provresultatet som fastställts i gällande standarder.

All kontroll utförs enligt IEC 60076.

Rutin-test enligt IEC60076 -1 punkt 11.1.2.1: samtliga

Rutin-test enligt IEC60076 -1 punkt 11.1.2.2: samtliga

Typ-test enligt IEC60076 -1 punkt 11.1.3: a, b och c

Special-test enligt IEC60076 -1 punkt 11.1.4: f

5. Dokumentation

Alla handlingar ska vara på svenska och ska överlämnas som papperskopior insatta i pärmar (2 omgångar) samt digitalt på digitalt media (enligt senare överenskommelse).

Handlingarna ska omfatta minst följande:

- Mått och transportritningar.
- Montageritningar.
- Kopplingsdiagram för transformatorns inre koppling.
- Krets och förbindningsschema för sekundärutrustningar.
- Drift och skötselinstruktioner.
- Reservdelslistor.
- Produktblad på olja.
- Kopia över märkplåtar.
- Protokoll över samtliga provningar.
- Instruktion för öppning av svetsat lock.

För granskning ska ovanstående handlingar översändas i PDF-format.

Ritningar skall levereras i redigerbart dwg-format och skall vara i Autocad-version enligt TS.

För övriga handlingar skall Microsofts program och PDF-format användas.

Samtliga handlingar skall vara i A4- eller A3-format.