

# Stationer, Skruvklämmor för ledare i ut- omhusställverk

## Inledning

Denna tekniska riktlinje beskriver krav på skruvklämmor med begränsad draghållfasthet avsedda att förbinda strömförande ledare för utomhusställverk och omfattar utförande och kontroll. Riktlinjerna avser att säkerställa att skruvklämmor uppvisar en nöjaktig funktion under stationens beräknade tekniska livslängd och skall användas vid inköp av skruvklämmor.

Utgåva	Ändringsnot	Datum

## Innehåll

1	Referenser.....	8
2	Omfattning.....	9
3	Ordförklaring.....	9
	<i>Strömförande del</i> .....	9
	<i>Överfall 9</i>	
	<i>Konstruktionsspänning</i> .....	9
	<i>Koronasläckspänning</i> .....	9
	<i>Korttidsström</i> .....	9
4	Beskrivning.....	9
	4.1 <i>Skruvklämma</i> .....	9
	4.2 <i>Parallellklämma</i> .....	9
	4.3 <i>T-avgrening</i> .....	10
	4.4 <i>Flexibel anslutning</i> .....	10
5	Krav.....	10
	5.1 <i>Allmänt</i> .....	10
	5.2 <i>Material</i> .....	10
	5.2.1 <i>Gemensamt</i> .....	10
	5.2.2 <i>Aluminium</i> .....	10
	5.2.3 <i>Stål</i> .....	10
	5.2.4 <i>Icke metalliskt material</i> .....	11
6	UTFORMNING.....	11
	6.1 <i>Allmänt</i> .....	11
	6.2 <i>Ledarspår</i> .....	11
	6.2.1 <i>Ledare</i> .....	11
	6.2.2 <i>Rör och uttagstappar</i> .....	12
	6.2.3 <i>Uttagsplattor</i> .....	12
	6.2.4 <i>Uttagstappar</i> .....	12

6.3	<i>Strömförande detaljer och överfall</i> .....	12
6.4	<i>Flexibla klämmor för apparatanslutningar</i> .....	12
6.5	<i>Kontaktytor</i> .....	13
6.5.1	<i>Skruvklämmor med två strömförande detaljer</i> .....	13
6.5.2	<i>Skruvklämmor med överfall</i> .....	14
6.5.3	<i>Överfall</i> .....	14
6.6	<i>Skruvar och muttrar</i> .....	14
6.7	<i>Brickor</i> .....	15
6.8	<i>Gängade hål</i> .....	15
7	<b>Mekaniska krav</b> .....	15
7.1	<i>Åtdragningsmoment</i> .....	15
7.2	<i>Gängade hål</i> .....	15
7.3	<i>Brickor</i> .....	15
7.4	<i>Kontaktkraft</i> .....	15
7.5	<i>Deformation</i> .....	16
7.6	<i>Flexibla klämmor</i> .....	16
8	<b>Elektriska krav</b> .....	17
8.1	<i>Allmänt</i> .....	17
8.2	<i>Strömöverföring</i> .....	17
8.3	<i>Korona</i> .....	17
8.4	<i>Resistans</i> .....	17
8.5	<i>Korttidsström</i> .....	17
9	<b>Typkontroll</b> .....	18
9.1	<i>Allmänt</i> .....	18
9.2	<i>Ledare</i> .....	18
9.3	<i>Dimensioner</i> .....	18
9.4	<i>Kontaktkrafter</i> .....	18
9.5	<i>Deformation</i> .....	19
9.6	<i>Gängade hål</i> .....	19
9.7	<i>Brickor</i> .....	19
9.8	<i>Flexibla klämmor</i> .....	20
9.8.1	<i>Utmattningsprovning av flexibla klämmor</i> .....	20
9.8.2	<i>Temperaturstegringsprovning av flexibla klämmor</i> .....	20
9.8.3	<i>Korttidsströmprovning av flexibla klämmor</i> .....	21
9.9	<i>Korona</i> .....	21

9.10	Resistans.....	22
10	Leveranscertifikat.....	22
10.1	Allmänt.....	22
10.2	Dokumentation.....	22
10.2.1	Sammanställningsritning.....	22
10.2.2	Materialspecifikation.....	23
10.2.3	Beskrivning.....	23
10.2.4	Kvalitetssystem.....	23
10.2.5	Monteringsanvisning.....	23
10.2.6	Typkontrollrapport.....	23
11	Montering.....	23
11.1	Allmänt.....	23
12	Tabeller.....	24
12.1	Allmänt.....	24
12.2	Tabell 1 Skruvklämmor med två strömförande detaljer för förbindning av två parallella linor, se Figur 1.....	24
12.3	Tabell 2 Skruvklämmor med överfall för förbindning av linor (T- avgrening), se Figur 2.....	24
12.4	Tabell 3 Skruvklämmor med överfall för förbindning av linor med uttagstappar, se Figur 3.....	25
12.5	Tabell 4 Skruvklämmor med överfall för förbindning av linor med uttagsplattor, se Figur 4.....	25
12.6	Tabell 5 Skruvklämmor med överfall för förbindning av linor med rör, se Figur 5.....	26
12.7	Tabell 6 Flexibla skruvklämmor för förbindning av rör med uttagstapp, se Figur 6.....	26
12.8	Tabell 7 Flexibla skruvklämmor för förbindning av rör med uttagsplatta, se Figur 7.....	27
12.9	Tabell 8 Skruvklämmor med två strömförande detaljer för skarvning av rör på fri längd, se Figur 8.....	27
12.10	Tabell 9 Draghållfasthet, hårdhet och resistivitet hos aluminium för skruvklämmor.....	27
13	Figurer.....	28

13.1	<i>Figur 1 Skruvklämmor med två strömförande detaljer för förbindning av två parallella</i> .....	28
13.2	<i>Figur 2 Skruvklämmor med överfall för förbindning av ledare (T-avgrening)</i> .....	28
13.3	<i>Figur 3 Skruvklämmor med överfall för förbindning av linor med uttagstappar</i> .....	28
13.4	<i>Figur 4 Skruvklämmor med överfall för förbindning av linor med uttagsplattor</i> .....	28
13.5	<i>Figur 5 Skruvklämmor med överfall för förbindning av linor med rör</i> .....	29
13.6	<i>Figur 6 Flexibla skruvklämmor för förbindning av rör med uttagstapp</i> .....	29
13.7	<i>Figur 7 Flexibla skruvklämmor för förbindning av rör med uttagsplatta</i> .....	29
13.8	<i>Figur 8 Skruvklämmor med två strömförande detaljer för skarvning av rör på fri längd</i> .....	29
13.9	<i>Figur 9 Strömförande kontaktyta i skruvklämmor bestående av två strömförande detaljer</i> .....	30
13.10	<i>Figur 10 Strömförande kontaktyta i skruvklämmor med överfall</i> .....	30
13.11	<i>Figur 11 Kontaktyta i överfall</i> .....	30
13.12	<i>Figur 12 Kontaktkraft i skruvklämmor bestående av två strömförande detaljer för förbindning av parallella linor</i> .....	30
13.13	<i>Figur 13 Kontaktkraft i skruvklämmor med överfall</i> .....	31
13.14	<i>Figur 14 Kontaktkraft i skruvklämmor bestående av två strömförande detaljer för förbindning av rör</i> .....	31
13.15	<i>Figur 15 Apparathuvud för koronaprovnings av skruvklämmor</i> .....	31
14	<b>Bilaga A - Aluminiumrör</b> .....	32
14.1	<i>Referenser</i> .....	32
14.2	<i>Beteckning</i> .....	32
14.3	<i>Material</i> .....	32
14.4	<i>Ytterdiameter och vägg tjocklek</i> .....	32
14.5	<i>Längd</i> .....	32
14.6	<i>Rakhet</i> .....	32
14.7	<i>Utförande</i> .....	33
14.8	<i>Mått och toleranser</i> .....	33
15	<b>Bilaga B – Apparat uttagsplattor</b> .....	34
15.1	<i>Figurer Uttagsplattor</i> .....	35

16	Bilaga C – Apparat uttagstappar .....	36
16.1	<i>Figur 19 Uttagstapp</i> .....	36

# 1 Referenser

Notera att normer, bestämmelser etc. som hänvisas till i dessa riktlinjer förändras kontinuerligt och kan vara utgångna, reviderade eller ersatta. Det åligger entreprenören att ofördröjligen påtala sådana förändringar.

