

# ***Rekommandation 3***

*Tekniske bestemmelser m.v. for slukkespoler  
for 10-60 kV netspænding*

*5. udgave 2022*

Dansk Energi  
Vodroffsvej 59  
1900 Frederiksberg C

Tlf.: +45 35 300 400

E-mail: [de@danskenergi.dk](mailto:de@danskenergi.dk)  
[www.danskenergi.dk](http://www.danskenergi.dk)

## **INDHOLDSFORTEGNELSE**

### **1. GYLDIGHEDSOMRÅDE**

### **2. GENERELLE KRAV**

### **3. ELEKTRISKE HOVEDDATA**

- 3.1. Mærkefrekvens
- 3.2. Mærkespænding
- 3.3. Mærkestrøm
- 3.4. Reguleringsområde
- 3.5. Tolerancer
- 3.6. Belastningstid
- 3.7. Isolationsniveau

### **4. KONSTRUKTIV UDFØRELSE**

- 4.1. Reguleringsudstyr
  - 4.1.1. Slukkespoler for trinløs regulering
  - 4.1.2. Slukkespoler for trinvis regulering
- 4.2. Køleudrustning
- 4.3. Gennemføringer
- 4.4. Hovedbeholder
- 4.5. Korrosionsbeskyttelse
- 4.6. Kasse for hjælpeudstyr, kontrolledninger mv.
- 4.7. Beskyttende jordforbindelse

### **5. TILBEHØR**

- 5.1. Oliekonservator
- 5.2. Gasrelæ mv.
- 5.3. Lufterørreapparat
- 5.4. Ventiler
- 5.5. Sekundærvikling, måletransformere mv.
- 5.6. Wattkomponentforstærker (modstand)
- 5.7. Transportanordninger mv.
- 5.8. Olie
- 5.9. Mærkning

### **6. PRØVNING**

- 6.1. Rutineprøvninger
- 6.2. Typeprøvninger
- 6.3. Specialprøvning

### **7. OPLYSNINGER VED UDBUD**

### **8. OPLYSNINGER VED TILBUD**

### **BILAG 1: OVERFLADEBEHANDLING**

### **BILAG 2: SPS-KLASSER**

## 1. GYLDIGHEDSOMRÅDE

Nærværende rekommandation har gyldighed for olieisolerede slukkespoler med normalt tilbehør til anvendelse i 10-15-20 kV- og 50-60 kV-net.

Slukkespolen skal være beregnet til udendørs og indendørs opstilling ved lufttemperaturer i området -25 ... +40 °C. Yderligere skal der gælde, at den månedlige gennemsnitstemperatur ikke må overstige 30°C, og at den årlige gennemsnitstemperatur ikke må overstige 20°C.

Nærværende rekommandation består af en dansk og engelsk version. I tvivlsspørgsmål er den danske version juridisk gældende.

## 2. GENERELLE KRAV

Slukkespolen skal opfylde gældende dansk lovgivning.

Slukkespolen skal være udført i overensstemmelse med DS/EN 60076-6. Generelt skal de på udbudstidspunktet gældende generelle krav og prøvningsforskrifter i relevante CENELEC-, CEN- og IEC-standarder være opfyldt.

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

Vedrørende den terminologi der anvendes i nærværende rekommandation, henvises til de definitioner, der findes i de nævnte standarder.

## 3. ELEKTRISKE HOVEDDATA

### 3.1. Mærkefrekvens

50 Hz

### 3.2. Mærkespænding

Nominal Netspænding [kV]	Slukkespolens mærkespænding [kV]
10	$11/\sqrt{3}$
15	$16/\sqrt{3}$
20	$22/\sqrt{3}$
50	$52/\sqrt{3}$
60	$66/\sqrt{3}$

### 3.3. Mærkestrøm

Mærkestrøm jf. nedenstående tabeller anføres i udbud. Mærkestrømme refererer til de maksimale strømstillinger.

Nominal net-spænding [kV]	Mærkestrøm [A]													
	16	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	300	400
10														
15	11	17	22	27	34	43	54	68	87	108	135	173	217	
20	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	300

Nominal netspænding [kV]	Mærkestrøm [A]													
	400	500												
10														
15														
20	400	500												

Nominal netspænding	Mærkestrøm [A]													
---------------------	----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

[kV]													
50	21	27	33	42	53	67	83	105	133	167	210	300	
60	17	21	26	33	42	52	66	83	105	131	165	210	300

### 3.4. Reguleringsområde

Slukkepoler inddeles efter reguleringsmulighed i følgende kategorier:

#### 3.4.1. Slukkespoler for trinløs regulering (regulerbart luftgab)

Medmindre andet aftales, skal reguleringsområdet være:

Nominel netspænding [kV]	Reguleringsområde
10-15-20	1:5 til 1:12,5
50-60	1:12,5

#### 3.4.2. Slukkespoler for trinvis regulering

Disse skal have følgende reguleringsområder og udtag, medmindre andet anføres ved udbud:

Mærkestrøm < 50A: Strømutag ved 40-50-63-80 og 100% af mærkestrømmen.

