

|  |  |
|--|--|
| <b>Kontrollmoment</b><br><br>Rubrik/Title<br><b>Kortslutna asynkronmotorer</b> | Beteckning/Document<br><b>KBE EP-170</b> |
|  | Utgåva/Issue<br><b>4 (S)</b>             |
|  | Datum/Date<br><b>2017-05-22</b>          |
|  | Ersätter/Supersedes<br><b>3 (S)</b>      |

## 1 Omfattning

Detta kontrollmoment gäller för kortslutna asynkronmotorer av låg- eller högspänningstyp, primärkylda med luft eller vatten (våta motorer). Kontrollpunkter ingående i kontrollmomenten kan tillämpas för andra typer av motorer samt generatorer.

Kontrollerna kan genomföras som allkontroll eller typkontroll beroende på vad som specificerats i kontrollplanen.

## 2 Syfte

Verifiering av att motorerna uppfyller ställda krav på funktion och prestanda.

## 3 Kontroll

### 3.1 Allmänt

Krav i Teknisk Specifikation övertider kraven i detta kontrollmoment.

Kontroll ska utföras i den följd som anges i detta kontrollmoment. Om Tillverkaren/Leverantören använder andra provmetoder ska dessa granskas och godkännas av Beställaren

Under provningarna använda elektriska mätinstrument ska vara kontrollerade enligt tillverkarens QA-program.

Uppmätta värden ska ligga inom föreskrivna värden.

### 3.2 Luftgapsmätning

Luftgapsmätning utförs på större motorer med öppningar i lagersköldarna. Luftgapet kontrolleras med tolk från båda motorändarna, i minst fyra positioner jämnt fördelade kring rotorn.

### 3.3 Mätning av lindningsresistans

Resistansen i statorlindning ska mätas vid motoruttagen med specificerad mätmetod.

Innan mätningen påbörjas ska motorn ha antagit omgivningstemperaturen, som också ska mätas och dokumenteras.

### 3.4 Tomgångsprov

Provningen ska utföras på motorer i komplett skick och i samma monteringsläge som vid normal användning. Våta motorer ska vara helt fyllda med vatten.

Under provningen ska följande parametrar mätas:

- Matningsspänning
- Strömmar
- Inmatad effekt (mätt med två-wattmetermetoden eller motsvarande)
- Frekvens och varvtal

### 3.5 Provning utan belastning (typprov)

Tomgångsförluster ska stabiliseras vid nominell frekvens och spänning. De tomgångsförluster anses stabiliseras när obelastad effekt varierar med 3 % eller mindre, mätt vid två på varandra följande 30 min intervaller.

Medan motorn körs, ska motorn kontrolleras för mekanisk obalans, ljudnivå och rotationsriktning. (IEC 60034-2-1)

### 3.6 Friktion och lindningsförluster, järnförluster

Prova på ett minsta antal sju värden för spänning, inklusive märkspänning, så att:

- fyra eller fler värden avläses ungefär jämnt fördelade mellan 125 % och 60 % av nominell spänning
- tre eller fler värden avläses ungefär jämnt fördelade mellan 50 % och ca 20 % av nominell spänning, eller (för en icke hopkopplad maskin) till en punkt där strömmen inte längre minskar

Motorn ska kopplas till märkspänning och frekvens och drivas tills termisk jämvikt uppnåtts.

Alla mätningar ska utföras vid nominell frekvens. På begäran ska järn-, friktions-, ventilations- och övriga förluster dokumenteras. (IEC 60034-2-1)

### 3.7 Provning utan belastning (allprov)

Vid körning vid obelastad mätning av ström och hastigheten ska göras. Mätningen ska utföras vid nominell spänning och frekvens.

Uppmätta tomgångsförluster ska ligga inom angivna toleranser. Onormal ljudnivå eller tecken på felaktig balansering, vare sig mätt eller observerat, kommer inte att accepteras. Rotationsriktningen ska vara i enlighet med IEC 60034-8.

### 3.8 Lastförluster (Belastningskurva prov)

Provet ska utföras i enlighet med IEC 60034-2-1.

Maskinen ska belastas med lämpliga medel.

Följande parametrar ska mätas och registreras under provet:

- Matningsspänning
- Ström
- Ineffekt (mätt med hjälp av två-effektmätare eller likvärdigt)
- Uteffekt
- Frekvens
- Hastighet

Den sammanlagda förlusten metoden som beskrivs i IEC 60034-2-2 får tillämpas för större motorer.

