

Rekommandation 28

10 – 400 kV olieisolerede Shuntreaktorer

2. udgave

Indhold:	Side:
1. Emne og anvendelsesområde	3
2. Definitioner	4
3. Standarder	5
4. Driftsforhold	8
4.1 Omgivelsestemperatur	8
4.2 Driftspændingens bølgeform	8
4.3 Tre-faset shuntreaktor	8
4.4 Installationsmiljø	8
4.5 EMC	8
4.6 Usædvanlige driftsforhold	9
5. Dimensionerende parametre	10
5.1 Mærkefrekvens	10
5.2 Mærkespænding	10
5.3 Mærkereaktans	10
5.4 Mærkeeffekt	10
5.5 Mærkestrøm	10
5.6 Linearitet	10
5.7 Gensidig reaktans	10
5.8 Nulreaktans	10
5.9 Isolationsniveau	10
5.10 Indkoblingsstrøm	11
5.11 Kobling mellem faseviklinger	11
5.12 Temperaturstigning	11
5.13 Regulering	12
5.14 Belastning af stjernepunkt	12
5.15 Lydeffektniveau	12
5.16 Kapitalisering af tab	12
6. Konstruktiv udførelse	13
6.1 Type	13
6.2 Kerne	13
6.3 Isolationsolie	13
6.4 Kobberdele neddyppet i isolationsolie	13
6.5 Kølemedie	13
6.6 Olietank mv.	14
6.7 Jordingsterminaler og -forbindelser	14
6.8 Tilslutningsforbindelser	14
6.9 Gennemføringer	14
6.10 Kabeltilslutningsbokse	15
6.11 GIS forbindelser	16
6.12 Viklingskobler	16
6.13 Shuntreaktor med kontinuerlig regulering	17
6.14 Korrosionsbeskyttelse	18
6.15 Mærkedataplade	18
7. Tilbehør	19
7.1 Køleudstyr	19
7.2 Olieekspansionsbeholder	19
7.3 Lufttørreapparat	19
7.4 Gasrelæ	20
7.5 Termometre og termometrelomme	20
7.6 Overvågningsudstyr	20
7.7 Ventiler	20
7.8 Konsol til spændingsafledere	20
7.9 Manøvre skab	20
7.10 Strømtransformere	21
7.11 Transportanordninger mv.	21
7.12 Forhold ved transport	21
8. Afprøvninger	22
8.1 Rutinetest	22
8.2 Specialtest	23
8.3 Typetest	24
9. Oplysninger ved udbud	25
10. Oplysninger ved tilbud	26

1. Emne og anvendelsesområde

Nærværende rekommandation giver anbefalinger vedrørende en række tekniske forhold, der skal overvejes i forbindelse med udbud af 10 – 400 kV olieisolerede shuntreaktorer. En shuntreaktor er en reaktor, som kobles parallelt med et elforsyningsystem med det formål at kompensere for den kapacitive strøm i systemet.

Rekommandationen omhandler ikke de betragtninger, som skal gøres, når shuntreaktorens mærkeeffekt og reguleringsområde samt den fysiske placering i nettet skal bestemmes.

De forskellige mulige indkøbsformer, som kan anvendes ved udbydelse i EU-licitationer, er ikke behandlet. Der henvises i stedet til EU's udbudsdirektiv (2004/17/EF).

Ved specifikation af en shuntreaktor i forbindelse med et udbud skal såvel konstruktion som de afprøvninger, der skal udføres, beskrives præcist. En shuntreaktor skal her leve op til kravene, som stilles i Stærkstrømsbekendtgørelsen og dermed de standarder udarbejdet i CENELEC regi og i nogle tilfælde IEC regi (hvor der ikke forefindes CENELEC standarder), som er relevante for shuntreaktorer og dens tilbehør.

På områder, hvor der ikke findes internationale standarder, kan udbyderen stille egne krav. Der kan desuden stilles tekniske krav til leverandøren i forbindelse med en eventuel prækvalifikation. Disse krav må ikke få karakter af tekniske handelshindringer.

Det er brugeren af nærværende rekommandations ansvar, at det er den gældende version plus evt. gældende tillæg af en standard, som bruges ved udarbejdelse af udbud. Oplysninger om gældende version og evt. tillæg kan findes hos Dansk Standard eller IEC og CENELEC.

Denne rekommandation findes i en dansk og en engelsk udgave. I tilfælde af afvigelser mellem de to versioner er det den danske version, som er gældende.

2. DEFINITIONER

Følgende definitioner for shuntreaktorer anvendes i rekommandationen.

- 2.1 Shuntreaktor** Reaktor som kobles mellem fase og jord, fase og neutral eller mellem faser i et elforsynings-system for at kompensere for den kapacitive strøm.
- 2.2 Lineær shuntreaktor** Shuntreaktor, hvis induktans er konstant inden for tolerancerne givet i nærværende rekommandation.
- 2.3 Regulerbar shuntreaktor** Shuntreaktor, hvor induktansen kan varieres ved at ændre viklingens vindingstal eller ved at variere luftgab i jernkernen.
- 2.4 Olieisoleret shuntreaktor** Shuntreaktor, hvor hovedvikling og det magnetiske kredsløb er nedsænket i olie.
- 2.5 Jernkerne med luftgab** Shuntreaktorkerne af ferromagnetiske materialer med et eller flere indbyggede luftgab.
- 2.6 Viklingskobler** Apparat, som bruges til at ændre vindingstallet på en vikling.
- Viklingskobleren kan være dimensioneret til at ændre vindingstallet mens viklingen er spændingssat eller mens denne er spændingsløs.

3. STANDARDER

Standarden for shuntreaktorer er DS/EN 60076-6 "Power transformers – Part 6: Reactors". Standarden er en del af 60076 serien, jf. tabel 1, som omfatter krafttransformere. Forhold som er fælles for transformere og reaktorer er beskrevet i de relevante dele af 60076 serien. En shuntreaktor skal som udgangspunkt være udført og testet efter gældende CENELEC og IEC standarder.

Note 1: En shuntreaktor kan betragtes, som en tomgående transformer

Tabel 1: Standarder for shuntreaktorer

Standard	Titel (dansk titel er brugt når denne eksisterer)
DS/EN 60076 – 1	Krafttransformere – Del 1: Generelt
DS/EN 60076 – 2	Krafttransformere – Del 2: Temperaturstigning
DS/EN 60076 – 3	Krafttransformere – Del 3: Isolationsniveau, dielektriske prøvninger og isolationsafstande i luft
DS/EN 60076 – 4	Krafttransformere – Del 4: Vejledning i lyn- og afbryderimpulsprøvning - Krafttransformere og reaktorer
DS/EN 60076 – 6	Krafttransformere – Del 6: Reaktorer
DS/EN 60076 – 10	Krafttransformere – Del 10: Bestemmelse af lydniveau

Af andre internationale standarder, som har relevans for shuntreaktorer, er:

Tabel 2: Standarder med relevans for shuntreaktorer

Standard	Titel (dansk titel er brugt når denne eksisterer)
DS/EN 60137	Isolerede gennemføringer for vekselspændinger over 1000 V
DS/EN 50180	Gennemføringer over 1 kV op til 36 kV og fra 250 A til 3150 A for væskefyldte transformere
DS/EN 50299	Oliefyldte anordninger til kabelforbindelser til højspændingstransformere og –reaktorer med U_m fra 72,5 kV til 550 kV
IEC/TR 61639	Direct connection between power transformers and gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72,5 kV and above
DS/EN 60214 – 1	Viklingskoblere – Del 1: Krav til ydeevne og prøvemethoder
DS/EN 60296	Væsker til elektroteknisk anvendelse – Nye isolerolier til transformere og koblingsudstyr
DS/EN 50464-2-1	Trefasede oliefyldte distributionstransformere 50 Hz, fra 50 kVA til 2500 kVA med højeste spænding for udstyr ikke over 36 kV – Del 2-1: Distributionstransformere med kabelkasser på højspændings- og/eller lavspændingssiden – Generelle krav.
DS/EN 50464-2-2	Trefasede oliefyldte distributionstransformere 50 Hz, fra 50 kVA til 2500 kVA med højeste spænding for udstyr ikke over 36 kV – Del 2-2: Distributionstransformere med kabelkasser på højspændings- og/eller lavspændingssiden – Kabelkasser type 1 til brug på distributionstransformere, som opfylder kravene i EN 50464-2-1.
DS/EN 50464-2-3	Trefasede oliefyldte distributionstransformere 50 Hz, fra 50 kVA til 2500 kVA med højeste spænding for udstyr ikke over 36 kV – Del 2-3: Distributionstransformere med kabelkasser på højspændings- og/eller lavspændingssiden – Kabelkasser type 2 til brug på distributionstransformere, som opfylder kravene i EN 50464-2-1.
DS/EN 50336	Gennemføringer for transformere og reaktorkabelbokse der ikke overstiger 36 kV

Standard	Titel (dansk titel er brugt når denne eksisterer)
DS/EN 62535	Isolerende væsker - Prøvningsmetode til påvisning af potentielt korroderende svovl i brugt og ubrugt isoleringsolie

Tilbehør til krafttransformere og reaktorer – herunder shuntreaktorer – er dækket af forskellige standarder for de specifikke typer af tilbehør. En vigtig serie af CENELEC standarder er EN 50216 serien "Tilbehør til krafttransformere og reaktorer", som dækker hovedparten af det mest almindelige tilbehør. I tabel 3 er givet en oversigt over dels serien, dels hvilken type tilbehør de enkelte dele dækker (fremgår af titlen).