Mærkestrøm ≥ 50 A: Strømutag skal placeres, så forskellen i strøm mellem to på hinanden følgende udtag hverken overstiger 10A eller 20% af den mindste af de to strømværdier. Mindste strømutag skal være 40% af slukkespolens mærkestrøm.

Ved de anbefalede reguleringsområder kan der være behov for flere udtag for at opfylde krav til skridt- og berøringspændinger i bekendtgørelse om sikkerhed for udførelse af elektriske anlæg og DS/EN 50522.

### 3.5. Tolerancer

Køber forbeholder sig ret til at kassere slukkespolen, hvis afvigelsen mellem aftalt og målt strømværdi jf. 6.1.2 er større end ± 5% ved indstilling på maksimal strøm eller ±10% i en eller flere af de øvrige stillinger jf. 6.1.2.

### 3.6. Belastningstid

**3.6.1.** 10-20 kV slukkespoler dimensioneres til kontinuerligt at føre mærkestrømmen. Maksimal temperaturstigning for viklingen er 80 K.

**3.6.2.** 50-60 kV slukkespoler dimensioneres til at føre mærkestrømmen i to timer. Maksimal temperaturstigning for viklingen er 100 K.

### 3.7. Isolationsniveau

Mærkespænding [kV]	Mærkeholdespænding på nettilslutningsterminalen		Mærkeholdespænding på jordingsterminalen
	Vekselspænding [kV]	Stød ≤ 1,2/50 μs [kV]	Vekselspænding [kV]
11/√3	28	75	28
16/√3	38	95	38
22/√3	50	125	50
52/√3	95	250	28
66/√3	95	250	28

## 4. KONSTRUKTIV UDFØRELSE

### 4.1. Reguleringsudstyr

#### 4.1.1. Slukkespoler med trinløs regulering

Slukkespolen skal være konstrueret for regulering under drift og være udført for mekanisk og elektrisk lokalbetjening samt for elektrisk fjernbetjening. Ved mekanisk betjening skal den elektriske betjening – lokal såvel som fjern – være blokeret. I tilfælde af lokalbetjening skal slukkespolen kunne betjenes fra jorden.

Slukkespolen skal være forberedt for tilslutning af kontrolenhed til automatisk regulering af slukkespole under drift. Såfremt sådan udstyr ønskes inkluderet i tilbud, skal dette fremgå af udbud samt hvilke krav, der stilles til udstyret.

Slukkespolens strømstilling skal fremgå af en indikator, der er mekanisk koblet til jernkernen. Indikatoren skal kunne aflæses i sikker afstand fra spændingsførende dele.

Reguleringsmotoren skal være en trefaset kortslutningsmotor beskyttet af et motorværn. Motoren, styrekredse og det tilhørende hjælpeudstyr skal udføres for 230/400V vekselspænding (eventuelle signalkontakter dog for jævnspænding). Slukkespolen skal være udstyret med endestop og må ikke tage skade, hvis et elektrisk endestop skulle svigte. Motoren mv. skal være kapslet i klasse IP 55 og dimensioneret for en levetid på mindst 10 år ved intermitterende drift.

#### 4.1.2. Slukkespoler med trinvis regulering

Omkobling mellem udtagene jf. 3.4.2. skal foretages i spændingsløs tilstand med en omskifter indbygget i hovedbeholderen. Omskifteren skal være let at betjene ved hjælp af et håndtag anbragt udenfor slukkespolebeholderen.

Omskifterens trinstillinger skal være tydeligt mærkede med tallene 1, 2, 3, ... osv. Tallet 1 angiver den mindste spolestrøm.

Stilles der krav om flere trin end normalt jf. 3.4.2, må om nødvendigt anvendes to omskiftere.

Sammenhængen mellem omskiftemes stilling og slukkespolens strømstilling skal fremgå af mærkepladen.

### 4.2. Køleudrustning

Slukkespolens kølesystem skal være udført for naturlig olie- og luftcirkulation (ONAN).

### 4.3. Gennemføringer

#### 4.3.1. 50 – 60 kV nominel netspænding

Det skal ved udbud specificeres, om der ønskes gennemføringer af friluftstypen eller gennemføringer udført som kabelstikforbindelser.

##### 4.3.1.1 Friluftstype

Gennemføringer skal være dimensioneret til slukkespolens mærkestrøm og være udført og afprøvet som foreskrevet i DS/EN 60137.