### 3.9 Temperaturstegring

Provningen ska utföras på motor i komplett skick och i samma monteringsläge som vid normal drift. Våta motorer ska vara helt fyllda med vatten.

Under provningen ska följande parametrar mätas:

- Matningsspänning
- Ström
- Inmatad effekt (ska mätas med två-wattmetermetoden eller motsvarande)
- Avgiven effekt
- Frekvens
- Varvtal
- Temperatur (omgivning, plåtpaket, lindning, lager, inlopp och utlopp för kylmedium)
- Kylflöde (om kylmediet är vatten)

Motorn ska provas vid märkeffekt.

För våta motorer och motsvarande sammanbyggda enheter, pump-motor, justeras belastning genom att maximalt flöde ställs in för den inbyggda pumpen.

Temperaturen stiger Provet ska fortgå tills en termisk jämvikt har uppnåtts.

Temperaturökningen ska mätas och utvärderas i enlighet med IEC 60034-1.

Uppmätta värden ska ligga inom de gränser temperaturökning på motorerna elektrisk isolering (EIS) IEC 60085. Se IEC 60034-1 för gällande termisk klass.

### 3.10      **Rusnings- och vibrationsprov (allprov)**

Provningen ska utföras på motor i komplett skick och i samma monteringsläge som vid normal drift. Våta motorer ska vara helt fyllda med vatten.

Under provningen ska följande parametrar mätas:

- Matningsspänning
- Strömmar
- Frekvens eller varvtal
- Vibrationsnivå såväl axiellt som radiellt i två mot varandra vinkelräta riktningar. På våta motorer kan vibrationen mätas på motorhöljet vid lagren.
- Lagertemperatur
- Tid

Rusningsprovet ska genomföras vid 120 % av maximalt märkvarvtal i två minuter. Speciell uppmärksamhet riktas mot förekomsten av onormalt buller.

Efter rusningsprovet ska motorns spänningstålighet kontrolleras.

Provet anses ha gett tillfredsställande resultat om ingen permanent onormal deformation eller annan svaghet som skulle kunna påverka motorns normala funktion kan upptäckas.

Ingen skillnad ska detekteras i vibrations frekvens spektra och amplitud efter rusningsprovet.

Motorn ska efter rusningsprovet uppfylla kraven med avseende på spänningstålighet.

### 3.11      **Överspänningsprov (allprov)**

Provningen ska utföras på motor i komplett skick och i samma monteringsläge som vid normal drift. Våta motorer ska vara helt fyllda med vatten.

Under provningen ska följande parametrar mätas:

- Matningsspänning
- Frekvens eller varvtal
- Strömmar
- Tid

Provet ska genomföras med 1,3 gånger märkspänning under en minut.

Efter provet ska motorns spänningstålighet kontrolleras.

Provet anses ha gett tillfredsställande resultat om inga plötsliga strömökningar inträffar under provningen.

Motorn ska efter överspänningsprovet uppfylla kraven på spänningstålighet.

### 3.12 Kortslutningsprov (allprov)

Provningen ska utföras på motor i komplett skick och i samma monteringsläge som vid normal drift. Våta motorer ska vara helt fyllda med vatten.

Rotorn kan antingen låsas i en fast position eller tillåtas rotera mycket långsamt under provningen.

Matningsspänningen ska anpassas så att erforderliga strömvärden uppnås. Under provningen ska följande parametrar mätas:

- Matningsspänning
- Strömmar
- Inmatad effekt (mätt med två-wattmetermetoden eller motsvarande)
- Lindningstemperatur.
- Frekvens

Efter provet ska motorns spänningstålighet kontrolleras.

Uppmätta och beräknade värden på strömmar och inmatad effekt samt beräknad effektfaktor med låst rotor ska ligga inom föreskrivna toleransgränser.

Motorn ska efter kortslutningsprovet uppfylla kraven på spänningstålighet.

### 3.13 Tan delta prov

För att prova den elektriska isoleringen på barer och spolar med  $U_N$  från 5 kV till 24 kV ska de provningsförfaranden vara i enlighet med den europeiska standarden EN 50209 som ett allprov eller som ett förstörande stickprov.

### 3.14 Ljudnivå

Provningen ska utföras på motor i komplett skick och i samma monteringsläge som vid normal drift. Våta motorer ska vara helt fyllda med vatten.

Ljudnivån bestäms när motorn är obelastad i tomgång.

Vid behov utförs mätning av bullernivån i enlighet med IEC 60034-9.

