

KRAV

TRVINFRA-00149

Version 1.0

Publiceringsdatum 2020-05-01

Elkraftanläggning

Lindningar i roterande omformare Provning



Trafikverkets infrastrukturregelverk

Trafikverket, 781 89 Borlänge

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

trafikverket.se

Lindningar i roterande omformare Provning

TRVINFRA-nummer

Konfidentialitetsnivå

Version

TRVINFRA-00149

Ej känslig

1.0

Innehållsförteckning

1	Syfte	4
2	Omfattning	5
3	Termer	6
4	Förkortningar och symboler	7
5	Test av lindningar i mobila omformare	8
5.1	Allmänna krav	8
5.2	IR-mätning (testnivå 1 och 2)	9
5.2.1	Mätuppkoppling	9
5.2.2	Utförande	10
5.2.3	Utvärdering	11
5.3	PI-mätning (testnivå 3)	11
5.3.1	Mätuppkoppling	11
5.3.2	Utförande	11
5.3.3	Utvärdering	12
5.4	$\tan \delta$ -mätning (testnivå 4)	13
5.4.1	Utförande	13
5.4.2	Utvärdering	13
5.5	DC-mätning (testnivå 4)	14
5.5.1	Utförande	14
5.5.2	Utvärdering	14
6	Dokumentation	16
6.1	Allmänna krav	16
6.2	Provningsprotokoll i samband med revision	16
7	Referenser	18

Lindningar i roterande omformare Provning

TRVINFRA-nummer

Konfidentialitetsnivå

Version

TRVINFRA-00149

Ej känslig

1.0

1 Syfte

Dokumentet ingår i Trafikverkets infrastrukturegelverk. Syftet med Trafikverkets infrastrukturegelverk är att beskriva de krav som ställs på infrastrukturanläggningens egenskaper och skötsel. Regelverk åberopas vid ny- och ombyggnation samt drift och underhåll, exempelvis vid planering, projektering, genomförande och förvaltning. Användare av regelverken är så väl Trafikverkets egen organisation som externa entreprenörer och leverantörer. För användning av regelverket krävs fackkunskap om det teknikområde och anläggningstyp som behandlas och om byggprocessens skeden och villkor.

Lindningar i roterande omformare Provning**TRVINFRA-nummer**

TRVINFRA-00149

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

2 Omfattning

Detta kravdokument baseras på och ersätter helt det ursprungliga dokumentet BVS 543.16410 Test och dokumentation av lindningar i mobila omformare.

Detta kravdokument krävställer provning av lindningar vid underhåll och revision av roterande omformare.

Detta kravdokument är anläggningsrelaterat och kan tillämpas vid upphandling av entreprenader.

Detta dokument innehåller inga råd.

Lindningar i roterande omformare Provning

TRVINFRA-nummer

Konfidentialitetsnivå

Version

TRVINFRA-00149

Ej känslig

1.0

3 Termer

I förekommande fall redovisas termer nedan.

Term	Definition
Förlustfaktor Tip-Up	Tip-Up-värdet anger kvoten, den differentiella stigningen, mellan två $\tan \delta$ för närliggande provspänningsnivåer
IR-mätning	Benämns i talspråk ”meggning”. IR-mätning ska utföras med där för avsedd isolationsprovare
Nollställningsprotokoll	Protokoll med vilket efterföljande mätningar ute i fält ska jämföras
PI-mätning	Förlängd IR-mätning, där hänsyn tas till den kapacitans som finns i lindningen
Revision	Större underhållsinsatser på demonterat omformaraggregat på verkstad
$\tan \delta$	Förhållandet mellan isolationens kapacitiva och resistiva egenskaper (förlustfaktormätning)
Test av lindning	Kontroll av isolation genom provning

Lindningar i roterande omformare Provning

TRVINFRA-nummer

Konfidentialitetsnivå

Version

TRVINFRA-00149

Ej känslig

1.0

4 Förkortningar och symboler

I förekommande fall redovisas förkortningar och symboler nedan.

Förkortning/Symbol	Definition
IR	Isolationsresistans (benämns även ”meggning”)
Pf	Förlustfaktor
PI	Polarisationsindex – kvoten mellan två tidsförskjutna IR-värden

Lindningar i roterande omformare Provning

TRVINFRA-nummer

Konfidentialitetsnivå

Version

TRVINFRA-00149

Ej känslig

1.0

5 Test av lindningar i mobila omformare

5.1 Allmänna krav

K55003

Prov av lindning ska vara utförd av person som har kunskap inom isolationsprovning.