Det skal ved udbud specificeres, om gennemføringens ydre isolator skal være udført i porcelæn eller i et polymermateriale. Det skal ved udbud oplyses, om inderisolationen bør være af typen RIP (engelsk: resin impregnated paper) eller RIS (engelsk: resin impregnated synthetic).

I tilfælde af porcelænisolatorer skal der være tale om brunglaseret porcelæn dimensioneret for fuldt vakuum (100 Pa).

Isolatorerne skal være velegnede til anvendelse i et miljø svarende til SPS-klasse d) eller e) jf. DS/IEC TS 60815-1. I bilag 2 er givet eksempler på typiske miljøer svarende til SPS-klasse d) og e). Ønsket SPS-klasse oplyses ved udbud.

Minimumskrybelængden for isolatorerne uanset materiale skal være:

Højeste spænding for vikling [kV]	Minimums krybelængde [mm]	
	SPS-klasse d	SPS-klasse e
72,5	1812	2248

Isolator i forbindelse med jordningsterminalgennemføring skal have samme krybelængde som en nettilslutningsterminalgennemføring for 10 kV nominel netspænding, se punkt 4.3.2.1.

Tilslutningstappe skal være af forsølvet kobber og have en diameter på min. 30 mm og en fri længde på mindst 80 mm.

Viklingens tilslutning til isolatorerne indvendigt skal være sikret mod løsgående møtrikker.

#### 4.3.1.2 Kabelstikforbindelser

Kabelstikforbindelser skal være dimensioneret til slukkespolens mærkestrøm og være udført og afprøvet som foreskrevet i DS/EN 50673.

Gennemføringerne skal kunne inspiceres og skiftes, uden at låget til olietanken løftes.

### 4.3.2 10-15-20 kV nominel netspænding

Det skal ved udbud specificeres, om der ønskes gennemføringer af friluftstypen eller gennemføringer udført som kabelstikforbindelser.

#### 4.3.2.1 Friluftstype

Gennemføringer skal være dimensioneret til slukkespolens mærkestrøm og være udført og afprøvet som foreskrevet i DS/EN 50180-1.

Isolatorerne skal være velegnede til anvendelse i et miljø svarende til SPS-klasse d) eller e) jf. DS/IEC TS 60815-1. I bilag 2 er givet eksempler på typiske miljøer svarende til SPS-klasse d) og e). Ønsket SPS-klasse oplyses ved udbud.

Minimumskrybelængden for isolatorerne uanset materiale skal være:

Højeste spænding for vikling [kV]	Minimums krybelængde [mm]	
	SPS-klasse d	SPS-klasse e
12	300	372
17,5	437	543
24	600	744

Isolatorer i forbindelse jordningsterminalgennemføring skal have samme krybelængde som isolator til nettilslutningsterminalgennemføring.

Dimensioner af tilslutningsbolte og møtrikker mv. oplyses ved udbud.

Tilslutningsflanger skal medleveres og være fremstillet af forsølvet kobber eller et materiale med tilsvarende elektriske og mekaniske egenskaber. Bolte og møtrikker skal være fremstillet af rustfrit stål.

Viklingernes tilslutning til isolatorerne indvendigt skal være sikret mod løsgående møtrikker.

#### 4.3.2.2 Kabelstikforbindelser

Kabelstikforbindelser skal være dimensioneret til slukkespolens mærkestrøm og være udført og afprøvet i overensstemmelse med DS/EN 50180-1.

#### 4.3.3 Mærkning af gennemføringer

Nettilslutningsgennemføringen skal være mærket A og jordingsgennemføringen B. Mærkningen skal være vejrbestandigt.

### 4.4. Hovedbeholder

**4.4.1.** Hovedbeholder (inkl. eventuelle køleelementer), pakninger mv. skal være dimensioneret, så de(n) uden blivende deformation tåler oliefyldning og i tillæg hertil et indvendigt overtryk svarende til en oliesøjle af samme højde som beholderens indvendige højde. Slukkespolen skal herved forblive olietæt.

Ved 50-60 kV slukkespoler skal hovedbeholderen, eventuelle køleribber, pakninger mv. kunne tåle et vakuum på 100 Pa uden blivende deformation.

**4.4.2.** Hovedbeholder, konservator og køleribber skal være udformet, så der ikke kan danne sig luftlommer.

**4.4.3.** Køleribber i korrugeret plade skal afstives indbyrdes foroven og forneden, hvis ribberne er mere end 100 mm dybe.

**4.4.4.** Hovedbeholderen skal have to tilslutningssteder for jordledere, en på hver side af beholderen. Tilslutningsstedet skal enten være en jordingsskrue M 12, længde 35 mm, forsynet med to møtrikker, eller en klemmeforbindelse for 95 mm<sup>2</sup> kabel. Skruer mv. skal være af rustfrit stål.