Tabel 3: Standarder i serien EN 50216

Standard	Titel (dansk titel er brugt når denne eksisterer)
DS/EN 50216 – 1	Fittings til krafttransformere og reaktorer – Del 1: Generelt
DS/EN 50216 – 2	Fittings til krafttransformere og reaktorer – Del 2: Gas- og olieaktiveret relæ til væskefyldte transformere og reaktorer med ekspansionsbeholder
DS/EN 50216 – 3	Fittings til krafttransformere og reaktorer – Del 3: Beskyttende relæer til hermetisk forseglede væskefyldte transformere og reaktorer uden gasholdig pude
DS/EN 50216 – 4	Fittings til krafttransformere og reaktorer – Del 4: Basistilbehør (jordingsklemmer, udstyr til tørlægning og påfyldning, termometerlomme, hjulsamling)
DS/EN 50216 – 5	Fittings til krafttransformere og reaktorer – Del 5: Olieniveau, tryk og strømningsindikatorer, trykaflastningsanordninger og luftfugtere
DS/EN 50216 – 6	Fittings til krafttransformere og reaktorer – Del 6: Udstyr til køling - Udskiftelige radiatorer til oliefyldte transformere
DS/EN 50216 – 7	Fittings til krafttransformere og reaktorer – Del 7: Elektriske pumper til transformerolie
DS/EN 50216 – 8	Fittings til krafttransformere og reaktorer – Del 8: Butterfly-ventiler til isolerende væsker i kredsløb
DS/EN 50216 – 9	Fittings til krafttransformere og reaktorer – Del 9: Olie til vand varmevekslere
DS/EN 50216 – 10	Fittings til krafttransformere og reaktorer – Del 10: Olie til luft varmevekslere
DS/EN 50216 – 11	Fittings til krafttransformere og reaktorer – Del 11: Temperaturindikatorer for olie og vindinger

Ydermere er der nye dele på vej i serien. Forslag på nuværende tidspunkt (2009) er angivet i tabel 4. Opmærksomheden skal være rettet mod, at disse i mellemtiden kan være blevet vedtaget som europæisk standard, dvs. EN, og efterfølgende dansk standard, dvs. DS.

Tabel 4: Forslag til serien EN 50216 (2009)

Standard	Titel (dansk titel er brugt når denne eksisterer)
prEN 50216 – 12	Fittings til krafttransformere og reaktorer – Del 12: Ventilatorer

Ovenstående betragtes som de vigtigste standarder i forbindelse med shuntreaktorer, hvor referencer til andre relevante standarder kan findes i. Andre standarder kan være relevante.

Hovedparten af ovenstående standarder har en dansk titel og er dermed en dansk standard, som benævnes DS/EN. I disse tilfælde er der normalt kun tale om en dansk oversættelse af titlen. Selve dokumentet er derfor identisk med EN dokumentet.

Note 1: I tilfælde hvor der kun anvendes betegnelsen IEC, eksisterer der pt. ikke en EN version af standarden. Hovedparten af standarderne er en Europannorm baseret på en IEC standard – disse er normalt nummeret 6xxxx. Er der tale om en Europannorm, som ikke er baseret på en IEC standard, er dokumentet normalt nummeret 5xxxx. Brugeren af standarden skal være opmærksom på, at der i EN versionen kan være ændringer eller tilføjelser til IEC versionen. Det bør derfor altid være EN versionen (dvs. DS/EN),

som anvendes i tilfældet, hvor begge eksisterer.

Vedrørende korrosionsbeskyttelse og de standarder, som er gældende herfor, henvises Dansk Standard, CEN og ISO.

Note 2: DEFU er pt. (2010) i gang med at udarbejde en rapport RA 552 omhandlende korrosionsbeskyttelse af elforsyningsmateriel.

4. DRIFTSFORHOLD

Når en ny shuntreaktor anskaffes, skal de driftsforhold, som shuntreaktoren skal virke under, specificeres ved udbud. Driftsforholdene kan få afgørende betydning for shuntreaktorens design og konstruktion.

For olieisolerede shuntreaktorer er generelle driftsforhold specificeret i DS/EN 60076 – 1.

4.1 Omgivelsestemperatur

Shuntreaktoren skal være beregnet for installation ved omgivelsestemperaturer i intervallet:

$$-25\text{ °C} \dots +40\text{ °C}$$

Der gælder yderligere, at den månedlige gennemsnitstemperatur ikke må overstige 30 °C, og at den årlige gennemsnitstemperatur ikke må overstige 20 °C.

Note 1: Er omgivelsestemperaturen over 40 °C, kan dette påvirke shuntreaktorens pålidelighed og levetid, hvis der ikke gøres foranstaltninger til f.eks. at begrænse effekten fra den højere omgivelsestemperatur.

Note 2: Temperaturkravene skal normalt også være opfyldt under transport og oplagring.

4.2 Driftsspændingens bølgeform

Shuntreaktoren er beregnet for en driftsspænding, som følger en tilnærmelsesvis sinuskurve.

En bølgeform kan antages at være sinusformet, hvis der gælder, at den totale harmoniske faktor ikke overstiger 5%, og den lige harmoniske faktor ikke overstiger 1%. Den harmoniske faktor bestemmes ud fra følgende udtryk:

$$H[\%] = 100 \cdot \left[\sum_{h=2}^{h=H} \left(\frac{U_h}{U_1} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

hvor

U_1	50 Hz spændingen
U_h	Den h'te harmoniske strøm

Note 1: Et stort harmonisk indhold i belastningsstrømmen medfører øget tab på grund af ekstra hvirvelstrømstab i viklingen, olietanken, jernkernen og andre metalliske dele samt øget I^2R -tab. Dette kan betyde, at der skal gøres foranstaltninger til enten at mindske det harmoniske indhold i strømmen eller til at sikre, at shuntreaktorens design tager højde for de øgede tab på grund af harmoniske strømme.

4.3 Tre-faset shuntreaktor

Belastningen på de tre faser skal være tilnærmelsesvis symmetrisk.

4.4 Installationsmiljø

Ved udbud skal det omgivende miljø, som shuntreaktoren skal installeres under, beskrives. F.eks. skal det oplyses, om shuntreaktoren skal installeres inden- eller udendørs, forureningsgraden, korrosionskategorien, jf. DEFU rekommandation 29, m.v..

Note 2: DEFU Rekommandation 29 er under udarbejdelse (2009). I tilfælde af at rekommandation 29 ikke er udgivet på denne rekommandations anvendelsestidspunkt henvises til Dansk Standard, CEN og ISO, hvor referencer til relevante nationale, europæiske og internationale standarder, som omhandler korrosionsbeskyttelse, kan findes.

Det kan med rimelighed antages, at en olieisoleret shuntreaktors interne dielektriske egenskaber – dvs. olie/papir isolationen – er upåvirket af forurening, fugtighed, m.m. i den omgivne luft, da olietanken skærmer den interne elektriske isolation herimod. Kun shuntreaktorens eksterne isolation i forbindelse med f.eks. gennemføringer og tilslutninger er derfor påvirket af omgivelsesmiljøet.

Kræves der specielle betragtninger vedrørende gennemføringerens omgivelsesmiljø på grund af f.eks. kraftig forurening, skal disse gøres jf. DS/EN 60137 og IEC/TR 60815 – se paragraf 6.10.

4.5 EMC

Shuntreaktor og dens tilbehør skal opfylde EMC direktivet (2004/108/EF).

Opmærksomheden skal rettes på, at for faste installationer skal der også forelægge dokumentation for, at installationen opfylder EMC direktivet – dvs. når shuntreaktoren og dens tilbehør er installeret, skal det dokumenteres, at installationen også opfylder EMC direktivet.

4.6 Usædvanlige driftsforhold I tilfælde af usædvanlige driftsforhold, f.eks. ekstrem lav eller høj temperatur, højt harmonisk indhold i spændingen, kraftig forurening, højt saltindhold i luft osv., skal disse forhold specificeres ved udbud.

5. DIMENSIONERENDE PARAMETRE

Dimensionerende parametre for en shuntreaktor skal referere til kontinuert drift, hvor driftsbetingelserne beskrevet i afsnit 4 er opfyldt.

- 5.1 Mærkefrekvens** Mærkefrekvensen er 50 Hz.
- 5.2 Mærkespænding** Mærkespændingen, U_r , danner basis for shuntreaktorens egenskaber og er den spænding, som fabrikanten garanterer shuntreaktoren ud fra.
- Mærkespændingen er den spænding, som shuntreaktorens mærkeeffekt refererer til. Køberen skal specificere mærkespændingen ved udbud.
- 5.3 Mærkereaktans** Shuntreaktorens reaktans, X_r , i Ohm pr. fase ved mærkespænding og –frekvens.
- For en regulerbar shuntreaktor er det reaktansen ved minimum induktans, mærkespænding og –frekvens. For en trinvis regulerbar shuntreaktor svarer det til trinindstillingen, hvor der er færrest vindinger indkoblet. For en shuntreaktor med regulerbar luftgab i jernkernen, svarer det til indstillingen, hvor luftgabet er størst.
- 5.4 Mærkeeffekt** Optag af reaktiv effekt, Q_r , ved mærkespænding og –frekvens.
- For en regulerbar shuntreaktor er det optag af reaktiv effekt ved mærkereaktans, mærkespænding og –frekvens.
- 5.5 Mærkestrøm** Strømmen ved mærkespænding, –reaktans og –frekvens.
- 5.6 Linearitet** Medmindre andet specificeres ved udbud skal en shuntreaktor være lineær (konstant reaktans) op til og med 1,3 gange højeste spænding for udstyr, $1,3 U_m$, jf. paragraf 5.9.1.
- For en regulerbar shuntreaktor skal lineariteten været opfyldt for hver enkelt induktansindstilling op til og med $1,3 U_m$.
- 5.7 Gensidig reaktans** Forholdet mellem induceret spænding over en åben fase og strømmen i en spændingssat fase.
- For en regulerbar shuntreaktor er det den gensidige reaktans ved mærkereaktans, -spænding og -frekvens.
- 5.8 Nulreaktans** Reaktansen, X_0 , pr. fase for en 3-faset stjernekoblet shuntreaktor ved mærkefrekvensen og –spændingen, som er lig tre gange reaktansen målt mellem linieterminalerne koblet sammen og nulpunktsterminalen.
- For en regulerbar shuntreaktor er det nulreaktans ved mærkereaktans, -spænding og -frekvens.
- 5.9 Isolationsniveau** Isolationsniveauet for en shuntreaktor karakteriserer shuntreaktorens dielektriske egenskaber. Niveauet specificeres i henhold til DS/EN 60076 – 3 ud fra nedenstående spændinger.
- 5.9.1 Højeste spænding for udstyr, U_m**
Den højeste fase – fase spænding (r.m.s.) en shuntreaktor er designet til.
- Højeste spænding for udstyr, U_m , kan være lig shuntreaktorens mærkespænding eller større og vælges normalt ud fra de i DS/EN standardiserede værdier, jf. afsnit 5.9.5.
- 5.9.2 Mærkekorttids AC holdespænding**
Testspænding, som anvendes i forbindelse med den inducerede AC spændingstest og separate AC spændingstest.
- 5.9.3 Mærkelynimpulsspænding**
Testspænding, som anvendes i forbindelse med lynimpulstest.
- 5.9.4 Mærkekoblingsimpulsspænding**
Testspænding som anvendes ved en koblingsimpulstest. Specificeres normalt kun for shuntreaktorer, som skal anvendes ved nominel netspænding på 400 kV (i Danmark).
- 5.9.5 Isolationsniveau**
I tabel 5 er standardiseret isolationsniveauer baseret på europæisk praksis i DS/EN 60076 –