K55004

Utökad kontroll ska vara utförd och bedömd av person som har specialistkunskaper för aktuell provmetod.

K55006

Grundläggande kontroll, testnivå 1, ska vara utförd före spänningssättning efter följande:

- längre tids avställning
- rengöring av lindning
- uppkoppling efter transport.

K55007

Löpande kontroll, testnivå 2, ska vara utförd minst en gång per år.

K55008

PI-mätning, testnivå 3, ska vara utförd minst en gång per år.

K55009

Utökad kontroll, testnivå 4, ska vara utförd minst vart femte år.

K55010

Behov av utökad kontroll, testnivå 4, ska vara bedömd individuellt per omformare utgående från

- provresultat
- trender för lindningar i samma ålderskategori.

K55011

Prov ska vara utförd med tätare intervall om följande föreligger

- tydlig förändring av isolationsnivån
- svårigheter att hålla isolationsnivån inom gränsvärdena
- risk för kondensation för omformare i bergtunnel placerad nära tunnelmynning.

Lindningar i roterande omformare Provning

TRVINFRA-nummer

Konfidentialitetsnivå

Version

TRVINFRA-00149

Ej känslig

1.0

5.2 IR-mätning (testnivå 1 och 2)**5.2.1 Mätuppkoppling****5.2.1.1 Allmänna krav**

K55016

Lindning ska vara frilagd mot apparatvagn.

K55017

Multipeldosor mellan vagnarna ska vara isärkopplade.

K55018

Isolationsprovare ska vara avsedd för att mäta vid spänningarna 500, 1 000, 2 500 och 5 000 V DC.

K55019

Isolationsprovare ska vara läsbar för inställd spänningsnivå.

K55020

Annan mätutrustning än isolationsprovare får inte användas.

5.2.1.2 Statorlindning

K55022

Isolationsprovares positiva testprob ska vara ansluten till statorlindnings uttag eller till dess direkta närhet.

K55023

Isolationsprovares negativa testprob ska vara ansluten till märkt jordpunkt.

K55024

Yttre delar, det vill säga statorgenomföringar och takrör med stödisolatorer, ska vara rentorkade.

5.2.1.3 Rotorlindning och matarkrets*Förutsättning**Med borstlösa matare matare provas normalt rotorlindning och matarkrets samtidigt. Om nedsatt isolation bedöms måste rotorlindning och matarkrets isoleras från varandra för att respektive krets ska kunna mätas.*

K55027

Isolationsprovares positiva testprob ska vara ansluten till rotorlindning, exempelvis via en skena i rotorn eller en släpring.

Lindningar i roterande omformare Provning

TRVINFRA-nummer

Konfidentialitetsnivå

Version

TRVINFRA-00149

Ej känslig

1.0

K55028

Isolationsprovares negativa testprob ska vara ansluten till märkt jordpunkt.

K55029

Huvudfältbrytare, saknas i bortslös matare, ska vara frånslagen vid prov av rotorlindning.

5.2.2 Utförande

K55031

Torktrasor och verktyg ska vara avlägsnade från lindning.

K55032

Följande förutsättningar ska vara dokumenterade vid provtillfälle:

- renhet
- lindningstemperatur
- omgivningstemperatur
- luftfuktighet.

K55033

Renhet, temperatur och fuktighet ska vara bedömd som lämplig för utförande av provning.

K55034

Provspänning vid isolationsprov av statorlindning ska vara:

- 1 000 VDC för testnivå 1
- 2 500 VDC för testnivå 2.

K55035

Provspänning vid isolationsprov av rotorkrets och matarkrets ska vara:

- 500 VDC eller 1 000 VDC för testnivå 1
- 1 000 VDC för testnivå 2.

K55036

Provspänning vid isolationsprov av matarkrets hos borstlös matare får inte överstiga 500 VDC med hänsyn till diodbryggans isolationshållfasthet.

K55037

Högsta provspänningsnivå får inte överskridas vid provning.

K55038

Testnivå 2 ska vara utförd efter att lindningar har uppnått normal drifttemperatur och lindningarna kan antas vara torra.