ISO 4015	Hexagon head bolts -- Product grade B -- Reduced shank (shank diameter approximately equal to pitch diameter)
SEN 211011	Uttagsplattor
SEN 211012	Släta uttagstappar
SS 1964	Fästelement - Gängade bottenhål - Metriska ISO-gångor - Grov delning
SS 2173	Fästelement - Planings- och försänkingsdiametrar - Skruvar och muttrar med metriska ISO-gångor samt gängpressade skruvar
SS-EN 9001	Ledningssystem för kvalitet – Krav
SS-EN 10002-1	Metalliska material - Dragprovning - Del 1: Provningsmetod vid rumstemperatur
SS-EN 60865	Kortslutningsströmmar - Beräkning av verkningar - Del 1: Definitioner och beräkningsmetoder
SS-EN 61284	Kraftledningar - Isolator- och lintillbehör - Fordringar och provning
SS-EN ISO 887	Fästelement - Rundbrickor för metriskt gängade skruvar och muttrar för allmänna ändamål - Generalplan
SS-EN ISO 1302	Geometriska produktspecifikationer (GPS) - Metod att ange ytstruktur i teknisk produktdokumentation
SS-ISO 4287-1	Geometriska produktionspecifikationer (GSP) - Ytstruktur: Profilmetod - Termer, definitioner och parametrar för ytstruktur (ISO 4287:1997)SS-EN ISO 1461 Oorganisk ytbeläggning - Varmförzinkade beläggningar på tillverkade järn- och stålföremål - Specifikationer och provningsmetoder
SS-EN ISO 7089	Fästelement – Plana rundbrickor - Produktklass A
SS-EN ISO 3506-1	Fästelement - Hållfasthetsfordringar för fästelement av korrosionsbeständigt rostfritt stål - Del 1: Skruvar och pinnskruvar
SS-EN ISO 3506-2	Fästelement - Hållfasthetsfordringar för fästelement av korrosionsbeständigt rostfritt stål - Del 2: Muttrar
SS-EN ISO 4017	Fästelement - Helgängade sexkantsskruvar - Produktklasserna A och B
SS-EN ISO 4032	Fästelement - Sexkantsmuttrar, utförande 1 - Produktklasserna A och B
SS-EN ISO 6506-1	Metalliska material - Hårdhetsprovning enligt Vickers - Del 1: Provningsmetod
SS-EN ISO 6507-1	Metallic materials - Vickers hardness test - Part 1: Test method
SS-ISO 272	Fästelement - Nyckelvidder för sexkantsprodukter - Metrisk serie.
SS-ISO 1101	Form och lägetoleranser - Allmänt, definitioner, symboler, ritningsangivning
SS ISO 2178	Oorganiska ytbeläggningar - Omagnetiska beläggningar på magnetiska underlag - Bestämning av skiktjocklek - Magnetisk metod
EBR U303K	Underhåll ledningar 0,4 – 420 kV
SvK TR 05-04	Tekniska bestämmelser – Linor
SvK TR 08	Tekniska bestämmelser – Dokumentation



## 2 Omfattning

Denna tekniska riktlinje beskriver krav på skruvklämmor med begränsad draghållfasthet avsedda att förbinda strömförande ledare för utomhusställverk och omfattar utförande och kontroll. Riktlinjerna avser att säkerställa att skruvklämmor uppvisar en nöjaktig funktion under stationens beräknade tekniska livslängd och skall användas vid inköp av skruvklämmor.

SS-EN 61284 har tagits i beaktande vid upprättande av dessa tekniska riktlinjer. Standardens krav har studerats och analyserats varvid det befunnits att de inte ger en tillräcklig nivå mot försämring av överföringsförmågan under stationens livstid vilket medfört att dessa tekniska riktlinjer har fått denna utformning.

## 3 Ordförklaring

Tekniska termer och definitioner använda i dessa bestämmelser:

### Strömförande del

Den del av skruvklämma i vilken den elektriska strömmen överförs mellan de i klämman infästa ledarna.

### Överfall

Den del av skruvklämman som klämmer ledaren mot den strömöverförande delen

### Konstruktionsspänning

Den högsta huvudspänning för vilken utrustningen är konstruerad. Konstruktionsspänning betecknas i detta dokument  $U_m$ .

### Koronasläckspänning

Den spänning vid vilken all synlig korona (även negativ korona) har upphört när spänningen sänks från en nivå med synlig korona.

### Korttidsström

Den största ström med kort varaktighet som förorsakas av kortslutning ( $I_k$ ) eller jordslutning ( $3I_0$ )

## 4 Beskrivning

### 4.1 Skruvklämma

Anordning, bestående av flera delar, för elektrisk förbindning mellan två eller flera ledare, där kontakt erhålles med skruvförband. Skruvklämma är avsedd att uppta endast låga dragkrafter i anslutna ledare.

### 4.2 Parallellklämma

Skruvklämma för förbindning mellan ledare som går omlott. Se Figur 1.

### 4.3 T-avgrening

Skruvklämma för att skapa förbindning mellan huvudledare och avgreningsledare. Se Figur 2.

### 4.4 Flexibel anslutning

Momentfri skruvklämma för att skapa förbindning mellan 2 huvudledare av rör eller mellan huvudledare och apparatanslutning.

## 5 Krav

### 5.1 Allmänt

Skruvklämmor skall klara de mekaniska påfrestningar som kan uppkomma vid transport, handhavande och montering vid temperaturer ner till  $-40^{\circ}\text{C}$ , samt de mekaniska påfrestningar som kan uppkomma under stationens tekniska livslängd inom temperaturintervallet  $-50^{\circ}$  till  $+100^{\circ}\text{C}$

### 5.2 Material

#### 5.2.1 Gemensamt

Val av material skall göras så att klämmorna är motståndskraftiga mot atmosfärisk korrosion och alla material som användes skall ha goda seghetsvärden ned till  $-40^{\circ}\text{C}$ .

#### 5.2.2 Aluminium

Klämmorna skall vara tillverkade av aluminiumlegering. Legeringen, som får innehålla högst 0,1 % Cu, får ej vara benägen för spänningskorrosionsprickning eller skiktkorrosion.

Gjutet och plastiskt bearbetat aluminium skall uppfylla kraven på draghållfasthet, hårdhet och resistivitet enligt Tabell 9.

För aluminium i flexibla ledare, som ingår i flexibla klämmor, föreskrivs inga materialfordringar.

#### 5.2.3 Stål

Skrivar och muttrar skall vara av rostfritt stål eller syrafast stål och uppfylla kraven för A2-80 eller A4-80 enligt SS-EN ISO 3506-1 och SS-EN ISO 3506-2.

Brickor och insatsgängor skall vara av rostfritt stål med minst samma korrosionsbeständighet, som stålsort A2 enligt SS-EN ISO 3506-1. Under de skruvar och muttrar, som dras åt vid monteringen, skall finnas plana brickor. Brickorna skall vara utförda enligt SS-EN ISO 887 och SS-EN ISO 7089.

Övriga ståldetaljer får vara av icke-rostfritt stål. Sådana detaljer skall vara varmförzinkade enligt SS-EN ISO 1461.

#### 5.2.4 Icke metalliskt material

Icke-metalliskt material skall ha god åldringsbeständighet och tåla temperaturer mellan  $-50^{\circ}\text{C}$  och  $+200^{\circ}\text{C}$  utan ändring av väsentliga egenskaper. Materialet skall ha tillräcklig motståndskraft mot påverkan av ozon, ultraviolett strålning och luftföroreningar inom hela temperaturområdet.

## 6 UTFORMNING

### 6.1 Allmänt

Klämmorna skall kunna tåla de mekaniska påkänningar, som kan uppträda under transport, montage och drift.

Klämmorna skall vara lätta att montera utan användning av specialverktyg. Man ska kunna montera klämmorna på linor, plattor och rör som har varit i drift i många år. Vid ommontage ska man kunna montera på nytt på samma plats.

Klämmorna skall vara utförda så att vattensamlingar undviks. Om detta ej är möjligt skall klämmorna vara försedda med dräneringshål med en minsta diameter av 6 mm. För flexibla klämmor gäller kompletterande fordringar enligt 7.6.

Permanenta deformationer, sprickor eller brott får ej uppkomma i klämmor för multipellinor till följd av linornas sammanslagning vid kortslutning.

Klämmor avsedda att förbinda enkel och duplexlinor med uttagsplattor skall vara utförda så att klämmorna kan monteras på platta som är parallell med linorna såvida inte apparatens uttagsplatta eller tapp är orienterad i annan riktning.

Klämmor avsedda att förbinda triplexlinor med uttagsplattor, uttagstappar eller rör skall vara utförda så att två linor anslutes till ena sidan av uttagsplatta, uttagstapp eller rör och en lina anslutes till den andra sidan och på sådant sätt att linorna bildar en liksidig triangel.

Klämmornas ytor får ej vara behandlade i avsikt att öka emissionskoefficienten.