3 vist.

Tabel 5: Standardiseret isolationsniveau for shuntreaktorer jf. IEC og CENELEC

Nominal netspænding [kV] (r.m.s.)	Højeste spænding for udstyr [kV] (r.m.s)	Mærkekorttids AC holdspænding [kV] (r.m.s.)	Mærkelynimpulsspænding, 1,2/50 µs [kV]	Mærkekoblingsimpulsspænding (fase – jord) [kV]
10	12	28	75	-
15	17,5	38	95	-
20	24	50	125	-
30	36	70	170	-
50 – 60 kV	72,5	140	325	-
132	145	275	650	-
150	170	325	750	-
400	420	570	1425	1050

5.9.6 Isolationsniveau for nulpunkt (hvis dette er tilgængelig)

5.9.6.1 Spændinger op til og med 72,5 kV

Nulpunktets isolationsniveau vælges lig isolationsniveau for shuntreaktoren, jf. tabel 5.

5.9.6.2 Spændinger over 72,5 kV

Er shuntreaktorens nulpunkt altid direkte jordet, skal nulpunktet som minimum have et isolationsniveau svarende til en mærkekorttids AC holdspænding på 50 kV, jf. tabel 5.

Kan shuntreaktorens nulpunkt svæve i forhold til jord, skal nulpunktets isolationsniveau vælges lig isolationsniveau for shuntreaktoren, jf. tabel 5.

5.10 Indkoblingsstrøm

Køber skal ved udbud specificere, at fabrikant skal dokumentere niveauet for indkoblingsstrømmen.

Medmindre andet aftales skal beregningen af indkoblingsstrømmen, jf. DS/EN 60076 – 6, baseres på mærkespændingen, -reaktansen, -frekvensen, maksimal kortslutningseffekt i nettet og "worst case" fasevinkel ved indkobling.

5.11 Kobling mellem faseviklinger

Koblingen – stjerne- eller deltakoblet – mellem faseviklinger specificeres ved udbud. Skal nulpunkt være tilgængeligt, skal viklingerne være stjernekoblet.

5.12 Temperaturstigning

5.12.1 Under almindelige driftsforhold, herunder kontinuert drift ved højeste spænding for udstyr, U_m , jf. afsnit 5.9.1, gælder følgende grænser for temperaturstigningen i shuntreaktoren i henhold til DS/EN 60076 – 2:

Topolie temperaturstigning	60 K
Gennemsnitlig temperaturstigning for vikling	65 K

Såfremt temperaturen af det eksterne kølemedie (normalt luft) overstiger 40 °C, jf. afsnit 4.1, skal grænser for temperaturstigningen reduceres tilsvarende.

Forceret køling i form af oliepumpe eller ventilatorer (OFAF eller ONAF, jf. afsnit 6.5.) kan under givne installationsforhold være nødvendig for at mindske temperaturstigningen i shuntreaktoren. Skal en shuntreaktor installeres under forhold, hvor restriktioner i dennes køling er til stede, skal dette oplyses ved udbud.

5.12.2 Grænseværdier for temperaturstigning af kerne, olietank, m.m. er ikke specificeret. Disse må dog ikke kunne opnå en temperatur ved kontinuert drift, hvor de beskadiger shuntreaktoren, påvirker dennes pålidelighed eller nedsætter dennes dimensionerende levetid.

- 5.13 Regulering** Ønsket reguleringsmetode, -område og interval for reguleringstrin (ved trinvis regulering) specificeres ved udbud.
- Reguleringsmetoderne kan være trinvisregulering, hvor der anvendes en viklingskobler til at ændre shuntreaktorviklingens vindingstal, eller kontinuert regulering, hvor størrelsen af jernkernens luftspalte varieres. I afsnit 6.13 og 6.14 er krav til de to reguleringsmetoder angivet.
- Valg af reguleringstrin ved trinvis regulering er til dels bestemt af viklingskobleren og dennes mærkedata og bør derfor endelig fastlægges i samråd med producent. Om regulering under drift ønskes, angives ligeledes ved udbud.
- 5.14 Belastning af stjernepunkt** For en 3-faset shuntreaktor eller tre 1-fasede shuntreaktorer i et 3-faset shuntreaktorbatteri, hvor de tre faseviklinger er stjernekoblet, skal nulpunktet vedvarende kunne belastes med shuntreaktorens mærkestrøm.
- 5.15 Lydeffektniveau** Ved udbud specificeres et maksimalt tilladeligt lydeffektniveau for shuntreaktoren.
- Er shuntreaktorens køling udført med forceret cirkulation af internt og/eller eksternt kølemedie, jf. afsnit 6.6, skal det i udbudsmaterialet specificeres, at tillægget til lydeffektniveau fra f.eks. en ventilator eller pumpe opgives i dB.
- Det samlede bidrag af shuntreaktorens lydeffektniveau og lydeffektniveauet fra den påtvungne cirkulation af kølemedie må ikke overstige den i udbudsmaterialet specificeret maksimal værdi for lydeffektniveauet. I så fald bør køber forbeholde sig ret til at kassere shuntreaktoren.
- 5.16 Kapitalisering af tab** Ved udbud angives en kapitaliseringsfaktor, K_b , som bruges til at kapitalisere tabene i shuntreaktoren.
- Er der tale om en trinvis regulerbar shuntreaktor lægges tabene i de to ydre stillinger og midterstillingen til grund for beregning af kapitaliseringsfaktoren. Er der tale om en kontinuerlig regulerbar shuntreaktor lægges tabene i de to ydre stillinger (maks. og min. optag af reaktiv effekt) og midterposition til grund for beregning af kapitaliseringsfaktoren. Køber skal ved udbud angive, hvordan tabene i de tre reguleringsindstillinger vægtes ved beregningen.
- Kapitaliseringsfaktoren for tabene (K_b), som oplyses i udbuddet, skal lægges til grund for tilbuddet. Afviger tabene mere end +10 %, jf. DS/EN 60076-6, fra det i tilbuddet garanterede tab, bør køber forbeholde sig ret til at kassere shuntreaktoren.
- Overstiger tabene den garanterede værdi, skal der foretages fradrag i købesummen svarende til overskridelsen. Ved beregning af fradraget skal kapitaliseringsfaktoren ved udbud anvendes. Såfremt det aftales mellem fabrikant og køber, kan der foretages modregning for tab, der er lavere end de oplyste værdier ved tilbud.
- Ved kapitaliseringen af køleudrustningens effektbehov anvendes kapitaliseringsfaktoren K_b ligeledes, hvor køleudrustningens effektforbrug betragtes som tab.

6. KONSTRUKTIV UDFØRELSE

I dette afsnit beskrives forhold vedrørende shuntreaktorens konstruktive udførelse.

6.1 Type

Shuntreaktoren kan være en 3-faset eller tre 1-fasede shuntreaktorer i et 3-faset system. 3-fasede shuntreaktorer kan yderligere opdeles i shuntreaktorer med tre eller fem ben. Ved den fem benet shuntreaktor er de magnetiske kredsløb for de tre reaktorviklinger indbyrdes uafhængige.

I udbudsmateriale kan det specificeres om der skal være tale om tre 1-fasede eller en 3-faset shuntreaktor. 1-fasede shuntreaktorer gør det billigere at have en shuntreaktor stående som reserve i tilfælde af en fejl. Evt. restriktioner vedr. transport kan ligeledes have betydning for, om det er den ene eller anden type, som vælges. Valget kan derfor tages i samråd med producent på baggrund af oplysninger i udbudsmaterialet, hvor der tages hensyn til installations tilgængelighed samt pladsen til rådighed for denne.

6.2 Kerne

Kernen skal være en jernkerne med en eller flere luftspalter.

Jernkernen med luftspalter skal være udført på en sådan måde, at den kan modstå de mekaniske påvirkninger under almindelig drift og fejlsituationer i nettet.

6.3 Isolationsolie

Med mindre andet specificeres ved udbud skal isolationsolien være mineralolie, som opfylder kravene i DS/EN 60296 til transformeroilie (jf. tabel 2 i IEC 60296) med følgende tilføjelser:

– Overfladespænding	> 40 mN/m ved 20 °C
– Antioxidant additiver	Min. 0,08 % Max. 0,4 %

For at minimere risikoen for dannelsen af kobbersulfider i olien skal olien testes 'ikke korrosiv'. Testen skal udføres og resultatet dokumenteres jf. DS/EN 62535.