Konstaterad bullernivå får ej överskrida vad som är karakteristiskt för motortypen.

### 3.15 Överspänningsprov

Provet ska utföras i enlighet med IEC 60034-15.

De provnivåerna ska vara i enlighet med TBE 103 avsnitt 4.6.

Provet kan utföras som stickprov (förstörande provning) eller som allprov.

### 3.16 Spänningstålighet (allprov)

Provningen ska utföras på motor i komplett skick och i samma monteringsläge som vid normal drift. Våta motorer ska vara helt fyllda med vatten.

Tillförlitliga anslutningar ska finnas mellan statorplåtpaket och ram och mellan höljen på hjälputrustning och ram.

#### Alternativ 1:

Om båda ändarna av varje fas är tillgängliga var för sig, ska provspänningen läggas mellan en fas och stommen som förbinds med övriga faser. Samtliga faser kontrolleras på detta sätt.

#### Alternativ 2:

Om lindningarna är internt hopkopplade provas mellan fas och stomme.

Före och efter spänningsprovet ska isolationsresistansen mätas enligt punkt 3.17.

#### Hjälputrustning (värmare, givare, etc.)

Provspänningen ska anslutas mellan utrustningens uttag och stomme.

#### Provspänning

Provspänningen ska vara sinusformad och ha märkfrekvens.

Växelströmskällan ska ha tillräcklig effekt för att upprätthålla provspänningen, även då läckströmmar förekommer.

Provningen ska börja med högst hälften av full provspänning och ökas kontinuerligt eller i steg om högst 5 % av full provspänning. Tiden för ökningen från halv till full provspänning ska vara minst 10 sekunder.

Provets varaktighet med full spänningsnivå ska vara minst 1 min.

För lindningar på asynkrona roterande maskiner ska provspänningen (rms) vara  $U_{\text{prov}} = 1000 \text{ V} + 2 \times U_N$ , med ett minimum av 1500 V.

För temperatursensorer och annan hjälputrustning ska provspänningen vara i enlighet med TBE 100.

Under allprov av tillverkade maskiner vilka är klassade för  $U_N \leq 1 \text{ kV}$  kan 1 minutsprovet ersättas med ett prov på en sekund vid 120 % av provspänningen.

Provet bedöms som godkänt om inga isolationsgenombrott eller överslag förekommit.

### 3.17 Isolationsresistans

Kontroll ska utföras på motor i komplett skick och i samma monteringsläge som vid normal drift. Våta motorer ska vara helt fyllda med vatten.

Mätspänningen för lindningar ska väljas enligt nedanstående tabell. Motorns provspänning enligt pkt 3.16 får dock ej överskridas.

| <b>Motorns märkspänning<br/>kV</b> | <b>Mätspänning<br/>kVDC</b> |
|------------------------------------|-----------------------------|
| < 3                                | 0,5                         |
| ≤ 6                                | 1,0                         |
| > 6                                | 2,5                         |
| ≥ 10                               | 5,0                         |

Mätningen ska göras med en isolationsprovare för likström som har erforderlig kapacitet.

Temperaturgivare och andra tillbehör ska provningen spänning för mätning isolationsresistans vara i enlighet med TBE 100:1.

Provspänningen för mätning av kullagrens isolation ska vara 100 VDC.

Avläsningar ska göras när mätspänningen har varit ansluten i 1 minut eller mer.

När så är möjligt, ska kopplingsbleck på kopplingsplinten tas bort och mätningar utföras mellan varje fasuttag och stommen.

Tillbehör ska provas separat.

Följande parametrar ska mätas:

- Isolationsresistans lindningar till stomme
- Isolationsresistans tillbehör till stomme
- Lindningarnas temperatur

Följande minimikrav gäller om ej annat anges i Teknisk Specifikation. Minimikrav enligt TBE 103 tabell 1 ska uppfyllas.

### **3.18 Okulärkontroll**

En systematisk okulärkontroll ska genomföras före emballering och omfatta följande kontrollpunkter.

#### **Motor**

- Märkskylt

Märkskylt ska finnas. Märkskyltens data ska överensstämma med specifikationen.

- Svetsning

Sprickor, rotfel, slagginneslutningar eller porositeter får ej förekomma.

- Bultförband

Åtdragning och låsning.

- Motvikter

Låsning

- Lindningar

Isoleringens integritet samt infästningen av lindningar och lindningsuttag ska kontrolleras.