### 6.2 Ledarspår

#### 6.2.1 Ledare

Klämmorna skall ha ett ledarspår för varje ledare. Ledarspåret skall vara anpassade för de i SvK-TR 05-04 respektive Bilaga A och Bilaga C i detta dokument angivna ledare med samma ytterdiameter så att vilken som helst av ledarna med samma diameter skall kunna monteras i klämmorna utan att permanenta deformationer uppstår i klämmorna. Centrumavståndet mellan multipellinor skall vara 80 till 100 mm. Triplexlinor skall, om ej annat föreskrives eller överenskommes, vara placerade i liksidig

triangel. Ledarspären skall ha de längder som anges i Tabell 1 till 5. Ledarspären skall vara utformade så att de ej nedsätter ledarnas hållfasthet. Ledarspärens kanter, **G** enligt Figurer 9 till 11, skall vara rundade med en minsta radie av 1 mm. Ledarspärens ändar, **K** enligt Figurer 9 till 11, skall vara rundade med en minsta radie av 2 mm. Ledarspår för linor, som slutar inuti klämmorna, skall vara försedda med urtag för låsning av linändarna. Urtagen skall ha en minsta längd av 8 mm och ett minsta djup av 2 mm.

### 6.2.2 Rör och uttagstappar

Klämmorna skall ha ett ledarspår för varje ledare. Ledarspären skall vara anpassade för de i Tabell 3 samt 5 till 8 angivna ledare med samma ytterdiameter så att vilken som helst av ledarna med samma diameter skall kunna monteras i klämmorna utan att permanenta deformationer uppstår i klämmorna. Ledarspären skall ha de längder som anges i Tabell 3 samt 5 till 8. Ledarspären skall vara utformade så att de ej nedsätter ledarnas hållfasthet. Ledarspärens kanter, **G** enligt Figur 9 till 11 skall vara rundade med en minsta radie av 1 mm. Ledarspärens ändar, **K** enligt Figur 9 till 11, skall vara rundade med en minsta radie av 2 mm.

### 6.2.3 Uttagsplattor

Klämmans kontaktyta skall passa uttagsplattor på apparater enligt Bilaga B och uppfylla kraven enligt punkt 6.5.

### 6.2.4 Uttagstappar

Klämmans kontaktyta skall passa till uttagstappar enligt Bilaga C och uppfylla kraven enligt 6.5.

## 6.3 Strömförande detaljer och överfall

Klämmornas strömförande detaljer skall vara gjutna eller smidda i ett stycke. Klämmor för förbindning av parallella linor skall bestå av två strömförande detaljer. Skruvarna skall vara placerade mellan ledarspären. Klämmorna skall vara försedda med det antal skruvar, som anges i Tabell 1 till 8.

Klämmor med överfall skall vara försedda med det antal överfall, som anges i Tabell 2 till 6. Till varje överfall skall finnas två skruvar. Skruvarna skall vara likformigt placerade på vardera sidan om ledarspåret.

Klämmor för förbindning av rör får bestå av två strömförande detaljer. Skruvarna skall vara likformigt placerade på båda sidor om ledarspåret.

För flexibla klämmor gäller speciella krav enligt 6.4.

## 6.4 Flexibla klämmor för apparatanslutningar

De flexibla klämmorna skall uppfylla kraven avseende utbredning, vinkelinställbarhet, rörelser och krafter, som anges i Punkt 7.6.

De flexibla klämmorna skall påverka apparatuttagen med minsta möjliga drag-, böj- och vridkrafter både vid normal drift och vid kortslutning. Klämmorna skall vara utförda så att rören ej kan falla ur klämmorna.

I klämmor för förbindning av horisontella rör och horisontella uttagsplattor skall rören vara placerade ovanför uttagsplattorna om ej annat föreskrives. I klämmor för förbindning av horisontella rör och vertikala uttagstappar skall rören vara placerade ovanför tapparna om ej annat föreskrives. I klämmor för förbindning av horisontella rör och horisontella uttagstappar skall rörens och tapparnas längdaxlar sammanfalla om ej annat föreskrives.

Klämmorna skall ha minsta möjliga antal strömövergångar. Strömövergångarna skall vara svetsade enligt MIG-metoden eller enligt metod som ger likvärdigt resultat. För svetsade strömövergångar kan en fyllning av hålrum med korrosionsskyddsfett accepteras. Vid kortslutningar får permanenta deformationer, sprickor eller brott ej uppkomma i klämmorna. Permanenta deformationer i de flexibla ledarna kan dock accepteras om dessa deformationer ej påverkar klämmornas funktion. Den elektriska strömmen får ej överföras i den mekaniska lagringen varken vid normal drift eller vid kortslutning. Ljusbågar får ej bildas i klämmorna vid kortslutning

## 6.5 Kontaktytor

Strömförande kontaktytor på gjutet aluminium skall vara maskinbearbetade och fria från gjuthud. Strömförande kontaktytor på smitt aluminium behöver ej vara maskinbearbetade. Strömförande kontaktytor i ledarspår för lina skall ha en ytjämnhet Ra min N8 enligt SS-EN ISO 1302. Kontaktytor för lina ska vara tvärräfflade och räfflorna får ha ett största djup av 1 mm. Kontaktytor i överfall skall vara släta.

Strömförande kontaktytor i ledarspår för rör och uttagstappar skall ha en ytjämnhet Ra N8 enligt SS-EN ISO 1302. Kontaktytor i överfall skall vara släta.

Kontaktytor på anslutningsplattor skall ha en ytjämnhet Ra N8 enligt SS-EN ISO 1302.

### 6.5.1 Skruvklämmor med två strömförande detaljer

Parallellklämmor och klämmor för apparatuttagstappar samt rör skall ha de strömförande kontaktytor som anges i Tabell 1, 7 och 8. Strömförande kontaktyta, se Figur 9, beräknas enligt:

$$A = [\pi D - 2(D - 2S) - 4G](L - 2K) - U$$

där:

A = Strömförande kontaktyta i ledarspår [mm<sup>2</sup>]

D = Ledardiameter enligt SvK TR 5-04, SEN 211012 eller Bilaga A och Bilaga C i detta dokument [mm]

G = Nominell rundning av ledarspårs kanter [mm]

K = Nominell rundning av ledarspårs ändar [mm]

L = Nominell längd av ledarspår [mm]

S = Nominellt djup av ledarspår [mm]

U = Sammanlagd yta av urtag som minskar kontaktytan [mm<sup>2</sup>]

Not: Nominellt mått skall vara medelvärdet av min och maxmått.

### 6.5.2 Skruvklämmor med överfall

Klämmor med överfall skall ha de strömförande kontaktytor som anges i Tabell 2 till 6.

Strömförande kontaktyta i klämma med överfall, se Figur 10, beräknas enligt:

$$A = [0.5\pi D - 2(0.5D - S) - 2G](L - 2K) - U$$

där:

A = Strömförande kontaktyta i ledarspår [mm<sup>2</sup>]

D = Ledardiameter enligt SvK TR 5-04, SEN 211012 eller Bilaga A i detta dokument [mm]

G = Nominell rundning av ledarspårs kanter [mm]

K = Nominell rundning av ledarspårs ändar [mm]

L = Nominell längd av ledarspår [mm]

S = Nominellt djup av ledarspår [mm]

U = Sammanlagd yta av urtag som minskar kontaktytan [mm<sup>2</sup>]

Not: Nominellt mått skall vara medelvärdet av min och maxmått.

### 6.5.3 Överfall

Överfall skall ha de kontaktytor, som anges i Tabell 2 till 6. Kontaktyta i överfall, se

Figur 11, beräknas enligt:

$$B = [0.5\pi D - 2(0.5D - T) - 2G](M - 2K)N - U$$

där:

B = Kontaktyta i överfall [mm<sup>2</sup>]

D = Ledardiameter enligt SvK TR 5-04, SEN 211012 eller Bilaga A i detta dokument [mm]

G = Nominell rundning av ledarspårs kanter [mm]

K = Nominell rundning av ledarspårs ändar [mm]

M = Nominell längd av varje överfall [mm]

N = Antal överfall för varje ledare

T = Nominellt djup av ledarspår [mm]

U = Sammanlagd yta av urtag som minskar kontaktytan [mm<sup>2</sup>]

Not: Nominellt mått skall vara medelvärdet av min och maxmått.

## 6.6 Skruvar och muttrar

Skruvar, muttrar och brickor bör vara oförlorbart infästa i klämmorna.

Klämmorna skall vara försedda med de skruvdimensioner och det antal skruvar som anges i Tabell 1 till 8.

Skruvarna skall ha gänga M10 eller M12.

Skrubar, som dras åt vid monteringen, skall vara utförda enligt ISO 4015 eller SS-EN ISO 4017. Muttrar, som dras åt vid monteringen, skall vara utförda enligt SS-EN ISO 4032. Annat utförande av skruvhuvud eller mutter skall godkännas av Svenska kraftnät.