6.4 Kobberdele neddyppet i isolationsolie

Kobberdele neddyppet i isolationsolie skal være lakeret.

6.5 Kølemedie

I olieisolerede shuntreaktorer udgør isolationsolien (benævnes O) også kølemediet, som både kan optage varme fra reaktorviklingen og bortlede denne ved cirkulation af olien. Når olien vekselvirker med olietanken afgives noget af varmen indeholdt i olien til tanken, som igen afgiver varme til den omgivne luft (benævnes A), som også cirkulerer hen over tankens overflade. Oliens cirkulation i tanken kan være forårsaget af naturlige årsager (benævnes N) på grund af temperaturforskellen mellem top- og bundolien eller den kan være forceret (benævnes F). Ligeledes kan luftcirkulationen omkring olietanken være forårsaget af naturlige årsager (N) eller forceret (F). Ud over luft, som eksternt kølemedie, kan der også være tale om vand (benævnes W), som ledes forbi tanken i en varmeveksler.

Vælges forceret luftkøling (f.eks. ONAF), skal den være temperaturstyret.

Om den ene eller anden form for køling af shuntreaktoren skal vælges, afhænger af de forhold hvorunder shuntreaktoren skal installeres samt shuntreaktorens ønskede mærkeeffekt. Det kan i udbuddet vælges at lade producenten foreslå en løsning, som lever op til specifikationerne i udbuddet. En økonomisk sammenligning af løsningsforslag kan efterfølgende foretages ved at kapitalisere tabene i shuntreaktoren og energien brugt til køling, jf. afsnit 5.17. Herved udelukkes ikke mulige løsninger ved udbud.

Forudsætter shuntreaktorens mærkeeffekt påtvungen køling (f.eks. ONAF eller OFAF) for at grænseværdierne for temperaturstigningen i shuntreaktoren ikke overskrides, skal dette fremgå af dennes mærkedataplade. I tilfælde af en regulerbar shuntreaktor, skal det ligeledes fremgå ved hvilke reguleringsindstillinger, hvor køling ved naturlig luft- og olie-cirkulation (ONAN) er tilstrækkelig uden, at grænserne for temperaturstigning i shuntreaktoren overskrides, jf. afsnit 5.13.

6.6 Olietank mv.

Olietanken, lastkoblerbeholderen, radiatorer, pakninger, ventiler, ekspansionsbeholder mv. skal være dimensioneret, så de uden blivende deformation kan tåle et indvendigt overtryk svarende til 100 kPa, samt tåle fuldt vakuum (100 Pa) uden blivende deformation. Shuntreaktoren skal efterfølgende være olietæt ved topolietemperaturer, som kan forekomme under drift.

Olietanken kan udføres med en eller flere trykaflastningsanordninger udført og testet i henhold til DS/EN 50216-5, hvor der er gjort tiltag til at beskytte omgivelserne mod oliesprøjt. Trykaflastningsanordninger skal kunne fjernovervåges og give en alarm i tilfælde af de aktiveres. Det skal ligeledes på stedet være muligt visuelt - fra betjeningshøjde uden fare for driftspersonel via en mekanisk indikator - at konstatere om en trykaflastningsanordninger har været aktiveret.

Olietanken skal være udstyret med en ventil for aftapning af topolien. Ventilen skal føres ned, så det er muligt at udtage olieprøver uden fare for personel, mens shuntreaktoren er i drift.

Olietanken skal være forberedt for påsætning af stige og gelænder på toppen. Ydermere skal olietanken og evt. tilbehør være udført på en sådan måde, at gældende danske regler ved arbejdet på reaktoren kan overholdes.

6.7 Jordingsterminaler og – forbindelser

Olietanken udstyres med to jordingsterminaler for tilslutning af beskyttelsesledere. Medmindre andet aftales med fabrikant skal disse placeres fornedet ved to diagonalt modstående hjørner. Alle ikke-spændingsførende ledende dele – herunder tilbehør, jf. afsnit 7 – skal være udligningsforbundet og have forbindelse til jordingsterminalerne.

Jordingsterminalerne skal være udført for den maksimale jordslutningsstrøm i nettet. Køber skal ved udbud oplyse den dimensionerende jordslutningsstrøm.

6.8 Tilslutningsforbindelser

Ved udbud specificeres, hvordan tilslutningerne til shuntreaktoren skal udføres. Følgende mulige tilslutninger behandles i nærværende rekommandation:

- Gennemføringer (paragraf 6.10)
- Kabeltilslutningsboks (paragraf 6.11)
- GIS forbindelser (paragraf 6.12)

6.9 Gennemføringer

6.9.1 Generelt

Gennemføringerne skal være udført i henhold til DS/EN 60137.

Gennemføringernes mærkestrøm vælges ud fra strømmen ved shuntreaktorens højeste spænding for udstyr, mærkereaktans og –frekvens og må ikke være mindre end denne.

Note: Specificeres gennemføringernes mærkestrøm ud fra de i DS/EN 60137 standardiseret mærkestrømme, skal mærkestrømmen tættest på og større end reaktor strømmen ved shuntreaktorens højeste spænding for udstyr, mærkereaktans og –frekvens, som minimum specificeres.

Det skal ved udbud specificeres om gennemføringerne skal være udført i keramiske materialer (porcelæn), i et polymer eller komposit materiale. Specielle ønsker vedrørende elektrisk isolation – dvs. olieisolerede gennemføringer, gasisolerede gennemføringer eller andet jf. DS/EN 60137 – oplyses ved udbud.

Gennemføringernes højeste spænding for udstyr, U_m , vælges lig shuntreaktorens højeste spænding for udstyr jf. afsnit 5.10. Isolationsniveauet vælges i henhold til DS/EN 60137 på baggrund af højeste spænding for udstyr.

Minimum afstanden mellem gennemføringernes spændingsførende dele i luft og mellem gennemføringer og jordede dele specificeres ved udbud. Minimumsafstande mellem spændingsførende dele og spændingsførende dele og jordede dele nævnt i Stærkstrømbekendtgørelsen afsnit 2 skal som minimum være opfyldt.

Note: Opmærksomheden skal her rettes på, at minimums afstande listet i DS/EN 60076-3 afviger ved nogle spændingsniveauer fra værdierne listet i Stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 2.

Minimumskrybelængden for isolatorerne skal specificeres ved udbud. Ved fastlæggelsen af minimumskrybelængden skal parametre såsom gennemføringens middeldiameter og det miljø, som shuntreaktoren skal installeres under, tages i betragtning. Minimumskrybelængden skal som udgangspunkt fastlægges ud fra anbefalingerne i IEC/TS 60815. IEC/TS 60815 består pt. af 3 dele. Del 1 indeholder definitioner, information og generelle principper. Del 2 omhandler specifikt keramiske- og glasisolatorer. Del 3 omhandler polymer isolatorer.

Ønskede tilslutningsterminaler specificeres ved udbud. Ønskes specielle dimensioner for tilslutningsbolte og –møtrikker skal dette specificeres ved udbud. Dimensioner bør følge anbefalinger i internationale standarder i det omfang sådanne eksisterer. Tilslutningstappe eller -flanger, -bolte og -møtrikker mv. på gennemføringer skal være af kuprodukt eller et materiale med tilsvarende elektriske og mekaniske egenskaber og skal være overfladebehandlet, så de er beskyttet mod korrosion.

Gennemføringerne skal udføres med et testudtag til udførelse af PD test (partielle udladninger), jf. DS/EN 60137. Testudtaget er som udgangspunkt kun et standard designkrav for gennemføringer med højeste spænding for udstyr større end eller lig 72,5 kV. Ønskes en sådan tap ved højeste spænding for udstyr mindre end 72,5 kV er det derfor vigtigt at specificere dette ved udbud.

Gennemføringerne skal kunne inspiceres og udskiftes, uden at olietankens låg skal løftes. Viklingernes tilslutning til isolatorerne indvendigt i shuntreaktoren skal være sikret mod løsgående møtrikker.

Gennemføringerne skal være mærket, så det fremgår, hvilke faser de tilhører. Mærkningerne skal være vej- og oliebestandige.

6.9.2 Højeste spænding for udstyr mindre end 72,5 kV

For højeste spænding for udstyr mindre end eller lig 36 kV eksisterer der en Europa norm – EN 50180 – hvis formål er at sikre ensartede dimensioner for gennemføringer og dermed større fleksibilitet. DS/EN 50180 er ikke en erstatning for DS/EN 60137, og gennemføringer i henhold til EN 50180 skal også være i overensstemmelse med DS/EN 60137.

DS/EN 50180 dækker også *plug-in* gennemføringer.

6.10 Kabeltilslutningsboks

6.10.1 Højeste spænding for udstyr mindre end eller lig 36 kV

Kabeltilslutningsboks skal være udført og testet i henhold til EN 50464-2-1 og EN 50464-2-2 eller EN 50464-2-3. De tre nævnte standarder gælder for olieisolerede distributionstransformere med en højeste spænding for udstyr op til og med en højeste spænding for udstyr på 36 kV og en mærkeeffekt, som ikke overskrider 2500 kVA. De tre nævnte standarder gælder altså ikke specifikt for shuntreaktorer. Opmærksomheden skal rettes mod situationer, hvor shuntreaktorens mærkestrøm overstiger de tre nævnte standarders interval for mærkestrømme. Gennemføringerne, som anvendes i forbindelse med kabeltilslutningsboksen skal være udført og testet i henhold til DS/EN 50336.

Kabeltilslutningens mærkestrøm vælges ud fra strømmen i shuntreaktoren ved dennes højeste spænding for udstyr, mærkereaktans og –frekvens.