Lindningar i roterande omformare Provning**TRVINFRA-nummer**

TRVINFRA-00149

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K55039

Isolationsresistans ska vara mätt under 1 minut.

5.2.3 Utvärdering

K55041

Isolationsresistans ska vara temperaturkorrigerad till en lindningstemperatur på +25° C för jämförbarhet mellan olika mättillfällen.

K55042

Godkända värden på isolationsresistans för att få starta omformare ska vara lägst:

- 5 MΩ för generators statorlindning
- 10 MΩ för motors statorlindning
- 0,5 MΩ för matarkrets
- 1 MΩ för rotorlindning.

K55043

Godkända värden på isolationsresistans för drift av omformare ska vara lägst:

- 5 MΩ för generators statorlindning
- 10 MΩ för motors statorlindning
- 1 MΩ för matarkrets
- 2 MΩ för rotorlindning.

K55044

Start av omformare vid lägre än godkända värden på isolationsresistans får inte ske utan godkännande av Trafikverket.

5.3 PI-mätning (testnivå 3)**5.3.1 Mätuppkoppling**

K55049

Mätuppkoppling ska vara utförd som för IR-mätning.

5.3.2 Utförande

K55052

Kontroll av isolationsnivå med lägre spänning ska vara utförd innan prov med full provspänning utförs.

K55053

Provspänning ska vara

Lindningar i roterande omformare Provning

TRVINFRA-nummer

Konfidentialitetsnivå

Version

TRVINFRA-00149

Ej känslig

1.0

- 1 000 VDC för motors statorlindning, första provning, och generators statorlindning
- 2 500 VDC för motors statorlindning, andra provning.

K55054

Isolationsresistans vid provning ska vara noterad.

K55055

Provspänning vid PI-mätning av motors statorlindning ska vara 5 000 VDC.

K55056

Provspänning vid PI-mätning av generators statorlindning ska vara

- 2 500 VDC för Q24- och Q38-omformare
- 5 000 VDC för Q48- och HOG-omformare.

K55057

Isolationsresistans ska vara mätt under tio minuter.

K55058

Värde på isolationsresistans ska vara noterat för varje minut under mätperiod.

5.3.3 Utvärdering*Förutsättning****Förutsättningar***

1-minutsvärdet är starkt beroende av miljöfaktorer, exempelvis luftfuktighet, temperatur och smuts. Även objektets temperatur påverkar absolutvärdet markant.

K55061

Polarisationsindex ska vara beräknad som kvoten mellan uppmätt isolationsresistans efter tio minuter respektive efter en minut.

K55062

Isolationsresistans som funktion av tid ska vara plottad i en graf för utvärdering av isolation.

K55063

Godkänd isolationsresistans ska vara monotont stigande.

K55064

Godkänt polarisationsindex ska vara ≥ 2 .

Titel

Lindningar i roterande omformare Provning

TRVINFRA-nummer

TRVINFRA-00149

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

5.4 tan δ-mätning (testnivå 4)

5.4.1 Utförande

K55068

tan δ-mätning ska vara utförd enligt SS-EN 50209, utg. 1:1998 Roterande elektriska maskiner - Isolationsprovning av härvor till högspänningsmaskiner

K55069

tan δ-mätning ska vara utförd med provspänningarna $0,2 U_N$ till $1,0 U_N$ i intervall om $0,2 U_N$.

K55070

För Tip-Up-värdesberäkning av motors statorlindning ska även tan δ-mätning vara utförd för $0,3 U_N$.

K55071

Mätvärde ska vara avläst när detta har stabiliserats.

5.4.2 Utvärdering

K55073

Tip-Up-värde för generators statorlindning ska vara beräknat enligt följande:

$$Pf(\text{Tip-Up}) = Pf(0,6 U_N) - Pf(0,4 U_N)$$

K55074

Tip-Up-värde för motors statorlindning ska vara beräknat enligt följande:

$$Pf(\text{Tip-Up}) = Pf(0,6 U_N) - Pf(0,3 U_N)$$

K55075

Mätresultat ska vara utvärderat mot följande tabell:

Gränsvärden för tan δ vid mätning på motor- och generatorstator

Mätning	Bra [%]	Nedsatt [%]	Åtgärd [%]
$0,2 \times U_N$ (tan δ)	$\leq 3,0$	$> 3,0$ och $< 5,0$	$\geq 5,0$
$0,6 \times U_N$ (tan δ)	$\leq 3,5$	$> 3,5$ och $< 5,5$	$\geq 5,5$
$1,0 \times U_N$ (tan δ)	$\leq 4,5$	$> 4,5$ och $< 6,5$	$\geq 6,5$