Skruvhuvuden och muttrar skall ha nyckelvidder enligt SS-ISO 272. Andra utföranden av skruvhuvuden och muttrar skall godkännas av Svenska Kraftnät.

Skruvarna skall vara så långa att de i monterat läge slutar utanför muttergängorna.

Försänkningar för åtdragningsverktyg skall vara enligt SS 2173.

## **6.7 Brickor**

Under de skruvar och muttrar, som dras åt vid monteringen, skall finnas plana brickor. Brickorna skall vara utförda enligt SS-EN ISO 887 och SS-EN ISO 7089.

## **6.8 Gängade hål**

Gängade bottenhål skall ha tillräckligt gängdjup så att skruvarna kan dras åt utan att botten. Gängade hål i gjutet aluminium enligt Tabell 9 skall vara försedda med insatsgängor. Gängade hål i plastiskt bearbetat aluminium enligt Tabell 9 skall vara utförda enligt SS 1964.

# **7 Mekaniska krav**

## **7.1 Åtdragningsmoment**

Åtdragningsmomenten för skruvar och muttrar skall vara minst 45 Nm för M10 respektive 75 Nm för M12.

## **7.2 Gängade hål**

Gängade hål skall ha minst samma hållfasthet som muttrar i kvalitet A2-80 enligt SS-EN-ISO 3506-2.

## **7.3 Brickor**

Brickorna skall ha en hårdhet HV min 200 vid provning enligt SS-EN-ISO 6507-1.

## **7.4 Kontaktkraft**

Medelvärdet på kontaktkraften i skruvarna skall för varje enskild ledaranslutning vara 25 kN för M10 och 35 kN för M12 med hänsyn till skillnad i längdutvidgning mellan aluminium och rostfritt stål vid åtdragningsmoment enligt Punkt 7.1.

Klämmorna skall ge de kontaktkrafter som anges i Tabell 1 till 8. Definition på kontaktkrafter framgår av Figur 12 till 14.

## 7.5 Deformation

Permanent deformation får ej uppstå i strömförande detaljer eller överfall vid 110 % av åtdragningsmoment enligt Punkt 7.1.

## 7.6 Flexibla klämmor

De flexibla klämmorna skall uppfylla kraven avseende utbredning, vinkelinställbarhet, rörelser och krafter, se nedan.

- > Klämmornas horisontella utbredning vinkelrätt mot rörets längsgående centrumlinje, max 150 mm för rördiameter 100 mm och max 180 mm för rördiameter 150 mm. Föreskrivet mått avser avståndet från rörets centrumlinje till klämmornas yttersta del.  
Fordran har fastställts för att möjliggöra anslutning av rör till apparater av olika utföranden.
- > Rörets vinkelinställbarhet i förhållande till klämmorna, Min 15°. Föreskriven vinkel avser vinkeln i samtliga riktningar från en horisontell linje parallell med klämmans längdaxel till rörets centrumlinje.  
Fordran har fastställts för att möjliggöra uppläggning av rör mellan apparater med olika fasavstånd och bygghöjder.
- > Rörets rörelse i klämmorna, Min  $\pm 25$  mm. Föreskrivet mått avser rörets rörelse i längdled.  
Fordran har fastställts för att möjliggöra de längdförändringar som kan uppstå i röret till följd av temperaturväxlingar mellan den lägsta temperaturen under vintern och den högsta temperaturen efter kortslutning.
- > Kraft i röret då röret förflyttas 50 mm i klämmorna enligt föregående, Max 500 N. Föreskriven kraft gäller då den vertikala kraften mellan röret och klämman är 1000 N.  
Fordran har fastställts för att möjliggöra förflyttning av ett isbelagt rör i klämmorna utan att apparatuttagen påverkas av för stora krafter.
- > Rörets rörelse i klämmorna,  $\pm 10$  mm. Föreskrivet mått avser rörets dygnsrörelse i längdled.  
Fordran har fastställts för att möjliggöra de längdförändringar som kan uppstå i röret till följd av temperaturväxlingar mellan den lägsta temperaturen under natten och den högsta temperaturen under dagen utan att utmattningsbrott uppstår i klämmorna

De flexibla klämmorna skall påverka apparatuttagen med minsta möjliga drag-, böj- och vridkrafter både vid normal drift och vid kortslutning.



Utmattning i de flexibla klämmorna och onormalt stor nötning på rör och klämmor får ej inträffa under drift. Lagringen av rören skall vara utförd så, att stum stöt ej kan uppstå mellan rör och apparatuttag vid kortslutning. Klämmorna får ej orsaka ljud- eller UKV-störningar.

## 8 Elektriska krav

### 8.1 Allmänt

Permanent deformationer, sprickor eller brott får ej uppkomma i klämmor för multipellinor till följd av linornas sammanslagning vid kortslutning. Klämmornas ytor skall ej vara behandlade i avsikt att öka emissionskoefficienten.

### 8.2 Strömöverföring

Skruvklämma skall kunna överföra kontinuerlig ström enligt Tabell 1 till 8 utan att anta högre temperatur än +70 °C vid en omgivningstemperatur av +30 °C. Dock får ansluten ledare anta en temperatur av +85°C.

### 8.3 Korona

Skruvklämma för fasledare skall vara fri från synlig korona vid en provspänning, fasjord av:

$$\text{Provspänning} = \frac{U_m}{\sqrt{3}} * 1,1$$

Där  $U_m$  är 245 kV respektive 420 kV.

### 8.4 Resistans

Skruvklämma för fasledare skall ha en resistans ( $R_1$ ) av högst 80% av resistansvärdet för motsvarande längd ledare, mätt från ledare till ledare, omedelbart utanför skruvklämman..

### 8.5 Korttidsström

Skruvklämma skall motstå en korttidsström av 50kA-1s utan att deformeras.

## 9 Typkontroll

### 9.1 Allmänt

Kontrollen avser provningar enligt punkterna 9.2 - 9.10, avsedda att dokumentera att offererade klämmor uppfyller kraven enligt denna tekniska bestämmelse.

Kontrollen skall utföras och bekostas av tillverkaren. Kontrollen får efter överenskommelse med Svenska Kraftnät utföras hos tillverkaren. Provningarna får utföras inomhus och i rumstemperatur.

Om ej annat överenskommit utförs kontroll enligt Punkterna 9.2 - 9.8 på tre (3) provföremål. Efter överenskommelse med Svenska Kraftnät kan antalet klämmor reduceras. Kontrollen skall utföras på sådant sätt att tillvägagångssätt eller utrustning ej påverkar resultatet. Klämma, som består av redan kontrollerade delutföranden kan, efter överenskommelse med Svenska Kraftnät, helt eller delvis godkännas utan ytterligare kontroll.

### 9.2 Ledare

Linor skall vara Al-linor enligt SS-EN 50182 och SvK TR05-04.

Rör skall vara Al-rör enligt Bilaga A.

Apparatuttagen skall, om ej annat föreskrives, vara rundstänger och skenor med samma dimensioner som apparatuttagen enligt SEN 21 10 11 och Bilaga B respektive Bilaga C i detta dokument.

### 9.3 Dimensioner

Kontrollen avser att kontrollera att klämman dels uppfyller kraven enligt Punkt 6, dels överensstämmer med tillverkarens ritning med avseende på mått.

### 9.4 Kontaktkrafter

Kontrollen avser att dokumentera att klämmorna med avseende kontaktkrafter uppfyller kraven enligt Punkt 7.4.

Kontaktkrafterna skall mätas upp i tre på varandra följande monteringar. Kontaktkrafterna kan mätas upp med hjälp av lastcell.

För klämmor bestående av två strömförande detaljer får kontaktkrafterna mätas upp för en skruv och ett ledarspår i taget se Figur 12. Vid kontrollen kan en för ledarspåret anpassad stältapp placeras i det andra ledarspåret. Då kontaktkrafterna mätts upp för en skruv och ett ledarspår i taget blir den sammanlagda kontaktkraften för varje ledarspår summan av de uppmätta delkrafterna.

För klämmor med överfall får kontaktkrafterna mätas upp för ett överfall i taget se Figur 13. Den sammanlagda kontaktkraften för varje ledarspår blir då summan av de uppmätta delkrafterna.

Kontaktkraften för varje ledarspår skall under samtliga tre monteringar ha överstigit de i Tabell 1 till 8 angivna kontaktkrafterna. Om klämmorna är försedda med grövre skruvar än vad som anges i dessa tabeller skall motsvarande högre kontaktkrafter ha uppnåtts.

## 9.5 Deformation

Kontrollen avser att dokumentera att klämmorna med avseende på permanenta deformationer uppfyller kraven enligt Punkt 7.5.