### 4.5.

#### Korrosionsbeskyttelse

Samtlige detaljer inkl. skruer, møtrikker og øvrigt befæstelsesmateriel, ventiler, terminaler, klemrækker mv. dimensioneres for mindst 20 års levetid i et miljø svarende til korrosionsklasse 3, kraftig påvirkning, industri- og kystområde. For 10-20 kV slukkespoler til indendørs opstilling kan korrosionsklasse 1 dog specificeres i udbud. Overfladebehandling mv. udføres jf. bilag 1.

### 4.6. Kasse for hjælpeudstyr, kontrolledninger mv.

Eventuelt hjælpeudstyr og eksterne forbindelser til dette og til målekredse mv. placeres i samme skab af stål. Kondensering af luftens fugtighed i skabet skal være forhindret af et varmelegeme for 230 V vekselspænding.

Indvendigt på lågen skal forefindes et vejrbestandigt strømskema. Type af klemmer skal specificeres ved udbud. Samtlige ledninger skal være plastisolerede. Kabler skal være i armeret udførelse eller på anden måde beskyttet mod mekanisk beskadigelse.

### 4.7. Beskyttende jordforbindelse

Der skal være en beskyttende jordforbindelse mellem hovedbeholderen og hjælpeudstyr for spændinger på 500 V og derunder, forudsat der ikke på anden vis er en god, stabil elektrisk forbindelse.

Udførelsen skal opfylde krav i bekendtgørelse om sikkerhed for udførelse af elektriske anlæg og DS/EN 50522.

## 5. TILBEHØR

Slukkespolen skal være udstyret med det nedenfor angivne tilbehør. Hvis slukkespolens oliesystem er hermetisk lukket, udgår punkterne 5.1. til og med 5.4. Hvis slukkespolen ikke er hermetisk lukket, og hovedbeholderen m.m. er dimensioneret til et olievolumen, der er mindst 10% større end det olievolumen, der svarer til lavest tilladelige olieniveau, udgår punkterne 5.1. og 5.2.

### 5.1. Oliekonservator

**5.1.1.** Oliekonservatoren skal have et volumen, som er mindst 10% af det olievolumen, den har forbindelse med. Konservatorens bundsump skal udgøre 5 ... 10% af konservatorens volumen. Den skal have en påfyldningsstuds med blindflange eller prop. Bundsumpens indhold skal kunne aftappes.

**5.1.2.** Oliekonservatoren forsynes med et oliestandsglas (evt. en oliestandsviser) af ikke brændbart materiale. Der skal være markeringer af normale oliestande ved hhv. +20, 0 og -20 °C olietemperatur.

### 5.2. Gasrelæ mv.

Hvis det for en slukkespole er krævet i udbud, skal den forsynes med et gasrelæ i forbindelsesrøret mellem hovedbeholderen og olieconservatoren. Gasrelæet skal have to frie slutte- og/eller brydekontakter, hvoraf den ene skal aktivere ved svag og den anden ved kraftig gasudvikling.

Der skal være et ventilarrangement, så gasrelæet kan udskiftes, uden at olieconservatoren skal tømmes. Uanset ventilstilling skal olien i hovedbeholderen have fri adgang til olieconservatoren. Der skal være ventiler for udtagning af gasprøve og for indblæsning af luft ved afprøvning.

### 5.3. Lufttørreapparat

Ved 50-60 kV slukkespoler og ved 10-20 kV slukkespoler med eller uden olieconservator skal luftudveksling med omgivelserne ske gennem et lufttørreapparat.

Det skal ved udbud specificeres, om lufttørreapparat skal være af type med manuelt udskifteligt tørremiddel (silicagel eller lignende) eller af den selvgenererende type. Uanset valg skal krav til udførelse og afprøvning for den respektive type i DS/EN 60076-22-7 være opfyldt.

Lufttørreapparat skal placeres ca. 1 m over slukkespoletankens bund og skal have en olielås til reduktion af luftudvekslingen.

Hvis silicagel anvendes i tilfælde af lufttørreapparat af typen med manuelt udskifteligt tørremiddel, skal lufttørreapparatet endvidere have et vindue, således at tørremidlets farve i apparatets top og bund kan kontrolleres.

### 5.4. Ventiler

**5.4.1.** 10-20 kV slukkespoler skal have et olieaftapningssted anbragt på siden af hovedbeholderen og så langt nede som muligt. Hvis det anføres i udbuddet, skal aftapningen ske gennem en ventil.

**5.4.2.** På 50-60 kV slukkespoler skal der ved diagonalt modstående hjørner af hovedbeholderen være to ventiler for påfyldning, aftapning og recirkulation af olien. Den ene ventil anbringes ved hovedbeholderens bund, så også bundlaget vil indgå i en oliecirculation. Den anden ventil placeres ved toppen af beholderen. Alternativt placeres den ved bunden, men da skal den have forbindelse til toppen af beholderen gennem et stigrør, og af ventilernes mærkeplader skal tydeligt fremgå, hvilken der vedrører topolien. Ventilerne skal være afsluttet med en flange svarende til DIN 2533 med en gennemstrømningsåbning på 40 eller 80 mm<sup>2</sup>.