Kabeltilslutningsboksens isolationsniveau skal vælges lig shuntreaktorens isolationsniveau, jf. paragraf 5.9.

Kabeltilslutningsboksen skal være udført for tilslutning af 1-fasede kabler eller et 3-faset kabel. Type og dimensioner af kabel, som skal tilsluttes shuntreaktoren skal oplyses ved udbud.

I videst mulig omfang skal der gøres tiltag for at forhindre jordfejl i kabeltilslutningsboksen i at udvikle sig til en kortslutning (2-faset eller 3-faset).

Alle 'ikke spændingsførende elektrisk ledende dele' af kabeltilslutningsboksen skal jordes via passende udligningsforbindelser til shuntreaktorens jordingsterminaler.

Kabeltilslutningsboksen skal være korrosionsbeskyttet mod det omgivende miljø, som shuntreaktoren skal installeres i, jf. paragraf 6.14.

Placering af kabeltilslutningsbokse, hvis præferencer haves, oplyses ved udbud.

6.10.2 Højeste spænding for udstyr lig 72,5 kV eller højere

Kabeltilslutningsbokse skal være udført for tilslutning af 1-fasede kabler til shuntreaktoren, og den skal være udført og testet i henhold til EN 50299. Type og dimension af kabel, der skal tilsluttes shuntreaktoren, skal oplyses ved udbud.

Mærkestrømmen vælges ud fra strømmen i shuntreaktoren ved dennes højeste spænding for udstyr, mærkereaktans og –frekvens.

Kabeltilslutningsboksens isolationsniveau skal vælges lig shuntreaktorens isolationsniveau, jf. paragraf 5.9.

I videst muligt omfang skal der gøres tiltag for at forhindre jordfejl i kabelforbindningsboksen i at udvikle sig til en kortslutning (2-faset eller 3-faset).

Kabelforbindningsboksen skal være olietæt og vakuumfast i samme grad som shuntreaktorens olietank jf. paragraf 6.7. Mekanisk skal kabelforbindningsboksen og kabelforbindningerne generelt opfylde kravene i DS/EN 50299.

Isolationsolie i kabelforbindningsboksen skal opfylde de samme krav som isolationsolien i shuntreaktoren, jf. paragraf 6.4. Ved udbud skal det specificeres, om olien i kabelforbindningsboksen og olien i shuntreaktorens olietank må være i et fælles oliesystem eller om der skal være tale om to adskilte oliesystemer.

Alle 'ikke spændingsførende elektrisk ledende dele' af kabelforbindningsboksen skal jordes via passende udligningsforbindelser til shuntreaktorens jordingsterminaler.

Kabelforbindningsboksen skal være korrosionsbeskyttet mod det omgivende miljø, som shuntreaktoren skal installeres i, jf. paragraf 6.14.

Ønsket placering af kabelforbindningsboks specificeres ved udbud.

6.11 GIS forbindelser

For shuntreaktorer med højeste spænding for udstyr større end eller lig 72,5 kV kan shuntreaktoren tilsluttes et GIS anlæg direkte (GIS: *Gas insulated switchgear*).

Direkte GIS tilslutning til shuntreaktoren skal være udført og testet i henhold til IEC/TR 61639. Gennemføringen gennem shuntreaktorens olietank skal ydermere være udført og testet i henhold til DS/EN 60137.

Tilslutningen skal være 1-faset. I videst muligt omfang skal der gøres tiltag for at forhindre jordfejl i kabelforbindningsboksen i at udvikle sig til en kortslutning (2-faset eller 3-faset).

Isolationsniveauet for GIS tilslutningen vælges ud fra IEC/TR 61639 og shuntreaktorens højeste spænding for udstyr. Isolationsniveau for gennemføringer gennem shuntreaktorens olietank vælges jf. paragraf 6.10.

GIS tilslutningens mærkestrøm vælges ud fra strømmen i shuntreaktoren ved dennes højeste spænding for udstyr, mærkereaktans og –frekvens.

Den mekaniske udførelse af GIS tilslutningen skal generelt udføres ud fra de retningslinier, som opstilles i IEC/TR 61639. Det skal dog fremhæves, at GIS tilslutningen skal kunne modstå vibrationer forårsaget af shuntreaktoren under almindelig drift. Det skal ligeledes sikres, at GIS anlægget, som shuntreaktoren tilsluttes, kan modstå de vibrationer, som overføres gennem den direkte GIS tilslutning.

Det kan specificeres, at shuntreaktorens jordede dele skal være isoleret fra GIS anlæggets jordede dele, hvis dette er påkrævet for korrekt funktion af evt. relæbeskyttelse m.m. I så fald skal isolationen herimellem som minimum i henhold til IEC/TR 61639 kunne klare en testspænding på 5 kV mellem shuntreaktorens jordede dele og GIS anlæggets jordede dele. Det kan ved udbud oplyses, hvor isolationen mellem shuntreaktortanken og GIS anlæggets metalindkapsling skal være placeret, hvis der er specielle ønsker vedrørende dette.

GIS tilslutningens metalindkapsling skal være korrosionsbeskyttet mod det miljø, som shuntreaktoren skal installeres i jf. paragraf 6.14.

6.12 Viklingskobler (gælder for shuntreaktorer med trinvis regulering)

Følgende afsnit er gældende for shuntreaktorer, hvor reguleringen foregår trinvis ved at variere vindingstallet på reaktorviklingen.

6.12.1 Viklingskobleren skal være konstrueret for regulering under drift og udført efter DS/EN 60214 – 1. De krav, der stilles til reguleringsområde, reguleringstrin og mærkestrøm fremgår af paragraf 5.13. Generelt skal viklingskoblerens belastningsevne være tilpasset shuntreaktorens.

Kontakterne skal være let tilgængelige for eftersyn og udskiftning, og lastkobleren skal kunne udskiftes på opstillingsstedet.

6.12.2 I tilfælde af, at olie vælges som brydemedie for lastkobleren, skal denne være adskilt fra olien i shuntreaktorens olietank og ekspansionsbeholder.

Vakuumbrydemedie kan også være brydemedie for lastkobleren.

6.12.3 Styre- og manøverspænding til viklingskoblermotor, alarmmålinger mv. specificeres

ved udbud. En sikkerhedsafbryder skal monteres i hovedstrømskredsen til viklingskoblermotoren. Krav til hjælpeanlæg og styresystemer i Stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 2 skal generelt være opfyldt. I det omfang komponenter er dækket af lavspændingsdirektivet (2006/95/EF), skal disse opfylde dette.

Viklingskobleren skal have tvungen fuldførelse af et indledt trinskift. Viklingskobleren må ikke kunne blive stående mellem to trin på grund af bortfald af styrespændingen, og viklingskobleren skal være fuldt funktionsdygtig, når styrespændingen vender tilbage.

I forhold til spændingsførende dele, isolatorer mv. skal viklingskoblerdrevet være placeret således, at den er let tilgængelig uden fare for personel for inspektion og vedligeholdelse.

6.12.4 Viklingskobleren skal være udført for mekanisk og elektrisk lokalbetjening samt for elektrisk fjernbetjening. Ved mekanisk betjening skal den elektriske betjening være blokeret. Viklingskobleren skal kunne betjenes fra jorden.

Den elektriske betjening skal være udformet således, at viklingskobleren kun foretager én omkobling for hver styreimpuls uanset dennes varighed.

Viklingskobleren skal ved hjælp af en mekanisk og elektrisk spærring være forhindret i at køre ud over yderstillingerne. Der skal forefindes to frie kontakter, som er sluttet, mens viklingskobleren kører.

6.12.5 Trinindstilling skal mekanisk overføres til en indikator, der viser trinstillingen. Til indikering anvendes tallene 1, 2, 3 osv., hvor tallet 1 angiver trinnet svarende til shuntreaktorens mindste optag af reaktiv effekt.

Antallet af trinskift skal kunne aflæses på et mekanisk tællerværk med seks cifre. Stillingsindikatoren og tællerværket skal uden fare for personel kunne aflæses fra jorden. Der skal være mulighed for elektrisk fjernaflæsning af viklingskoblerens trinindstilling.

6.12.6 Viklingskobleren skal udstyres med en læselig mærkedataplade placeret i en synlig position. Mærkedatapladen skal være udført i et vejrbestandigt materiale. Det kan specificeres ved udbud, at et eksemplar af viklingskoblerens mærkedataplade placeres ved siden af shuntreaktorens mærkedataplade.

6.12.7 Viklingskobleren skal være af typen IEC klasse II og have samme isolationsniveau, som shuntreaktoren.

For mærkespændinger over 72,5 kV, hvor shuntreaktoren kan være udført med reduceret isolationsniveau i stjernepunktet, kan der anvendes en viklingskobler af typen IEC klasse I, såfremt viklingskobleren installeres i forbindelse med shuntreaktorens stjernepunkt.

6.12.8 Viklingskobleren skal afprøves i henhold til test specificeret i DS/EN 60214 – 1. Testene af lastkobleren skal simulere de mest ugunstige brydeforhold.

6.13 Shuntreaktor med kontinuerlig regulering

Følgende afsnit gælder for shuntreaktorer, hvor reguleringen af shuntreaktorens optag af reaktiv effekt foregår ved at variere luftspalten i shuntreaktorens jernkerne.

Reguleringen skal være udført for lokal elektrisk og mekanisk betjening samt elektrisk fjernbetjening. Ved mekanisk betjening skal den elektriske betjening være blokeret.