Klämmorna skall monteras och demonteras tre gånger efter varandra på AL1 ledare enligt SvK TR 5-04 eller SvK TR01-14 Bilaga A. Nya ledare skall användas vid varje ny montering.

Uttagstapp skall vara tillverkad av stål och ha diameter enligt SEN 211012 eller Bilaga C i detta dokument.

Åtdragningsmomenten skall vara 50 Nm för M10 och 83 Nm för M12 eller 110% av vad tillverkaren anger som åtdragningsmoment.

Vid kontrollen skall deformationen i klämmorna mätas upp. Detta kan göras med exempelvis töjningsgivare.

Klämmorna skall ha genomgått kontrollen utan att resttöjningen i någon del av klämmorna överstiger 0,15 %. Måttlig inprägling av ledare i ledarspår betraktas ej som permanent deformation. Gängade förband får ej ha skurit. Efter provningen skall kontaktkrafterna mätas upp enligt Punkt 7.4.

## 9.6 Gängade hål

Kontrollen avser att dokumentera att gängade hål i aluminiumdetaljer med eller utan insatsgängor uppfyller hållfasthetskraven enligt Punkt 7.2.

Skruvarna skall vara ingängade minst 15 mm för M10 respektive 18 mm för M12.

Skruvarna skall dragbelastas i axiell riktning med provkraften 45,2 kN för M10 och 65,6 kN för M12.

De gängade hålen skall ha genomgått provningen utan att brott har uppstått i dessa. Skruvarna skall lätt kunna skruvas ur för hand.

## 9.7 Brickor

Kontrollen avser att dokumentera att brickornas hårdhet uppfyller kraven enligt Punkt 7.3.

Brickorna skall provas enligt SS-EN ISO 6507-1

## **9.8 Flexibla klämmor**

Funktionsprovning av flexibla klämmor

Provningen avser att dokumentera att klämmorna med avseende på mått, vinkelinställbarhet, rörelser och krafter uppfyller kraven enligt Punkt 7.6.

### **9.8.1 Utmattningsprovning av flexibla klämmor**

Provningen avser att dokumentera att klämmorna med avseende på dygnsrörelser på grund av temperaturväxlingar uppfyller kraven enligt Punkt 7.6.

Rören skall monteras så att den vertikala kraften i den mekaniska lagringen mellan rör och klämma blir 400 N för 100 mm rör respektive 500 N för 150 mm rör.

Rören utsätts för 30000 rörelser  $\pm 10$  mm i rörens längsriktning.

Klämmorna skall ha genomgått provningen utan att sprickor eller brott har uppstått i dessa. Onormalt stor nötning får ej ha uppstått på rör eller klämma.

### **9.8.2 Temperaturstegringsprovning av flexibla klämmor**

Provningen avser att dokumentera att klämmorna med avseende på kontinuerlig strömbelastning uppfyller kraven enligt Punkt 8.2.

Provningen skall utföras inomhus i rumstemperatur på två flexibla klämmor i nyskick.

Klämmorna skall vara monterade på avsedda ledare och vara skyddade mot otillbörlig yttre kylning.

Anslutningarna till strömmatningskretsen skall vara utförda så att ingen väsentlig mängd värme leds bort från klämmorna under provet.

Provningen skall utföras med kontinuerlig ström av 50 Hz (frekvenstolerans +20 % och -5 %) enligt tabellerna 6 och 7 med rör enligt Bilaga A.

Provningen skall pågå till dess fortfarighetstillstånd nåtts. Av praktiska skäl anses denna temperatur ha uppnåtts då förändringen är mindre än 1°C/h.

Temperaturen på klämmorna skall mätas med termometrar, termoelement eller andra lämpliga hjälpmedel placerade på den varmaste delen av klämmorna. Värmeöverföringen mellan klämmornas yta och termometrarna eller termoelementen skall vara god.

Termoelementen eller kulorna på termometrarna skall på lämpligt sätt vara skyddade mot kylning utifrån.

### 9.8.3 Korttidsströmprovning av flexibla klämmor

Provningen avser att dokumentera att klämmorna med avseende på de mekaniska krafter som uppstår vid kortslutning uppfyller kraven enligt 8.5.

Provningen skall utföras på två klämmor.

Klämmorna skall anordnas så att svåraste förhållanden i praktiken efterliknas.

Anslutningarna för strömmatningen till klämmorna skall anordnas så att provresultatet skall gälla för förhållandena i drift.

Provningen skall utföras enligt SS-EN 60865 så att korttidsströmmens stötvärde blir 2,55 gånger effektivvärdet.

Klämmorna skall genomgå 3 på varandra följande strömbelastningar med 50 kA under 1 s. Längre tid än 1 s tillåtes ej. Mellan varje strömbelastning skall klämmor och ledare svalna eller avkylas till 40°C eller lägre temperatur. Ingen tillböckning av flexibla ledare är tillåten under provningen.

I de fall de flexibla klämmorna kan påverka apparatuttagen med drag-, böj- eller vridkrafter skall de krafter, som klämmorna orsakar, mätas upp.

Klämmorna skall ha genomgått provningen utan att sprickor eller brott uppstått i dessa. Deformationer i klämmornas flexibla ledare kan accepteras om dessa deformationer ej påverkar klämmornas funktion.

Ljusbågsskador på klämmor eller ledare får ej ha uppstått.

Klämmorna får ej påverka apparatuttagen med för stora krafter.

## 9.9 Korona

Kontrollen avser att fastställa koronasläckspänningen och utförs i ett helt mörklagt rum. Vid koronaprovning rekommenderas antingen fältkikare med optisk prestanda på minst 7x50 eller bildförstärkare med förstärkning större än 40000 enligt SS-EN 61284.

Skruvklämman monteras på linor enligt SvK TR 5-04 eller rör enligt Bilaga A i detta dokument med avståndet från spänningssatt fas till jord av 4,5 meter vid 245 kV respektive 5 meter vid 420 kV. Skruvklämman utsätts för 50 Hz växelspanning. Vid provning av klämmor för anslutning till apparatuttag rekommenderas utformning av apparat enligt figur 15.

Koronasläckspänningen skall överstiga den enligt Punkt 8.3 angivna provspänningen. Koronasläckspänningen dokumenteras med färgfoto. Ett med synlig korona och ett vid koronasläckspänningen. Spänningsnivåerna anges på fotografierna.

Testen skall utföras i enlighet med SS-EN 61284 i mån av tillämplighet.

## 9.10 Resistans

Kontrollen avser att dokumentera att klämmorna med avseende på resistans uppfyller kraven enligt Punkt 8.4.

Om tillverkaren anbefaller användande av kontaktpasta vid installation skall den användas vid kontrollen.

# 10 Leveranscertifikat

## 10.1 Allmänt

Före leverans skall skruvklämman enligt dessa riktlinjer godkännas av beställaren.

För godkännande skall tillverkaren visa att skruvklämman uppfyller bestämmelserna. Tillverkaren skall tillhandahålla dokumentation enligt Punkt 10.2 för godkännande.

Ett godkännande av ritningar befriar ej tillverkaren från hans ansvar för att skruvklämman uppfyller bestämmelserna.

All dokumentation skall vara skriven på svenska eller engelska.

## 10.2 Dokumentation

Generella krav för dokumentation, se SvK TR 8. All dokumentation skall vara SvK tillhanda innan leverans utföres.

### 10.2.1 Sammanställningsritning

Sammanställningsritning skall vara utförd i lämplig skala enligt SS ISO 5455. På ritningen skall anges:

- > Tillverkarens firmamärke
- > Typ eller katalognummer
- > Ledardiameter
- > Ledarspårslängd
- > Dimensionerande driftström
- > Dimensionerande felström [kA, 1s]
- > Konstruktion spänning  $U_m$  [kV]
- > All märkning
- > Vikt
- > Materiallista

### **10.2.2 Materialspecifikation**

Beskrivning av material i samtliga ingående delar.

### **10.2.3 Beskrivning**

Beskrivning av tillverkningsprocess.

### **10.2.4 Kvalitetssystem**

Kvalitetssystem enligt SS-EN ISO 9001.

### **10.2.5 Monteringsanvisning**

Monteringsanvisning på svenska eller engelska med erforderliga figurer.

### **10.2.6 Typkontrollrapport**

Typkontrollrapport enligt Punkt 9.

## **11 Montering**

### **11.1 Allmänt**

Montering på ledaren skall utföras enligt monteringsanvisningen.