**5.4.3.** Der skal være en ventil for udtagning af olieprøver. Ventilen anbringes i en højde af ca. 10 cm over hovedbeholderens bund.

**5.4.4.** Alle ventiler skal være forsynet med en olietæt slutmuffe eller blindflange og ved flere ventiler med en mærkeplade for deres anvendelse.

## **5.5. Sekundærvikling, måletransformere mv.**

**5.5.1.** Medmindre andet er anført i udbud, skal en 10-20 kV slukkespole have en sekundærvikling beregnet for tilslutning af en modstand til wattkomponentforstærkning.

Sekundærviklingens mærkespænding skal være 500 V med en tolerance på  $\pm 10\%$ , hvilket skal kunne opfyldes for alle slukkespoleindstillinger. For trinvis regulerede slukkespoler, jf. punkt 3.4.2., omkobles viklingen sammen med primærviklingen.

Sekundærviklingens mærkeeffekt og maksimale driftstid ved fuldlast bør anføres i udbud. Er intet anført, vælges mindst 100 kW og en driftstid på 90 s.

Sekundærviklingens temperatur må ikke overstige den i DS/EN 60076-5 tabel III anførte værdi for kortslutningspåvirkning af transformerviklinger.

**5.5.2.** Hvis det ønskes i udbud, indbygges en strømtransformer med en mærkeydeevne på 15 VA i klasse "1 med udvidet strømområde til 120%. Som primær mærkestrøm vælges den blandt de af IEC-standardiserede mærkestrømme for strømtransformere, som ligger nærmest (under) slukkespolens mærkestrøm. Sekundær mærkestrøm skal være 5 A.

**5.5.3.** Hvis det ønskes i udbud, indbygges en spændingstransformer med den heri anførte sekundærmærkespænding (100 V eller 110 V). Mærkeydeevnen skal være 100 VA i klasse 3P, medmindre andet aftales.

I slukkespoler med regulerbart luftgab anvendes alternativt en målevikling. Da tillades en tolerance på omsætningsforholdet på  $\pm 15\%$ , hvilket skal være opfyldt for alle slukkespoleindstillinger. Vinkelfejlen skal svare til klasse 3P.

**5.5.4.** Klemmer for måletransformere og sekundærvikling skal være tydeligt mærket. Mærkningen skal være vej- og oliebestandig.

**5.5.5.** Eventuelle signalkontakter skal være frie og for jævnspænding jf. udbud.

## **5.6. Wattkomponent forstærker (modstand)**

Watt-komponentforstærkeren skal udgøres af en modstand, som kan tilsluttes slukkespolens sekundærvikling, jf. punkt 5.5.1. Modstanden skal være udført og afprøvet i overensstemmelse med appendiks G i DS/EN 60076-6.

Modstanden skal være luftisoleret, medmindre andet oplyses ved udbud. Ved udbud oplyses, om modstanden skal være installeret indendørs eller udendørs.

Modstanden skal have en mærkespænding på 500 V og en mærkeeffekt, som skal specificeres ved udbud (typiske størrelser ligger omkring 60 kW eller 100 kW), og skal være dimensioneret for en indkoblingstid på minimum 30 sekunder, hvorefter udkobling og afkøling kan være nødvendigt. Afkølingstid oplyses ved tilbud.

Modstanden skal være indkapslet med en kapslingsklasse IP23.

Modstanden skal være beskyttet af et termorelæ.

**5.7**  
**Transportanordninger,**  
**mv.**

**5.7.1.** Det skal ved udbud oplyses, om 10-15-20 kV slukkespoler skal forsynes med transportruller.

**5.7.2.** 50-60 kV slukkespoler skal efter kundens specifikationer forsynes med transportruller eller flangehjul. Ved flangehjul skal sporvidden være 1435 mm (indvendigt mål), jf. DS/EN 60076-22-7. 4 sæt låsekiler til fastspænding på skinner skal medfølge.

**5.7.3.** 50-60 kV slukkespoler skal forsynes med de for transport nødvendige trækøjer på understellet.

**5.7.4.** På 50-60 kV slukkespoler skal hovedbeholderen have tydeligt markerede forstærkninger eller løfteflanger for anbringelse af donkraft.

**5.7.5.** 50 - 60 kV slukkespoler skal have øjer eller kroge til løftning af såvel komplet oliefyldt slukkespole som kerne med låg.

**5.8. Olie**

Hvis ikke andet specificeres ved udbud, skal olien være mineralolie og opfylde kravene i DS/EN 60296 til transformerolie type A eller type B.