Shuntreaktorens optag af reaktiv effekt skal fremgå af en indikator, der er koblet til jernkernen. Modsat trinvis regulerbare shuntreaktorer har en kontinuerlig regulerbar shuntreaktor i princippet uendelig mange indstillingsmuligheder. Køber bør derfor specificere ved udbud, at fabrikant skal medlevere en kalibreringskurve, som viser sammenhæng mellem jernkernes position og optag af reaktiv effekt. Antal af ønskede kalibreringspunkter på kurven specificeres ved udbud og/eller i samråd med fabrikant. Opmærksomheden skal rettes mod, at sammenhæng mellem jernkernes position og optag af reaktiv effekt ikke er 100 % lineært. For få kalibreringspunkter kan derfor mindske nøjagtigheden, hvormed shuntreaktorens optag af reaktiv effekt kan indstilles. Kalibreringspunkterne skal forefindes på indikatoren koblet til jernkernen. Der skal være mulighed for elektrisk fjernaflæsning af jernkernens position. Kræves shuntreaktoren udført for lokal regulering under drift, skal indikatoren kunne aflæses i sikker afstand fra spændingsførende dele uden fare for driftspersonel.

Styre- og manøvrerspænding til reguleringsmotoren, alarmmålinger mv. specificeres ved udbud. En sikkerhedsafbryder skal monteres i hovedstrømskredsen til reguleringsmotoren. Motoren skal være beskyttet af et motorværn. Det tilhørende hjælpeudstyr skal udføres for samme styrespænding som motoren. En sikkerhedsafbryder skal monteres i hovedstrømskredsen til reguleringsmotoren. Krav til hjælpeanlæg og styresystemer i Stærkstrømsbe-

kendtgørelsen afsnit 2 skal generelt være opfyldt. I det omfang komponenter er dækket af lavspændingsdirektivet (2006/95/EF), skal disse opfylde dette.

Shuntreaktoren skal være udstyret med et mekanisk endestop og må ikke tage skade, hvis et elektrisk endestop skulle svigte.

6.14 Korrosionsbeskyttelse Samtlige detaljer, inkl. skruer, møtrikker, ventiler, terminaler, klemrækker mv. skal korrosionsbeskyttes. Korrosionsbeskyttelsen vælges ud fra shuntreaktorens dimensionerende levetid og det miljø, som shuntreaktoren skal installeres i. For specificering af korrosionskategori og korrosionsbeskyttelse henvises Dansk Standard, CEN og ISO, hvor information omkring gældende standarder på området kan findes.

Note 2: DEFU er pt. (2010) i gang med at udarbejde er rapport RA 552 omhandlende korrosionsbeskyttelse af elforsyningsmateriel.

6.15 Mærkedataplade Shuntreaktoren skal forsynes med en mærkedataplade udført i vejrbestandigt materiale og monteret i en visuelt læsbar position fra jorden, når shuntreaktoren er under spænding. Mærkedatapladen skal som minimum indeholde følgende informationer:

- Reaktor type
- Indendørs/udendørs anvendelse
- Henvisning til standard (DS/EN 60076 – 6)
- Fabrikat navn
- Serienummer
- Produktionsår
- Isolationsniveau
- Antal faser
- Mærke effekt, Q_r
- Mærke frekvens, f_r
- Mærke spænding, U_r
- Mærke strøm, I_r
- Højeste spænding for udstyr, U_m
- Kobling mellem faseviklinger (stjerne- eller deltakoblet)
- Mærkereaktans, X_r
- Kølemetode (dvs. ONAN, ONAF, m.m.)
- Temperaturstigning for topolie og gennemsnitlig stigning for vikling
- Ydre dimensioner med tilbehør monteret (længde, bredde og højde)
- Total vægt
- Transport vægt
- Vægt uden olie
- Vægt af isolationsolie
- Type af isolationsolie
- Diagramtegning over shuntreaktor med reguleringsindstillinger, hvor optaget af reaktiv effekt ved de enkelte indstillinger fremgår
- Type af viklingskobler (for trinvis regulerbar shuntreaktor)
- Nul reaktansen (hvis ønsket)
- Gensidig reaktans (hvis ønsket)
- Tab ved mærkedata
- Type af måletransformer, omsætningsforhold, nøjagtighedsklasse, ydeevne m.v.
- Diagram med placering af måletransformere og –kerner o.lign.

Det kan ved udbud specificeres, at et eksemplar af mærkedataplader for viklingskoblere og tilhørende reguleringsmotor, placeres ved siden af shuntreaktorens mærkedata plade.

7. TILBEHØR

I det følgende afsnit gives en beskrivelse af det mest almindelige tilbehør til olieisolerede shuntreaktorer. Alle afsnit er ikke nødvendigvis relevante til en given shuntreaktor.

Generelt skal der gælde, at krav i Stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 2 til hjælpeanlæg og styresystemer skal være opfyldt. I det omfang komponenter er dækket af lavspændingsdirektivet (2006/95/EF), skal disse opfylde dette.

Generelt skal der gælde, at udtagning af olie- og gasprøver, vedligeholdelse og aflæsning af div. måleinstrumenter m.m. skal kunne foretages uden fare for personalets sikkerhed, hvis der er mulighed for at gøre dette mens shuntreaktoren er i drift.

7.1 Køleudstyr

Det kan ved udbud specificeres, at shuntreaktoren kan forberedes for påsætning af ekstra køleudrustning. Følgende muligheder i prioriteret rækkefølge for at øge kølingen af shuntreaktoren er normalt mulig:

- Ekstra radiatorer (ONAN)
- Ventilatorer for at øge cirkulation af ekstern luft (ONAF)
- Oliepumper for at øge cirkulation af olie (OFAF)
- Vandafkøling (OFWF)

7.2 Olieekspansionsbeholdere

Følgende gælder for såvel olietankens, kabelgennemføringerens og lastkoblerens (jf. viklingskobleren) olieekspansionsbeholder.

Olieekspansionsbeholdere skal være forsynet med gummisæk og være vakuumfast, hvor vakuumrøret til denne føres ned i betjeningshøjde.

Volumen af olieekspansionsbeholderen skal være mindst 10% af det olievolumen, som er i forbindelse med olieekspansionsbeholderen.

Olieekspansionsbeholderen skal have en studs med ventil for tømning af oliesumpen.

Olieekspansionsbeholderen skal have oliestandsvisere i henhold til EN 50216 – 5 med alarmkontakter, der slutter ved min. og maks. oliestand. Der skal være en markering af min. og maks. oliestand samt normal oliestand ved olietemperaturer på -20, 0 og +20 °C. Oliestandsviseren skal kunne kontrolleres på stedet i sikker afstand fra spændingsførende dele og fra betjeningshøjde. Der skal være mulighed for elektrisk fjernaflæsning og overvågning af oliestandsvisere.

7.3 Lufttørreapparat

Separate oliesystemer (olietank, lastkoblertank i viklingskobleren, kabelgennemføringer, mv.) skal have separate udluftninger med hvert sit lufttørreapparat i henhold til EN 50216 - 5. Kabelgennemføringerne (3 faser) kan evt. deles om det samme lufttørreapparat og ekspansionsbeholder.

Lufttørreapparatet kan være udført for manuelt udskiftning af dehydreringsagenten eller automatisk regenerering af dehydreringsagenten.

Lufttørreapparatet skal have en olielås til reduktion af luftudvekslingen.

Hvis silicagel anvendes som dehydreringsagent, skal det endvidere have et vindue, således at tørremidlets farve i apparatets top og bund kan kontrolleres.

Lufttørreapparater skal monteres på en sådan måde, at de er let tilgængelige fra jorden for inspektion og vedligeholdelse. Er der tale om et lufttørreapparat udført for manuel udskiftning af dehydreringsagenten, skal dette ligeledes være muligt fra jorden af.

7.4 Gasrelæ

Et gasrelæ (Buchholzrelæ) i henhold til EN 50216 – 2 skal forefindes i forbindelsesrøret mellem et olievolume og evt. tilhørende olieekspansionsbeholder. Kabelgennemføringerne (3 faser) kan evt. deles om det samme gasrelæ. Gasrelæet skal have to frie sluttekontakter, hvoraf den ene skal give alarm ved et indstillet niveau for gasudvikling, og en som tripper udkobling af shuntreaktor ved et indstillet niveau for oliestrøm fra olietank til ekspansionsbeholderen.

Det skal være muligt visuelt at tjekke tilstedeværelsen og volumen af indsamlet gas i relæet. Der skal være mulighed for udtagning af gasprøver og for indblæsning af luft ved afprøvning. En viser på relæet skal indikere oliestrømmens retning mellem transformertank og ekspansionsbeholder.

Der skal placeres en ventil mellem olieekspansionsbeholder og gasrelæ, således at gasrelæet kan udskiftes, uden at olieekspansionsbeholderen skal tømmes.

Gasrelæet skal kunne afprøves uden, at det skal demonteres.

Gasrelæet udstyres med en mærkedataplade med information i henhold til EN 50216 – 2. Det kan ved udbud evt. specificeres, at en mærkedataplade for gasrelæet placeres ved siden af shuntreaktorens mærkedataplade. Dette må i så fald ikke ske på bekostning af mærkedataplade på gasrelæ.

7.5 Termometre og termometerlommer

I olietankens låg skal forefindes termometerlommer i henhold til EN 50216 – 4. Åbningerne skal være beskyttet mod indtrængen af fugt og fremmede substanser.

En af lommerne skal reserveres for termometer til måling af topolietemperaturen. Desuden skal der være to frie termometerlommer. Er der tale om påtvungen olie- og/eller luftcirkulation reserveres den ene af de frie eller begge til oliepumpe- og/eller ventilatortermostaten. Det kan ved udbud specificeres, at shuntreaktoren også skal have et termometer til måling af vindingstemperaturen.

Termometeret til måling af topolietemperaturen skal være et visertermometer med en maksimalviser. Termometeret skal have en målenøjagtighed i klasse 2. Måleområdet skal være mindst 30 til 150 °C. Termometeret skal have to uafhængige indstillelige kontakter, der slutter, når de indstillede temperaturværdier overskrides. Termometeret skal monteres på en vibrationsdæmpende foranstaltning og skal kunne aflæses fra jorden. Termometrene skal kunne fjernaflæses og overvåges on-line.