Strömförande kontaktytor i ledarspår och på ledare skall behandlas på följande sätt i samband med montering:

- > Kontaktytorna stålborstas noggrant
- > Kontaktpasta strykes på kontaktytorna
- > Kontaktytorna stålborstas noggrant i kontaktpastan
- > Ytterligare kontaktpasta strykes på kontaktytorna

## 12 Tabeller

### 12.1 Allmänt

För strömförande skruvklämmor gäller vad som anges i Tabell 1 – 8.

För icke strömförande skruvklämmor får antalet skruvar respektive överfall minskas med ett (1). Dock gäller övriga krav enligt dess riklinjer i tillämpliga delar.

### 12.2 Tabell 1 Skruvklämmor med två strömförande detaljer för förbindning av två parallella linor, se Figur 1

Ledare A, Lina			Ledare B, Lina			Linspår längd mm	N Skruvar Antal	Skruvdimension	Kontinuerlig ström A
Ledare area mm <sup>2</sup>	Strömförande kontaktyta mm <sup>2</sup>	⌘ Kontaktkraft kN	Ledare benäm- ning mm <sup>2</sup>	Strömförande kontaktyta mm <sup>2</sup>	⌘ Kontaktkraft kN				
593	9800	70	593	9800	70	140	4	M12	1190
910	12000	70	593	9800	70	140	4	M12	1190
910	15000	87,5	910	15000	87,5	170	5	M12	1540

### 12.3 Tabell 2 Skruvklämmor med överfall för förbindning av linor (T-avgrening), se Figur 2

Ledare A, Lina						Ledare B, Lina					Skruv vdi	Kon- tinu-	
Ledare Area mm <sup>2</sup>	N Överfall antal	L Linspårslängd mm	A Strömförande kontaktyta mm <sup>2</sup>	B Kontaktyta i överfall mm <sup>2</sup>	⌘ Kontaktkraft kN	Ledare benäm- ning mm <sup>2</sup>	N Överfall antal	L Linspårslängd mm	A Strömförande kontaktyta mm <sup>2</sup>	B Kontaktyta i över- fall mm <sup>2</sup>			⌘ Kontaktkraft kN
593	3	115	4600	3300	150	593	3	115	4600	3300	150	M10	1190
910	3	115	5900	4300	150	593	3	115	4600	3300	150	M10	1190
910	4	155	8000	5800	200	910	4	155	8000	5800	200	M10	1540



12.4 Tabell 3 Skruvklämmor med överfall för förbind-  
ning av linor med uttagstappar, se Figur 3

Ledare A, Lina							Uttagstapp B							Kontinuerlig ström A
Ledare benämning Area mm <sup>2</sup>	Överfall N antal	Linspårlängd L mm	Strömförande A kontaktyta mm <sup>2</sup>	Kontaktyta B i överfall mm <sup>2</sup>	Kontaktkraft F kN	Skruvdimension	Uttagstapp diame- ter mm	Överfall antal	Z Spårlängd mm	Strömförande kontaktyta mm <sup>2</sup>	A Kontaktyta i över- fall mm <sup>2</sup>	B Kontaktkraft kN	F Skruvdimension	
593	3	115	4600	3300	150	M10	30	2	75	2700	2000	100	M10	1190
593	3	115	4600	3300	150	M10	40	2	75	3800	3000	100	M10	1190
593	3	115	4600	3300	150	M10	60	2	75	5900	4900	140	M12	1190
910	4	155	8000	5800	200	M10	30	3	115	4300	3000	150	M10	1250
910	4	155	8000	5800	200	M10	40	3	115	6000	4500	150	M10	1540
910	4	155	8000	5800	200	M10	60	2	75	5900	4800	140	M12	1540
2x593	2x2	75	2900	2200	100	M10	30	3	115	4300	3000	150	M10	1250
2x593	2x3	115	4600	3300	150	M10	40	3	115	6000	4500	150	M10	1600
2x593	2x3	115	4600	3300	150	M10	60	3	115	9400	7200	210	M12	2380
2x910	2x2	75	3700	2900	100	M10	30	3	115	4300	3000	150	M10	1250
2x910	2x3	115	5900	4300	150	M10	40	3	115	6000	4500	150	M10	1600
2x910	2x4	155	8000	5800	200	M10	60	3	115	9400	7200	210	M12	2500

12.5 Tabell 4 Skruvklämmor med överfall för förbind-  
ning av linor med uttagsplattor, se Figur 4

Ledare A, Lina							Klämnas anslutnings- flagga			Kontinuerlig ström A
Ledare benämning Area mm <sup>2</sup>	Överfall N antal	Linspårlängd L mm	Strömförande A kontaktyta mm <sup>2</sup>	Kontaktyta B i överfall mm <sup>2</sup>	Kontaktkraft F kN	Skruvdimension	Uttagsplatta be- teckning mm	Antal hål N antal	Tjocklek T mm	
593	3	115	4600	3300	150	M10	4-75	4	15	1190
593	3	115	4600	3300	150	M10	9-125	9	15	1190
910	4	155	8000	5800	200	M10	4-75	4	20	1540
910	4	155	8000	5800	200	M10	9-125	9	20	1540
2x593	2x3	75	2900	2200	100	M10	4-75	4	30	2380
2x593	2x3	115	4600	3300	150	M10	9-125	9	25	2380
2x910	2x3	115	5900	4300	150	M10	4-75	4	30	2500
2x910	2x4	155	8000	5800	200	M10	9-125	9	30	3150
2x910	2x4	155	8000	5800	200	M10	12-165	12	25	3150
3x910 <sup>1)</sup>	3x4	155	8000	5800	200	M10	9-125	9	30	3150
3x910 <sup>1)</sup>	3x4	155	8000	5800	200	M10	12-165	12	30	4000

1) Skall lämpligen vara utförd enligt punkt 6.1.

### 12.6 Tabell 5 Skruvklämmor med överfall för förbind- ning av linor med rör, se Figur 5

Ledare A, Lina							Ledare B, Rör							Kontinuerlig ström A
Ledare benämning Area mm <sup>2</sup>	Överfall N antal	Linspårlängd L mm	Strömförande A kontaktyta mm <sup>2</sup>	Kontaktyta B i överfall mm <sup>2</sup>	Kontaktkraft F kN	Skruvdimension	Diameter mm	Överfall N antal	Rörspårlängd L mm	Strömförande A kontaktyta mm <sup>2</sup>	Kontaktyta B i överfall mm <sup>2</sup>	Kontaktkraft F kN	Skruvdimension	
593	3	115	4600	3300	150	M10	100	2	75	74000	2000	140	M12	1190
593	3	115	4600	3300	150	M10	150	2	75	110000	3000	140	M12	1190
593	3	115	4600	3300	150	M10	250	2	75	200000	4900	140	M12	1190
910	4	155	8000	5800	200	M10	100	2	75	74000	3000	140	M12	1540
910	4	155	8000	5800	200	M10	150	2	75	110000	4500	140	M12	1540
910	4	155	8000	5800	200	M10	250	2	75	200000	4800	140	M12	1540
2x593	2x3	115	4600	3300	150	M10	100	2	75	74000	3000	140	M12	2380
2x593	2x3	115	4600	3300	150	M10	150	2	75	110000	4500	140	M12	2380
2x593	2x3	115	4600	3300	150	M10	250	2	75	200000	7200	140	M12	2380
2x910	2x4	155	8000	5800	200	M10	100	2	75	74000	3000	140	M10	3150
2x910	2x4	155	8000	5800	200	M10	150	2	75	110000	4500	140	M10	3150
2x910	2x4	155	8000	5800	200	M10	250	2	75	200000	7200	140	M12	3150

### 12.7 Tabell 6 Flexibla skruvklämmor för förbindning av rör med uttagstapp, se Figur 6

Ledare A, Rör						Uttagstapp B						Kontinuerlig ström A	
Rör Diameter mm	Skruva N antal	Längd L mm	Strömförande A kontaktyta mm <sup>2</sup>	Kontaktkraft F kN	Skruvdimension	Diameter mm	Överfall N antal	Linspårlängd L mm	Strömförande A kontaktyta mm <sup>2</sup>	Kontaktyta B i överfall mm <sup>2</sup>	Kontaktkraft F kN		Skruvdimension
100	4	75	18000	150	M12	30	3	115	4300	3000	150	M10	1600
						40	3	115	6000	4500	150	M10	2500
						60	3	115	9400	7200	200	M12	3480
150	4	75	27500	150	M12	60	3	115	9400	7200	200	M12	4000

### 12.8 Tabell 7 Flexibla skruvklämmor för förbindning av rör med uttagsplatta, se Figur 7

Ledare A, Rör						Anslutningsflagga B			Kontinuerlig ström
Rör Diameter mm	Skrubar N antal	Längd L mm	Strömförande A kontaktyta mm <sup>2</sup>	Kontaktkraft F kN	Skruvdimension	Uttagsflagga mm	Hål N antal	Tjocklek L mm	
100	4	75	18000	150	M12	4-75	4	30	2500
						9-125	9	30	3150
150	4	75	27500	150	M12	9-125	9	30	3150
						12-165	12	30	4000