Det skal ved udbud oplyses, om transformerolien ønskes inhiberet.

For at minimere risikoen for dannelsen af kobbersulfider skal olien testes "ikke korrosiv" i henhold til prøvninger forskrevet i DS/EN 62535.

**5.9. Mærkning**

Slukkespolen skal have en synlig og entydig mærkeplade i vej- og oliebestandig udførelse med den i DS/EN 60076-6 specificerede information.

- Type af reaktor (slukkespole)
- Udendørs og/eller indendørs anvendelse
- Reference til EN 60076-6
- Fabrikat
- Serienr.
- Fabrikationsår
- Isolationsniveauer
- Mærkefrekvens
- Mærkespænding
- Mærke tomgangsspænding for sekundærvikling (hvis anvendelig)
- Maksimum kontinuer spænding
- Mærkestrøm og -varighed
- Type af regulering
- Type af køling
- Temperaturstigning for topolien og gennemsnitstemperaturstigning af vikling ved mærkestrøm og -varighed
- Totalvægt
- Transportvægt
- Vægt af tom oliebeholder
- Vægt af isolationsolien
- Type af isolationsolie og eventuel inhibitor
- Koblingsdiagram for reguleringsudtag herunder evt. strømtransformere
- Type af vinklinskobler (ved trinvisregulering)

- Tabel eller graf, som indikerer reguleringsområde i Ampere eller procent i forhold til mærkestrøm.

Herudover skal vægt af kerne med vikling og låg fremgå.

## **6. PRØVNINGER**

Inden en leverance godkendes, skal rutine- og typeprøvninger jf. DS/EN 60076-6 med nedenstående tilføjelser være gennemført med et tilfredsstillende resultat til følge.

Protokoller med resultater af alle rutineprøvningerne skal tilsendes køberen i 2 eksemplarer senest med fakturaen.

### **6.1. Rutineprøvninger**

**6.1.1.** Måling af viklingens resistans. For slukkespøler med trinombobling jf. punkt 3.4.2 måles primærviklingens modstand i samtlige stillinger.

**6.1.2.** Måling af strøm over hele reguleringsområdet. For kontinuerligt regulerede spøler gennemføres målinger i yderstillingerne og i et tilstrækkeligt antal punkter til verificering af den mekaniske indikering jf. punkt 4.1.2.

Målingen udføres så vidt muligt ved mærkespænding og -frekvens. Hvis det ikke kan gennemføres, udføres målingen ved den højest mulige spænding.

**6.1.3.** Måling af spændingsforhold mellem primærvikling og hhv. sekundær - og målevikling. For trinomboblede slukkespøler gennemføres målinger ved samtlige sammenhørende udtag af primær og sekundærvikling. For kontinuerligt regulerede spøler skal der mindst måles i yderstillingerne.

**6.1.4.** Prøvning med overspænding fra separat spændingskilde. Prøvningsspændingens størrelse fremgår af tabellen under punkt 3.7. Ved slukkespøler med ensartet isolation anvendes spændingerne i kolonne 2. Ved graderet isolation anvendes kolonne 4.

**6.1.5.** Prøvning med induceret overspænding. Slukkespølen indstilles uanset reguleringsmåde på minimal strøm. For slukkespøler med trinvis regulering kan det dog anføres i udbud, at prøvningen skal gennemføres ved maksimal størmindstilling.

Spændingen mellem terminalerne skal være det dobbelte af mærkespændingen. Ved slukkespøler med graderet isolation skal gennemføringen for nettilslutning samtidigt prøves med en spænding, hvis størrelse fremgår af kolonne 2 i tabellen under punkt 3.7.

Er en prøvning med induceret overspænding ikke praktisk gennemførlig, skal den erstattes af en stødspændingsprøve jf. punkt 6.2.1, og dette skal være meddelt køber i tilbuddet. For en trinomboblet spøle gennemføres denne alternative prøvning både ved maksimal og minimal størmindstilling.

**6.1.6.** Hjælpe- og måleviklinger skal prøves med 2 kV til jord, 50 Hz, i et minut.

**6.1.7.** Funktionsprøvning af eventuelt reguleringsudstyr.

### **6.2. Typeprøvninger**

**6.2.1.** Stødspændingsprøvning med en prøvespænding som angivet i kolonne 3 i tabellen under punkt 3.7. Stigetiden skal højst være 1,2  $\mu$ s, og halveringstiden skal være 50  $\mu$ s. Ved slukkespøler med udtag skal prøvningen udføres med slukkespølen indstillet til minimal strøm.

**6.2.2.** Temperaturstigningsprøvning. Prøvningen udføres ved den indstilling, som giver de største tab.

**6.2.3.** Måling af strøm ved mærkespændingen.

### **6.3 Specialprøvning**

Specialtest i henhold til DS/EN 60076-6 kan yderligere specificeres ved udbud.