Termometrene placeres i manøvreskabet.

Anvendes olie som brydemedie for lastkobleren, skal lastkoblerbeholderen ligeledes udføres med en termometerlomme til måling af olietemperaturen. Der skal være mulighed for on-line fjernaflæsning af termometer og kontinuert overvågning af temperaturen her.

7.6 Overvågningsudstyr

Ønsket overvågningsudstyr kan specificeres ved udbud.

Der refereres til Cigre Brochure 343 "*Recommendations for condition monitoring and condition assessment facilities for transformers*" for eksempler på overvågningsudstyr, som kan være relevant for en shuntreaktor.

7.7 Ventiler

Det skal ved udbud specificeres, om ventiler skal være med påsvejsede eller boltede flanger mod shuntreaktoren.

7.8 Konsol til overspændingsafledere

Shuntreaktorer til friluftinstallationer kan have en konsol beregnet for overspændingsafledere. Konsollen bør fastgøres på shuntreaktorens hovedtank. Drives shuntreaktoren med et svævende nulpunkt bør det ligeledes specificeres, at shuntreaktorens nulpunkt skal udstyres med en konsol beregnet for en overspændingsafleder.

På afleder-konsollen skal installeres en kobberskinne, beregnet for jording af afledernes bunddele.

7.9 Manøvreskab

Shuntreaktoren udføres med et manøvreskab til div. hjælpeudstyr og eksterne forbindelser til dette og til målekredse mv. placeret i samme skab.

Skabet skal have en kapslingsklasse (IP) egnet til udendørs installation, hvor der tages højde for det lokale klima, hvor shuntreaktoren skal installeres. Skabet skal korrosionsbeskyttes i henhold til paragraf 6.14.

Kondensering af vand i skabet skal være forhindret af et termometer- og hygrostyret

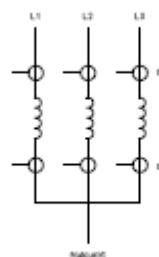
varmelegeme for 230 V vekselspænding. Skabet skal udføres med et drænhul i bunden.

Skabet udføres med en 16 A CEE stikkontakt og 230 V mellem fase og nul. Stikkontakten skal være beskyttet af et foransiddende HPFI relæ. Indvendigt på lågen skal forefindes et vejrbestandigt strømskema. Kabler skal være i armeret udførelse eller på anden måde beskyttet mod mekanisk beskadigelse.

7.10 Strømtransformere

Shuntreaktorens gennemføringer i alle faser bør udføres med indbyggede strømtransformere. Specifikke krav til strømtransformerne specificeres ved udbud.

Shuntreaktoren bør ligeledes udføres med strømtransformer til måling af strømmen i dennes nulpunkt (i tilfælde af stjernekoblet vikling). Det tilstræbes, at bidraget til strømmen i nulpunktet fra de tre faseviklinger måles separat med strømtransformere installeret i forbindelse med de tre faseviklinger, jf, figur 1.



Figur 1: Placering af strømtransformere.

7.11 Transportanordninger mv.

Shuntreaktoren forsynes med de for transport nødvendige trækøjer på understellet.

Hovedbeholderen skal have tydeligt markerede forstærkninger eller løfteflanger for anbringelse af donkraft og tilslutning af kran.

Shuntreaktoren skal have øjer eller kroge til løftning af en komplet oliefyldt shuntreaktor.

7.12 Forhold ved transport

I forbindelse med transport af shuntreaktor fra fabrik til installationssted skal det sikres, at shuntreaktoren ikke bliver beskadiget. Det skal aftales mellem leverandør og bruger, hvilke foranstaltninger som gøres for at sikre shuntreaktoren.

Anvendes måleudstyr til at registrere belastninger (mekaniske, termiske, mv.) under transport skal grænseværdier for påvirkninger aftales på forhånd, og leverandøren skal efterfølgende kunne dokumentere over for brugeren, at disse grænseværdier ikke er blevet overskredet.

8. AFPRØVNING AF SHUNTREAKTORER

Test skal som udgangspunkt udføres på en shuntreaktor installeret som under drift i det omfang installationsforhold får betydning for testenenes resultater.

Køber skal informeres, så en repræsentant fra køber kan være til stede under test.

Resultaterne af testen dokumenteres i en testrapport. Foto af hver af de fire sider af reaktorkernen med vindinger monteret og to foto af de to eksterne langsider skal vedlægges testrapporten.

8.1 Rutinetest

Rutinetest udføres for hver enkelt shuntreaktor med alt reguleringsudstyr og tilbehør monteret med mindre andet aftales mellem brugere og fabrikant.

8.1.1 Måling af viklingsresistans

Udføres i henhold til DS/EN 60076 – 1.

8.1.2 Måling af strøm

Testen udføres ved mærkespænding og –frekvens.

Målingen udføres over hele shuntreaktorens reguleringsområde. For shuntreaktorer med trinvis regulering udføres den for hvert enkelt trin. For shuntreaktorer med kontinuert regulering skal strømmen som minimum måles ved fem indstillinger ligeligt fordelt over hele shuntreaktorens reguleringsområde, hvor min. og maks. indstilling er inkluderet.

Tolerancen er $\pm 5\%$ af de garanterede værdier.

8.1.3 Måling af reaktans

Udføres i henhold til DS/EN 60076 – 6.

For en regulerbar shuntreaktor udføres testen over hele shuntreaktorens reguleringsområde. For shuntreaktorer med trinvis regulering udføres den for hvert enkelt trin. For shuntreaktorer med kontinuert regulering skal reaktansen som minimum måles ved fem indstillinger fordelt over hele shuntreaktorens reguleringsområde, hvor min. og maks. indstilling er inkluderet.

Tolerancen er $\pm 5\%$ af de garanterede værdier.

8.1.4 Måling af tab ved reference temperatur

Testen udføres ved shuntreaktorens mærkestrøm og –frekvens og udføres i henhold til DS/EN 60076 – 6. Testen udføres 3-faset for en 3-faset shuntreaktor.

For en regulerbar shuntreaktor udføres testen over hele shuntreaktorens reguleringsområde. For shuntreaktorer med trinvis regulering udføres den for hvert enkelt trin. For shuntreaktorer med kontinuert regulering skal tabene som minimum måles ved fem indstillinger fordelt over hele shuntreaktorens reguleringsområde, hvor min. og maks. indstilling er inkluderet.

De totale tab for den enkelte enhed må ikke overstige de garanterede tab med mere end 10 %.

8.1.5 Dielektriske test

Dielektriske test udføres efter DS/EN 60076 – 6.

- Separat AC spændingstest
- Inducerede AC spændingstest
- Lynimpulstest
- Koblingsimpulstest

For mærkespændinger under 72,5 kV er måling af partielle udladninger ikke som udgangspunkt en integreret del af den inducerede AC spændingstest, som det er tilfældet ved mærkespændinger over 72,5 kV. Ønskes PD test udført som en del af den inducerede AC spændingstest for shuntreaktorer med mærkespændinger under 72,5 kV, skal dette derfor oplyses ved udbud.

Med mindre andet specificeres ved udbud udføres koblingsimpulstesten kun som rutinetest på shuntreaktorer med højeste spænding for udstyr på 420 kV (i Danmark).

For en regulerbar shuntreaktor udføres testene i shuntreaktorens to yderstillinger – dvs. ved maks. og min. induktansindstilling – samt i midterstillingen. Såfremt shuntreaktorens mærke-data ikke refererer til en af yderstillingerne, skal testene ligeledes udføres ved induktansind-

stillingen svarende til shuntreaktorens mærkedata.

8.1.6 Måling af lydeffekt niveau

Testen udføres efter DS/EN 60076 – 6.

For en regulerbar shuntreaktor udføres testen ved mærkespænding, mærkefrekvens og reguleringsindstilling svarende til mærkereaktans.

Shuntreaktoren skal være påmonteret alt tilbehør, som kan bidrage til dens lydeffektniveau.

Udføres shuntreaktoren med påtvungen køling i form af en ventilator og/eller oliepumpe, skal bidraget til lydeffektniveauet herfra ligeledes dokumenteres.

8.1.7 Test til påvisning af korrekt funktion af reguleringsudstyr

Påvisning af reguleringsudstyrets korrekte funktion gøres jf. test beskrevet i DS/EN 60076-1 eller tilsvarende.

8.1.8 Måling af isolations resistans og/eller Kapacitans og tabsfaktor (tan δ) af viklings-isolationen til jord

DS/EN 60076 – 6 specificerer ikke, hvordan testen skal udføres. Køber og fabrikant bør være enige om anvendte test procedure.

Note: Værdierne er reference værdier, som kan sammenligne med senere malinger på idriftsatte shunt reaktorer.

8.2 Special test

Specialtest kan specificeres ved udbud og udføres som enten rutinetest på hver enkelt enhed eller som typetest på en enhed repræsentativ for shuntreaktortypen. Opmærksomheden skal være på, at alle test ikke nødvendigvis er relevante for en shuntreaktor til en given installation. Køberen bør evt. i samråd med fabrikant vurdere om en test er relevant eller ej.

8.2.1 Måling af nulreaktansen

Testen udføres efter DS/EN 60076 – 6.

For en regulerbar shuntreaktor udføres testen over hele shuntreaktorens reguleringsområde. For shuntreaktorer med trinvis regulering udføres den for hvert enkelt trin. For shuntreaktorer med kontinuert regulering skal testen som minimum gennemføres ved fem indstillinger fordelt over hele shuntreaktorens reguleringsområde, hvor min. og maks. indstilling er inkluderet.

8.2.2 Måling af gensidigreaktans

Testen udføres efter DS/EN 60076 – 6.