- Uttag
  - kopplingslådornas storlek och kapslingsklass
  - lindningarnas koppling
  - märkning
  - Uttag ska vara anpassade till specificerad matningsspänning.
  - Uttag för kabelskärm ska finnas.
  - kryp- och luftavstånd
  - kontaktpressade förbindningar
  - lösa eller felande parter
  - dimensionskontroll
  - uttag för PE-ledare
  - bultdimension och placering

- Smörjning

Smörjskylt ska finnas. Motorn ska vara smord. Överflödigt fett avlägsnas.

- Målning

Utförande, skiktjocklek

- Renhet
- Dräneringshål

Förekomst och placering enligt Teknisk Specifikation

- Lyftmöjligheter
- Eventuella borstar och borstbryggor

## Tillbehör

- Allmänt

Antalet tillbehör, kapslingsklass, montering och inkoppling, ledarmärkning, genomföringar, åtdragning

- Värmeelement

Typ, märkdata, märkning, separat uttagslåda

- Mättransformatorer

Typ, märkdata, märkning

- Temperaturgivare

Typ, nominell resistans, märkning, separat uttagslåda

- Lagerövervakning

Typ, märkning

- Varvtalsgivare

Typ, märkning, kontaktdon

- Nipplar för SPM, montagesätt



### **3.19 Momentkurva**

Momentkurvan ska bestämmas vid märkspänning och dessutom vid en reducerad spänning som anges i TBE 103 stycke 3.2.1.

Nedan anges några alternativa metoder som kan tillämpas:

#### **Metod 1**

Motorn kopplas till en kalibrerad likströmsgenerator, som tar upp den effekt som utvecklas i det aktuella varvtalsområdet.

#### **Metod 2**

Vridmomentet mäts med en dynamometer, som kopplas mellan motorn och belastningen.

#### **Metod 3**

Motorn förses med en takometergenerator vars utsignal deriveras med hjälp av RC-nät eller mät dator. Med motorns tröghetsmoment och registrerade värden på acceleration och varvtal som bas kan momentkurvan beräknas.

Korrigerings ska göras för spänningsfall under startperioden. Det maximala vridmomentvärdet ska även korrigeras med hänsyn tagen till direktstart i obelastat tillstånd. Därför erfordras även prov med spänningen reducerad till 25 och 75 %.

#### **Metod 4**

För pumpmotoraggregat kan provningen utföras som ett startprov vid maximal belastning (maximalt flöde).

Under provningen ska följande parametrar mätas och registreras:

- Matningsspänning
- Ström
- Inmatad effekt (ska mätas med två-wattmetermetoden eller motsvarande)
- Frekvens
- Varvtal
- Vridmoment

#### **Acceptanskriterier**

Uppmätta vridmoment ska ligga inom specificerade toleranser. Synkrona vridmoment måste vara av försumbar storlek.

## **4 Acceptanskriterier**

Övergripande acceptanskriterier finns angivna i Teknisk Specifikation.

## 5 Dokumentering

Genomförd kontroll ska dokumenteras med kontrollintyg, protokoll eller teknisk rapport enligt kraven i kontrollplanen. Dokumentet kan vara gemensamt för flera kontrollmoment inom samma kontrollplan.

Kontroll genomförd som allkontroll ska redovisas till Beställaren med originaldokument.

Dokumentet ska som ett minimum innefatta följande:

- **Kontrollerade objekt**  
Produkt, beteckning, antal, tillverkningsnummer samt hänvisning till Beställarens order.
- **Identitet/Spårbarhet**  
Objektens identitet gentemot typkontrollerade objekt och gentemot tillämpliga specifikationer måste specificeras om inte identiteten redovisas i särskilt intyg (enligt KBE EP-180).
- **Kontrollprocedur**  
Det ska framgå tydligt om kontrollen har utförts enligt detta kontrollmoment eller annan överenskommen procedur.
- **Mätutrustning**  
Typ av utrustning, noggrannhet, identifiering, etc., samt gällande kalibreringsdata för använda hjälpmedel vilkas prestanda är av betydelse för resultatet.
- **Resultat**  
Det ska klart framgå att objekten har uppfyllt ställda krav och acceptanskriterier. Mätvärden som ska dokumenteras enligt proceduren liksom alla avvikelser från krav i tillämpliga specifikationer eller kontrollprocedurer ska redovisas.
- **Godkännande**  
Provningsdatum och ansvarig kontrollant ska framgå. Dokumentet ska vara granskat och godkänt enligt Tillverkarens eller laboratoriets interna QA/QC-rutiner.