- Måling af tab
- Måling af magnetisk karakteristik op til og med 1,1 gange mærkespændingen
- Måling af støjniveau
- Holdbarhedstest af reguleringsmekanisme
- Demonstration af, at slukkespolen kan modstå dynamiske effekter fra mærkestrømmen.

## 7. OPLYSNINGER VED UDBUD

Der skal gives følgende data og oplysninger ved indhentning af tilbud:

- Mærkespænding, jf. punkt 3.2.
- Mærkestrøm, jf. punkt 3.3.
- Om slukkespolen skal være regulerbar i spændingsløs tilstand eller regulerbar under drift.
- Eventuelle krav vedrørende reguleringsområde eller trinafstande, jf. punkt 3.4.
- Ved spændingsløs regulering anføres, om kontinuerlig regulering vil blive foretrukket.
- Ved regulering under drift anføres, om en kontrolenhed for automatisk regulering, potentiometer, sender/instrument for stillingsvisning mv. skal medleveres, jf. punkt 4.1.1.
- DC-spænding for signalkontakter mv.
- Om der skal indbygges strømtransformer.
- Om der skal indbygges spændingstransformer/målevikling. Krav til mærkespændinger (og evt. mærkeeffekt, hvis der ikke er behov for 100 VA).
- Eventuelt om en 500 V sekundærvikling jf. 5.5.1 ønskes udeladt (10 - 20 kV) eller påbygget (50-60 kV).
- Mærkeeffekt og driftstid ved fuldlast.
- Om slukkespolen skal have ind-/påbygget nulpunktsmodstand. Mærkespænding, mærkeeffekt, indkoblingstid, om den skal være luft- eller olieisoleret og IP-klasse, jf. punkt 5.6.
- Krav vedrørende korrosionsbeskyttelse og eventuelt dækfarve, jf. punkt 4.5.
- Eventuelle krav vedrørende transformerolie, fx om den skal være af type A eller B og om den skal være inhiberet, jf. punkt 5.8.
- Eventuelle krav vedrørende ventiler jf. punkt 5.4.1.
- Om gasrelæ mv. ønskes medleveret jf. punkt 5.2.
- Om hermetisk lukket beholder eller ikke hermetisk lukket beholder med eller uden oliekonserver vil blive foretrukket.
- Om låget skal være boltet til beholderen.
- Eventuelle krav til slukkespolens dimensioner.
- Om slukkespolen skal udstyres med transportanordninger og hvilke jf. punkt 5.7.
- Eventuelle krav vedrørende klemmer: målebøsninger, kortslutningsbøjler, skillestykker, varmelegeme.
- For trinvis regulerede slukkespoler anføres, om prøvning med induceret overspænding jf. punkt 6.1.5. ønskes gennemført ved maksimal strømstilling.
- Hvilke reservedele, der skal indgå i leverancen.
- Tidligste og seneste leveringstidspunkt.
- Leveringssted og tilkørselsforhold.
- Eventuel leveringsbetingelse, medmindre andet anføres, er betingelsen frit leveringsstedet (Inco-terms 2020).
- Seneste tidspunkt for fremsendelse af tilbud henholdsvis bindende måleskitse, strømskemaer, instruktion for vedligeholdelse m.m.
- Om merpris for stødspændingsprøvning (speciel prøvning) som beskrevet i punkt 6.2.1. ønskes oplyst (uaktuelt ved slukkespoler til 10-20 kV net).
- Eventuelle krav vedrørende garantitid, forsikringer og deposita.

Der bør endvidere redegøres for de kommercielle betingelser.

## 8. OPLYSNINGER VED TILBUD

Der skal gives oplysninger om følgende ved tilbud:

- Pris for komplet slukkespole frit på leveringssted.
- Pris for reservedele og garantiperiode herfor.
- Merpris for stødspændingsprøvning (speciel prøvning), hvis kunden har udbedt sig denne oplysning.
- Eventuelle prisreguleringer.
- Oplysninger om toldsats, kurs og moms.
- Betalingsbetingelser.
- Data for gennemføringer (krybestrækninger, isolationsniveau, mærkestrøm, fabrikat, type og typeprøvning).
- Olietype og eventuel inhibitor, i så fald data for basisolien.
- Oplysninger om overfladebehandling.
- 500 V sekundærvikling: Mærkeeffekt og maksimal driftstid ved fuldlast.
- Wattkomponent forstærker: Mærkespænding, mærkeeffekt, indkoblingstid og afkølingstid.
- Oplysninger om eventuelle, indbyggede måletransformere.
- Oplysninger om lydeffektniveau jf. DS/EN 60076-10 ved maksimal induktion, såfremt målingerne er udført.
- Samlet vægt af slukkespole.
- Vægt af kerne med vikling(er) og låg, nødvendig kranhøjde for udtagning af denne.
- Vægt af olie.
- Største transportvægt.
- Målskitser, strømskemaer, beskrivelser m.m., som er nødvendige for bedømmelse af slukkespolens konstruktion, herunder også eventuelt elektrisk betjeningsudstyr og reguleringsudstyr, påbygget nulpunktsmodstand mv.
- Leveringstid.
- Garantitid.