For en regulerbar shuntreaktor udføres testen over hele shuntreaktorens reguleringsområde. For shuntreaktorer med trinvis regulering udføres den for hvert enkelt trin. For shuntreaktorer med kontinuert regulering skal testen som minimum gennemføres ved fem indstillinger fordelt over hele shuntreaktorens reguleringsområde, hvor min. og maks. indstilling er inkluderet.

8.2.3 Bestemmelse af reaktansens linearitet

Testen udføres efter DS/EN 60076 – 6.

For en regulerbar shuntreaktor udføres testen ved den indstilling, hvor optag af reaktiv effekt er størst.

8.2.4 Måling af magnetisk karakteristik

Testen udføres efter DS/EN 60076 – 6. Testen er primært interessant i tilfælde af, at der er tale om en ikke lineær shuntreaktor eller en shuntreaktor med en mættet jernkerne, samt i tilfælde hvor karakteristikken ønskes kendt i forbindelse med f.eks. simuleringer.

8.2.5 Måling af harmoniske strømme

Testen udføres efter DS/EN 60076 – 6.

8.2.6 Dielektriske specialtest

Dielektriske specialtest udføres efter DS/EN 60076 – 6.

- Lynimpulstest ved høj fugtighed

For en regulerbar shuntreaktor udføres testene i shuntreaktorens to yderstillinger – dvs. ved maks. og min. induktansindstilling – samt i midterstillingen. Såfremt shuntreaktorens mærkedata ikke refererer til en af yderstillingerne, skal testene ligeledes udføres ved induktansindstillingen svarende til shuntreaktorens mærkedata.

8.3 Typetest

Typetest udføres på en repræsentativ enhed for en shuntreaktor type.

8.3.1 Temperaturstigningstest

Testen udføres efter DS/EN 60076 – 6.

Testen udføres ved højeste spænding for udstyr, U_m , jf. 5.10.1, og mærkefrekvensen. Kan dette ikke lade sig gøre i praksis, kan testen udføres ved en lavere spænding, dog ikke mindre end 0,9 gange shuntreaktorens mærkespænding. Testspændingen skal anføres i tilbud og godkendes af køber. Temperaturstigningen ved en lavere testspænding korrigeres efterfølgende jf. DS/EN 60076 – 6. Den korrigerede temperaturstigning er så udtryk for temperaturstigningen i shuntreaktoren ved højeste spænding for udstyr, U_m .

For en regulerbar shuntreaktor udføres testen ved reguleringsindstillingen for shuntreaktorens mærkestrøm (mindste induktans).

For regulerbare shuntreaktorer, hvor påtvungen cirkulation af kølemedie er nødvendig ved maksimal optag af reaktive effekt, kan det specificeres ved udbud, at en temperaturstigningstest ved reguleringsindstillingen, hvor påtvungen køling ikke længere er nødvendig, udføres for at dokumentere, at grænseværdierne for temperaturstigningen ved ONAN køling ikke overskrides i shuntreaktoren.

8.3.2 Dielektriske test

Dielektriske typetest udføres efter DS/EN 60076- 6.

- Koblingsimpuls test

For en regulerbar shuntreaktor udføres testene i shuntreaktorens to yderstillinger – dvs. ved maks. og min. induktansindstilling – samt i midterstillingen. Såfremt shuntreaktorens mærkedata ikke refererer til en af yderstillingerne, skal testene ligeledes udføres ved induktansindstillingen svarende til shuntreaktorens mærkedata.

8.3.3 Måling af vibration niveau

Testen udføres efter DS/EN 60076 – 6. Opmærksomhed skal specielt rettes mod;

- Vibration af kerne- og viklingssamlinger
- Vibration af olietank
- Vibration af instrumenter, tilbehør (herunder viklingskoblere og tilhørende kortslutningsmotorer) og køleudstyr

Testen skal udføres med det ved udbud specificerede tilbehør, jf. afsnit 8, monteret medmindre andet aftales mellem køber og fabrikant.

8.3.4 Måling af effektforbrug af ventilatorer og oliepumper

Er der tale om en shuntreaktor med påtvungen køling i form af oliepumper og/eller ventilatorer, skal effektforbruget dokumenteres ved måling.

9. OPLYSNINGER VED UDBUD

Nedenstående oplysninger gives ved udbud.

Tekniske:

- 1-faset eller 3-faset shuntreaktor.
- Kobling mellem faseviklinger
- Skal nulpunkt skal være tilgængelig?
- Isolation (olie).
- Særlige krav til olietyper.
- Køling.
- Specielle forhold omkring omgivelsestemperatur og evt. restriktioner i forbindelse med køling.
- Omgivelsesmiljøets forureningsgrad.
- Den atmosfæriske korrosionskategori.
- Eventuelt andre forhold vedr. omgivelsesmiljø.
- Mærkeeffekt.
- Mærkefrekvens.
- Mærkespænding.
- Mærkestrøm.
- Kapitaliseringsfaktor for tab.
- Maksimalt lydeffektniveau.
- Isolationsniveau.
- System jording.
- Dimensionerende jordslutningsstrøm
- Isolationsniveau for nulpunkt.
- Nettets kortslutningseffekt.
- Ønsket tilslutningsforbindelser (gennemføringer, kabeltilslutningsbokse, GIS forbindelse).
- I tilfælde af gennemføringer kan det oplyses om porcelæn-, polymer, eller komposit-isolatorer ønskes.
- Ønsket tilslutningsterminaler.
- Placering af jordingsterminaler.
- Reguleringsmetode – trinvis eller kontinuert regulering.
- Ønsket manøvre- og styrespænding (regulering).
- Specielle krav vedr. test og afprøvning.
- Ønskes der udført lynimpulstest uanset spændingsniveau?
- Om der ønskes udført PD test som en del af den inducerede AC spændingstest for mærkespænding op til 72,5 kV?
- Særlige krav vedr. overfladebehandling og korrosionsbeskyttelse.
- Skal shuntreaktorens låg være boltet eller påsvejset?
- Specielle krav vedr. transportanordninger.
- Eventuelle krav vedrørende dimensioner mv.
- Hvis der er specielle restriktioner på dimensioner og vægt.
- Oplysninger om fundament og opstillingssted.
- Specielle forhold ved installation, montage, transport og håndtering.
- Oplysninger om håndtering af olie, eksempelvis oliepåfyldning.
- Indikation af hvor div. tilbehør ønskes placeret.
- Ønskes der separat olieekspansionsbeholder, lufttørreapparat og gasrelæ i forbindelse med hver enkelt fasegennemføring? eller kan de tre gennemføringer deles om ekspansionsbeholder, gasrelæ og lufttørreapparat?
- Ønskes gennemføringerne udført med strømtransformere?
- Specielle krav til strømtransformere.
- Evt. ønsker ifm. overvågningsudstyr.
- Krav til dokumentation (papirform og elektronisk).

Kommercielt:

- Leveringstid og aflæsningsforhold.
- Leveringsadresse.
- Eventuel leveringsbetingelse; medmindre andet anføres, frit på leveringsstedet (Carriage Paid To place of delivery, jf. Incoterms 2000).
- Deadline for fremsendelse af tilbud, bindende målskitser mv.
- Eventuelle krav vedr. betalingsforhold, forsikringer, garantitid, deposita, tilbuddets gyldighedsfrist mv.

Der bør endvidere redegøres nærmere for de kommercielle betingelser.

10. OPLYSNINGER VED TILBUD

Nedenstående oplysninger bør gives ved tilbud:

Tekniske:

- Garanteret reaktans for de enkelte reguleringstrin.
- Garanterede strømværdier for de enkelte reguleringstrin.
- Garantiværdier for tab ved mærkedata og reference viklingstemperatur.
- Garanterede lydeffektniveauer med og uden påtvungen køling i drift ved mærkeeffekten.
- Køleudrustningens opbygning og dens effektforbrug. Driftsform for eventuelle olie-pumper.
- Reguleringsområde og indstillingstrin.
- Data for viklingskobler: Mærkestrøm, fabrikat, type og prøvninger (herunder mekanisk levetid), maksimalt antal koblinger mellem eftersyn.
- Stillingsindikering for viklingskobler (fjernvisning).
- Data for gennemføringer: Krybestrækninger, isolationsniveau, mærkestrøm, fabrikat, type og typeprøvning.
- Oplysninger om eventuelle indbyggede strømtransformere i gennemføringer.
- For samtlige tilslutningsterminaler oplyses materiale og dimensioner.
- Oliefabrikat, olietype og eventuel inhibitor.
- Oplysninger om hvorledes vakuumtilslutning for oliebehandlingsanlæg skal foretages, og eventuelle forholdsregler før evakuering.
- Data for gasrelæ.
- Om shuntreaktoren udstyres med trykaflastningsanordninger
- Oplysninger om overfladebehandling og korrosionsbeskyttelse.
- Samlet vægt af shuntreaktor.
- Vægt af aktiv del og låg og nødvendig kranhøjde for udtagning af denne.
- Vægt af olie.
- Største transportvægt og transportmål.
- Målskitser, strømskemaer, beskrivelser mm., som er nødvendige for bedømmelse af shuntreaktorens konstruktion.
- Vedligeholdelsesforskrifter.

Kommercielle:

- Pris for komplet shuntreaktor (inkl. montering og idriftsætning frit på leveringsstedet med olie).
- Tilbud på eventuelt supplerende eller alternativt overvågningsudstyr.
- Pris for reservedele i henhold til udbud.
- Eventuelle prisreguleringer.
- Oplysninger om toldsats, kurs og moms.
- Betalingsbetingelser.
- Leveringstid.
- Garantitid.

Herudover skal fabrikanten bekræfte, at shuntreaktoren opfylder de i udbudsbetingelserne opstillede krav. Eventuelle afvigelser fra kravene skal nøje angives.