K55076

Mätresultat ska vara utvärderat mot följande tabell:

Gränsvärden för Tip-Up vid mätning på motor- och generatorstator

Mätning	Bra [%]	Nedsatt [%]	Åtgärd [%]
Pf (Tip-Up)	$\leq 0,5$	$> 0,5$ och $< 1,0$	$\geq 1,0$

Lindningar i roterande omformare Provning

TRVINFRA-nummer

Konfidentialitetsnivå

Version

TRVINFRA-00149

Ej känslig

1.0

5.5 DC-mätning (testnivå 4)**5.5.1 Utförande**

K55080

DC-mätning ska vara utförd med ett strömaggregat, exempelvis reläprovningssaggregat.

K55081

Strömaggregat ska vara anslutet till statorlindning genom anslutning via stators skenuttag.

K55082

Spänningsfall över lindning ska vara mätt för en DC-ström på 5–10 A.

K55083

Följande storheter ska vara uppmätt med kalibrerat mätinstrument:

- ström
- spänning
- temperatur
- luftfuktighet.

K55084

Motors statorlindning ska vara uppmätt fas-fas, tre värden.

K55085

Generators statorlindning ska vara uppmätt fas-fas, ett värde.

5.5.2 Utvärdering

K55087

Lindningsresistans ska vara beräknad som kvoten mellan spänning och ström, ohms lag.

K55088

Beräknad lindningsresistans ska vara jämförd med följande tabells värden:

Lindningsresistans för roterande omformare

	Q24 [Ω]	Q38 [Ω]	Q48 [Ω]	HOG Q38 [Ω]
Motor	0,110	0,043	0,031	0,043
Generator	0,0238	0,0179	0,0155	0,3093

K55090

Vid avvikelse mellan beräknad lindningsresistans och tabellvärde ska följande vara noterat:

1. lindningstemperatur

Lindningar i roterande omformare Provning

TRVINFRA-nummer

Konfidentialitetsnivå

Version

TRVINFRA-00149

Ej känslig

1.0

2. instrumentens noggrannhet
3. typ av anslutningsklämmor.

Lindningar i roterande omformare Provning

TRVINFRA-nummer

Konfidentialitetsnivå

Version

TRVINFRA-00149

Ej känslig

1.0

6 Dokumentation

6.1 Allmänna krav

K55095

Dokumentation av provresultat ska vara enhetlig.

K55096

Löpande kontroll ska vara noterad i omformares arbetsbok.

K55097

Löpande kontroll ska utöver mätresultat även vara dokumenterad med avseende på följande:

1. renhet
2. temperatur
3. väderförhållanden
4. övriga faktorer med påverkan på mätresultat.

K55098

Protokollmall ska vara tillhandahållen av Trafikverket.

K55099

Protokoll ska vara digitalt.

K55100

Protokoll ska vara individuellt för varje omformare.

K55101

Protokoll ska vara tillhandahållt Trafikverket.

K55102

Papperskopia av protokoll ska vara placerad i omformares instruktionspärm.

K55103

Protokoll från utökad kontroll, det vill säga tan δ -mätning och mätning av lindningsresistans, ska vara registrerat digitalt.

6.2 Provningsprotokoll i samband med revision

K55108

Protokoll i samband med rengöring, omlindning och reparation av stator/rotor ska visa

- historik från tidigare mätningar
- kortfattad beskrivning av bakgrund till åtgärd.

Titel

Lindningar i roterande omformare Provning

TRVINFRA-nummer

TRVINFRA-00149

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K55109

Nollställningsprotokoll ska vara upprättat vid utleverans från verkstad.

K55110

Nollställningsprotokoll ska ingå i entreprenörens slutdokumentation.

Lindningar i roterande omformare Provning

TRVINFRA-nummer

Konfidentialitetsnivå

Version

TRVINFRA-00149

Ej känslig

1.0

7 Referenser

I förekommande fall redovisas referenser nedan.

SS-EN 50209, utg. 1:1998 Roterande elektriska maskiner - Isolationsprovning av härvor till högspänningsmaskiner