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

## BILAG 2: KORRISSIONSBESKYTTELSE

Note: Opdatering af krav til korrossionsbeskyttelse er under overvejelse.

1. Der tilstræbes en levetid på 20 år eller mere.
2. Der forudsættes en miljøpåvirkning svarende til kraftig forurening (pollution level III-heavy, jf. EN 60071-2).
3. Alle konstruktionsdele skal være veldrænede. Profil- og pladekanter skal være afrundede,  $r \geq 2$  mm eller lig den halve godstykkelse. Svejseperler og fremstående overfladefejl skal fjernes fuldstændigt.

Alle svejsninger skal være fuldsvejste, og al svejseslagge skal være fjernet inden overfladebehandling. Efter svejsning med beklædte elektroder skal konstruktionen vaskes omhyggeligt med vand, når den efterfølgende rensning er sandblæsning.

4. Udvendig behandling.  
Der vælges mellem følgende systemtyper:

### 4.1 Maling.

Forbehandlingen skal være sandblæsning, min. til renhedsgrad Sa 2 1/2 ifølge ISO 8501-1.

Overfladebehandlingen udføres som følgende:

Grundmaling, tokomponent zinkrig epoxy eller metallisering med zink      min. 50  $\mu\text{m}$

Mellemmaling, tokomponent epoxy      min. 140  $\mu\text{m}$

eller vinyl- eller klorkautsjuk      min. 160  $\mu\text{m}$

Slutmaling, på epoxy tokomponent polyurethan eller vinyl/akryl-emaļje      min. 30  $\mu\text{m}$

Termoplastisk mellemmaling skal påføres termoplastisk slutmaling. Alternative malingsbehandlinger kan tilbydes til købers bedømmelse og eventuelle godkendelse.

Vedhæftningsprøvning efter DS/EN ISO 2409 skal resultere i værdierne Gt 0, Gt 1 eller Gt 2. Prøvningskravet skal kunne opfyldes både på leveringstidspunktet og ved garantiperiodens udløb.

Poretæthedsprøvning ved lavspændt poresøger (9V, våd svamp, se f.eks. DS/R 454) må højst udvise følgende antal porer:

3 porer/m kantlængde  
3 porer/m<sup>2</sup> overflade

- 4.2. Varmforzinkning (af mindre emner).

Varmforzinkning ifølge DS/ISO 1459 og 1461, klasse B.

4.3 Hvor pladetykkelse eller konstruktionsudformning medfører, at hverken varmforzinkning i klasse B eller malebehandling jf. 4.1 er mulig, foretrækkes varmforzinkning ifølge DS/ISO 1459 og 1461, klasse C, fremfor en malebehandling. En sådan afvigelse skal anføres og begrundes i tilbud.

5. Kravene til skruer, møtrikker, spændeskiver mv. er syrefast rustfrit stål (AISI 316), skruegevind rullet. Gevind mv. indfedtes.

6. Indvendig behandling.

Transformertanken og en eventuel oliekonserver rengøres for rust, slagge og svejseperler, støvsuges og afrenses. Oliekonserveren skal indvendigt males med en oliebestandig maling; det samme gælder transformertanken.

Køleelementer skal indvendigt behandles, så de er rene og frie for rust og svejse-slagge mv.

7. Hvis leverandøren tilbyder alternative behandlinger, er de beskrevne behandlingsforslag kvalitetsreferencer. Generelt må man forlange større lagtykkelser af alternativerne, specielt når de ikke omfatter en zinkrig grundbehandling, mens kravene til tæthed og vedhæftning er uændrede.



**BILAG 2:****SPS-klasse****SPS-klasse e)**

- Inden for 3 km fra kyst
- Inden for 1 km fra forureningskilde
- Længere væk fra kyst end 3 km, men hvor tæt tåge/støvregn ofte forekommer efter længere tør periode (adskillige uger og måneder), hvor forurenende partikler har kunnet akkumulere på isolatorerne

**SPS-klasse d)**

- Samme afstand til kyst som ved SPS-klasse e), men hvor isolator kan udsættes for direkte skumsprøjt eller salttåge
- Isolatorer direkte udsat for forurenende partikler med høj ledningsevne, cementagtigt støv med høj densitet, og hvor overflader ofte fugtes af tæt tåge/støvregn.