### 12.9 Tabell 8 Skruvklämmor med två strömförande detaljer för skarvning av rör på fri längd, se Figur 8

Ledare A, Rör						Ledare B, Rör						Böjmoment Nm	Kontinuerlig ström A
Rör Diameter mm	Skrubar N antal	Längd L Mm	Strömförande A kontaktyta mm <sup>2</sup>	Kontaktkraft F kN	Skruvdimension	Rör Diameter mm	Skrubar N antal	Längd L mm	Strömförande A kontaktyta mm <sup>2</sup>	Kontaktkraft F kN	Skruvdimension		
100	4	75	19500	140	M12	100	4	75	18000	140	M12	9800	3480
150	4	75	30000	140	M12	150	4	75	47000	140	M12	28000	5150
250	4	75	50000	140	M12	250	4	75	50000	140	M12	86000	8890

1) Röret skall omslutas av rörskarven på en sträcka av 80% av rördiametern

### 12.10 Tabell 9 Draghållfasthet, hårdhet och resistivitet hos aluminium för skruvklämmor

	Draghållfasthet			Hårdhet	Resistivitet
	Rp0,2 min. MPa	Rm min. MPa	A5 min. %	max. HB	max. nΩm
Separat gjuten provstav	190	230	2		
Gjutet	180 <sup>1)</sup>	200 <sup>1)</sup>	1 <sup>1)</sup>	75	50 <sup>2)</sup>
Smitt	240	290	5	85	40 <sup>2)</sup>

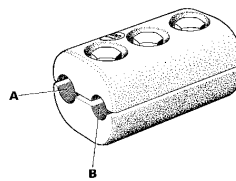
1) Värdena gäller för maskintillverkad provstav uttagen från gjuten detalj.

2) Värdena gäller för strömförande detalj.

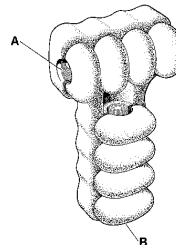
## 13 Figurer

Figurer 1 till och med 8 är endast typexempel på utförande av bultade klämmor och inte nödvändigtvis överensstämmande med vad som krävs enligt Tabell 1 till och med Tabell 8. Figur 9 till och med figur 15 är del av kraven i dessa tekniska rekommendationer

### 13.1 Figur 1 Skruvklämmor med två strömförande detaljer för förbindning av två parallella



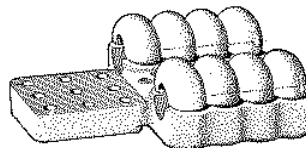
### 13.2 Figur 2 Skruvklämmor med överfall för förbindning av ledare (T-avgrening)



### 13.3 Figur 3 Skruvklämmor med överfall för förbindning av linor med uttagstappar

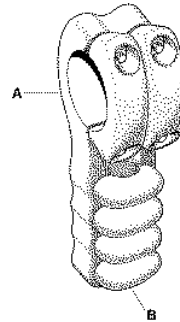


### 13.4 Figur 4 Skruvklämmor med överfall för förbindning av linor med uttagsplattor<sup>1</sup>

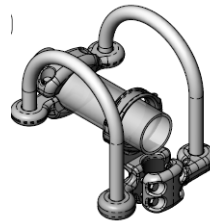


<sup>1</sup> För flaggor som är tunnare än vad är angiven under punkt 15 ska tväsidig klämma användas.

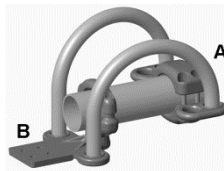
13.5 Figur 5 Skruvklämmor med överfall för förbindning av linor med rör



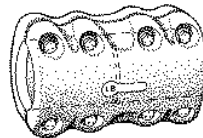
13.6 Figur 6 Flexibla skruvklämmor för förbindning av rör med uttagstapp



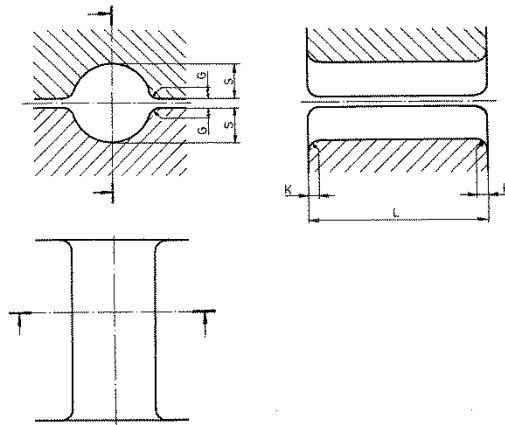
13.7 Figur 7 Flexibla skruvklämmor för förbindning av rör med uttagsplatta



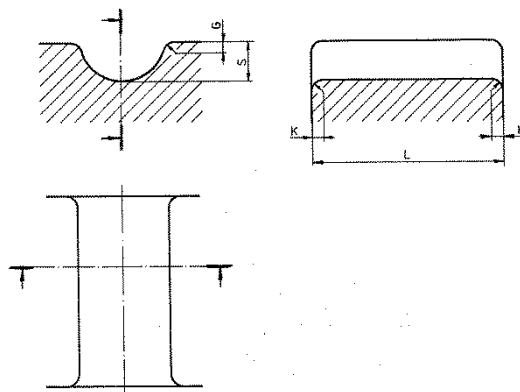
13.8 Figur 8 Skruvklämmor med två strömförande detaljer för skarvning av rör på fri längd



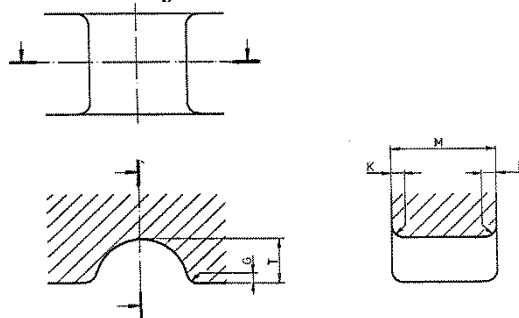
**13.9 Figur 9 Strömförande kontaktyta i skruvklämmor bestående av två strömförande detaljer**



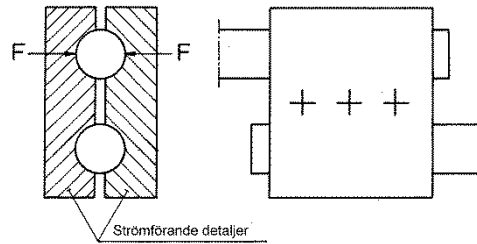
**13.10 Figur 10 Strömförande kontaktyta i skruvklämmor med överfall**



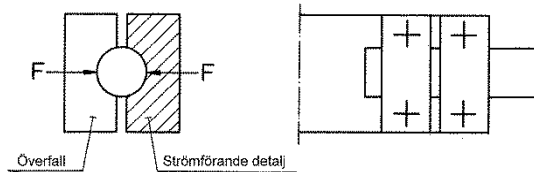
**13.11 Figur 11 Kontaktyta i överfall**



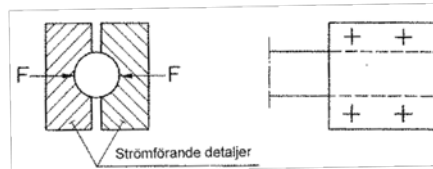
**13.12 Figur 12 Kontaktkraft i skruvklämmor bestående av två strömförande detaljer för förbindning av parallella linor**



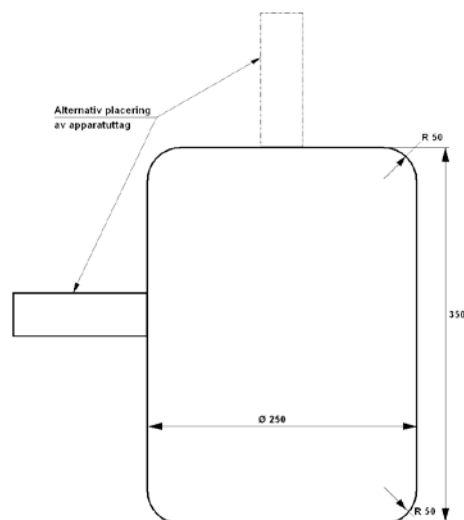
**13.13 Figur 13 Kontaktkraft i skruvklämmor med överfall**



**13.14 Figur 14 Kontaktkraft i skruvklämmor bestående av två strömförande detaljer för förbindning av rör**



**13.15 Figur 15 Apparathuvud för koronaprovning av skruvklämmor**



## 14 Bilaga A - Aluminiumrör

Dessa riktlinjer beskriver krav på runda aluminiumrör avsedda att användas såsom strömförande ledare för att förbinda apparater i utomhusställverk och omfattar utförande. Riktlinjerna avser att säkerställa att aluminiumrör uppvisar en nöjaktig funktion under stationens beräknade tekniska livslängd och skall användas vid inköp av aluminiumrör.

### 14.1 Referenser

IEC 60114	Recommendation for heat treated aluminium alloy busbar material of the aluminium - magnesium - silicon type.
SS-EN 755-2	Aluminium och aluminiumlegeringar – Strängpressad stång, rör och profiler –Del 2: Mekaniska egenskaper

### 14.2 Beteckning

Aluminiumrör betecknas med nominell ytterdiameter i mm/ innerdiameter i mm samt Al-rör.

### 14.3 Material

Aluminiumrör skall vara tillverkade av härdad aluminiumlegering av AlMgSi-typ, EN AW-6101B T6 enligt SS-EN 755-2. Denna legering skall uppfylla de fordringar enligt IEC 60114.

### 14.4 Ytterdiameter och vägg tjocklek

Aluminiumrör skall utefter hela längden uppfylla de fordringar beträffande ytterdiameter och vägg tjocklek, som redovisas i nedanstående tabell.

För att medge tillverkning av invändigt koniska rör har endast minsta vägg tjocklek och minsta medelvägg tjocklek medtagits i tabellen.

### 14.5 Längd

Aktuell rörlängd och spännvidd anges i beställningen och rören skall uppfylla de fordringar beträffande längdtoleranser och snedhet hos ändytorna som redovisas i tabellen.

### 14.6 Rakhet

Aluminiumrör skall uppfylla de fordringar beträffande rakhet som redovisas i tabellen.



## 14.7 Utförande

Aluminiumrör skall vara strängpressade, med eller utan vällfogar, måste aluminiumrör av tillverkningstekniska skäl skarvas gällande följande:

- > Skarv skall ha samma elektriska egenskaper som det oskarvade röret.
- > Skarv, som ej nedsätter rörets mekaniska egenskaper varken ur statisk eller dynamisk synpunkt må vara placerad var som helst utefter rörets längd.
- > Svetsad skarv; som skall ha en draghållfasthet av minst 72 % av det brottgränsvärde som föreskrivas för det oskarvade röret enligt IEC 60114, skall vara placerad så att minst 8000 mm av röret i spannets mittersta del blir oskarvad.

## 14.8 Mått och toleranser

Tabell 10:

Al-rör benämning	Ytterdiameter			Vägg tjocklek		Längd		Rakhetsavvikelse för rörlängd <sup>6)</sup>		
	Nominell	Tolerans <sup>1)</sup>	Rundhet <sup>2)</sup>	Min	Min medel <sup>3)</sup>	Tolerans <sup>4)</sup>	Snedhet <sup>5)</sup>	<10 m	10- 16 m	>16 m
	Mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
100/88	100	±0,5	1,0	5,4	5,8	+25 -0	1,5	18	-	-
100/80	100	±0,5	1,0	9,2	9,7	+25 -0	1,5	18	-	-
150/136	150	±0,8	1,6	6,0	6,8	+25 -0	2,0	18	26	-
150/126	150	±0,8	1,6	10,8	11,6	+25 -0	2,0	18	26	-
250/236	250	±1,2	2,4	6,0	6,8	+30 -0	4,0	18	26	30
250/226	250	±1,2	2,4	10,8	11,6	+30 -0	4,0	18	26	30

1) Medeldiameter fastställd som aritmetiskt medelvärde av två mätningar vinkelrätt mot varandra i samma tvärsnitt.

2) Maximal skillnad mellan största och minsta ytterdiameter mätt i samma tvärsnitt.

3) Medelvägg tjocklek fastställd som aritmetiskt medelvärde av uppmätt minsta och största vägg tjocklek i samma tvärsnitt.

4) Avser rörets totala längd vid +20°C.

5) Rörändarna skall vara kapade vinkelrätt mot längdaxeln med den i tabellen angivna maximala snedheten.

6) Rakhetsavvikelsen får på ingen del av röret vara större än 3 mm per löpmeter och den sammanlagda rakhetsavvikelsen för hela rörlängden får ej överstiga den i tabellen angivna.

## 15 Bilaga B – Apparat uttagsplattor

Apparat uttagsplattor är avsedda att förbinda strömförande ledare med skruvklämmor till apparater för utomhusställverk och omfattar utförande.

Apparatuttag av koppar eller kopparlegering skall vara förtennad med en skiktjocklek av minst 50 µm.

Apparatuttag av aluminium eller aluminiumlegering skall ha i princip samma korrosionsbeständighet som renaluminium och får ej vara känslig för spänningskorrosion eller korngränsfrätning.

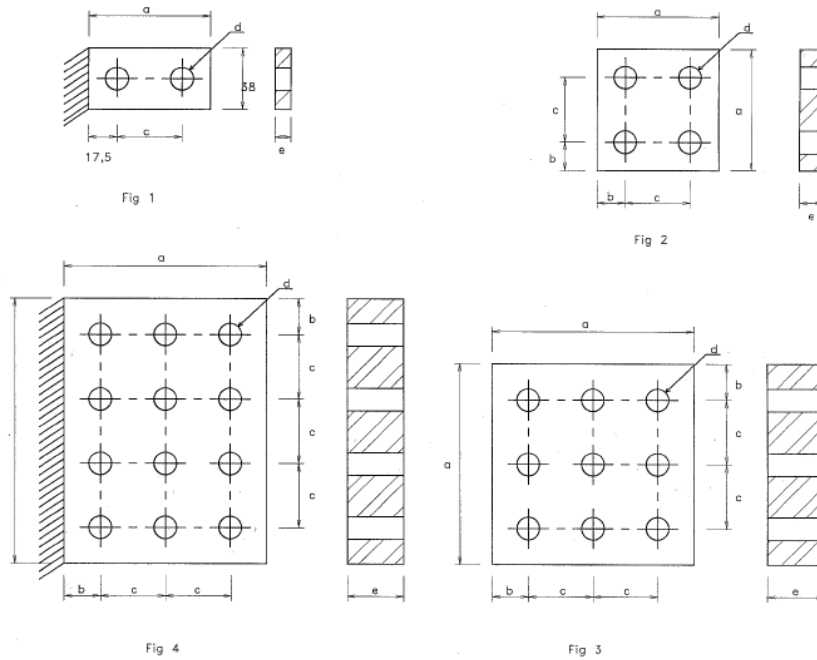
Avståndet mellan apparat och måttsatt storlek skall vara minst 5 mm.

Uttagsplatta väljs med utgångspunkt från apparatens märkström enligt tabellen 11.

Tabell 11

Beteckning	Hål Antal	Dimension mm	Tjocklek <sup>1)</sup> T min Mm	För apparat med märkström	
				Enkelsidig A	Dubbelsidig A
4-75	4	75 x 75	15	630 - 1250	-
9-125	9	125 x 125	35	1600 - 3150	4000
12-165	12	125 x 165	35	4000	5000

## 15.1 Figurer apparat uttagsplattor<sup>2</sup>



Tabell 12

Mått [mm]							
Plate	Figur		A	b	c	d	e
2 - 75	1	2-hål	75	17,5	40	14	10
4 - 75	2	4-hål	75	17,5	40	14	15
9 - 125	3	9-hål	125	22,5	40	14	35
12 - 165	4	12-hål	125	22,5	40	14	35

<sup>2</sup> Förbindning skall kunna ske från båda sidor på flaggorna.

## 16 Bilaga C – Apparat uttagstappar

Apparat uttagstappar är avsedda att förbinda strömförande ledare med skruvklämmor till apparater för utomhusställverk.

Uttagstapp av koppar betecknas enligt SEN 211012 med tillägg Cu.

Uttagstapp av aluminium betecknas med dimension enligt tabell 12.

### Material

Apparatuttag av koppar eller kopparlegering skall vara förtennad med en skiktjocklek av minst 50  $\mu\text{m}$ .

Apparatuttag av aluminium eller aluminiumlegering skall ha i princip samma korrosionsbeständighet som renaluminium och får ej vara känslig för spänningskorrosion eller korngränsfrätning.

Avståndet mellan apparat och mätsatt storlek skall vara minst 5 mm.

Uttagstapp väljs med utgångspunkt från apparatens märkström enligt tabell 13.

Tabell 13:

Beteckning	Diameter D mm	Längd L min mm	För apparat med märkström A
30 Al	30	125	1250
40 Al	40	125	1600
60 Al	60	125	2500

### 16.1 Figur 19 Apparat uttagstapp

