

ENHET, VERKSAMHETSOMRÅDE
AT - Teknik

VÅR BETECKNING
TR05-13

DATUM
2018-05-01

SAMRÅD
NT, *MB GB*
Elsäkerhetsansvarig

TEKNISK RIKTLINJE

UTGÅVA
4

FASTSTÄLLD
Td



Luftledning Jordning

Inledning

Denna Riktlinje är främst avsedd att användas vid nybyggnation men kan även användas vid underhåll av luftledningar.



Uppdateringar

Utgåva	Ändringsnot	Datum
A	Denna Riktlinje är totalt omarbetad och ersätter TR5:113 från 14 september 2000	2010-05-17
2	Strukturella och redaktionella ändringar samt klargöranden i hela dokumentet. Ett större antal tekniska ändringar finns i dokumentet.	2012-10-05
3	SS-EN 50522 ersatt med TR01-13 som referens. Tabell i avsnitt 5.3.11 ändrade i enlighet med Telestörningsnämndens meddelande Nr 21. Länkar till avsnitt 6.2 rättade. Figur 6 reviderad.	2015-11-01
4	Större ombearbetning. Tillkommit en beskrivning för utförande av shunt i avsnitt 5.3.11. Kapitel "Beröringsskydd av stolpar" har tagits bort.	2018-05-01



Innehåll

1	Referenser	5
2	Omfattning	6
3	Ordförklaring	6
4	Beskrivning	8
4.1	<i>Allmänt</i>	8
4.2	<i>Funktionsjordning</i>	8
4.3	<i>Skyddsjordning</i>	8
4.4	<i>Galvanisk korrosion</i>	8
5	Krav	9
5.1	<i>Material</i>	9
5.1.1	<i>Jordledare och ytjordtag</i>	9
5.1.2	<i>Djupjordtag</i>	9
5.1.3	<i>Markledarring</i>	10
5.1.4	<i>Toppledare</i>	10
5.2	<i>Elektriska krav</i>	10
5.2.1	<i>Toppledare</i>	10
5.2.2	<i>Jordledare</i>	11
5.2.3	<i>Reparation av genomgående markledare och nedledare</i> ...	11
5.2.4	<i>Funktionsjordning</i>	11
5.2.5	<i>Skyddsjordning</i>	11
5.3	<i>Utförande</i>	11
5.3.1	<i>Jordning av olika stolptyper</i>	12
5.3.2	<i>Genomgående markledare</i>	12
5.3.3	<i>Stråljordtag</i>	13
5.3.4	<i>Djupjordtag</i>	13
5.3.5	<i>Markledarring</i>	13
5.3.6	<i>Förläggningsdjup</i>	14
5.3.7	<i>Anslutning av jordledare till stolpben och stag</i>	14
5.3.8	<i>Anslutning till nedledare</i>	15
5.3.9	<i>Anslutning och skarvning under markytan</i>	15



5.3.10	<i>Anslutning av toppledare</i>	15
5.3.11	<i>Korsningar</i>	16
5.3.12	<i>Anslutning mellan ledning och ställverk</i>	17
6	Kontroll	17
6.1	<i>Allmänt</i>	17
6.2	<i>Svagströmsmetoden</i>	17
6.3	<i>Funktionskontroll av gnistgap och stagisolatorer</i>	18
7	Leverans	18
8	Figurer	19
	<i>Figur 1 – Stråljordtag</i>	19
	<i>Figur 2 – Djupjordtag</i>	19
	<i>Figur 3 – Markledarring</i>	20
	<i>Figur 4 – Anslutning till ställverk</i>	21
	<i>Figur 5 – Anslutning till ställverk</i>	22
	<i>Figur 6 – Anslutning till ställverk</i>	23
	<i>Figur 7 – Anslutning till ställverk</i>	24
	<i>Figur 8 – Anslutning av markledare</i>	25
	<i>Figur 9 – Anslutning av markledare</i>	25
	<i>Figur 10 – Gnistgap</i>	26



1 Referenser

Notera att normer, bestämmelser, riktlinjer etc. som hänvisas till i denna tekniska riktlinje förändras kontinuerligt och kan vara utgångna, reviderade eller ersatta. Det åligger utförare att ofördröjligen påtala sådana förändringar. Nedanstående lista består av dokument som hänvisas till i denna riktlinje samt dokument som kan vara av intresse.

SS-EN ISO 9001:2008	Ledningssystem för kvalitet - Krav (ISO 9001:2008)
SFS 2009:22	Starkströmsförordning
ELSÄK-FS 2008:1	Elsäkerhetsverkets föreskrifter och allmänna råd om hur elektriska starkströmsanläggningar ska vara utförda
SvK-TR01-01	Stamnätsanläggningar
SvK-TR01-13	Stamnätsstationer Jordning
SvK-TR05-04	Luftledningar, Linor
SvK-TR05-01	Luftledningar, Anläggningsdokumentation
SvK-TR13-03-02	Kompletterande, förtydligande och speciella tillämpningar av ESA14
SvK-TR10-05	Elektriska och icke elektriska anläggningar invid Svenska kraftnäts anläggningar
SS-EN 50341-1	Elektriska friledningar över 45 kV AC
SS-EN 61936-1	Starkströmsanläggningar med nominell spänning överstigande 1 kV AC – Del 1: Allmänna födringar
SS 436 21 10	Fasta installationer för jordning i ställverk med systemspänning högre än 1 kV
EBR K25	Jordningskonstruktioner distributionsnät och nätstationer 0,4-24 kV
EBR U301E	Underhåll ledningar 0,4 -420 kV – Jordning
EBR U303H	Underhåll ledningar 0,4 -420 kV – Besiktning, jordningskontroll



2 Omfattning

Denna riktlinje gäller för jordning av luftledning och ger en generell anvisning för hur funktions- och skyddsjordning skall utföras i direktjordade luftledningar för HVAC med stolpar av elektriskt ledande och icke elektriskt ledande material. Dessa riktlinjer kan även användas för luftledningar för HVDC.

3 Ordförklaring

<i>Definition</i>	<i>Förklaring</i>
Jordning	Elektriskt ledande förbindning mellan anläggningsdelen och omgivande mark.
Funktionsjordning	Jordning för att avleda blixtröm och 50-periodig felström så att säker reläutlösning erhålls.
Skyddsjordning	Jordning avsedd för att skydda person och egendom.
Gnistgap	Två elektroder separerade av ett mellanrum, utformad för att tillåta elektrisk gnista att passera mellan ledarna vid en specificerad pålagd spänning.
Jordledare	Samlingsnamn för ledare ingående i den fasta installationen för jordningsändamål.
Jordtag	Ledare förlagd i mark avsedd att åstadkomma elektriskt ledande förbindelse med omgivande marklager. Ledare kan utföras som stång, lina, plåt eller likvärdigt.
Ytjordtag	Jordtag bestående av med markytan parallellt förlagd jordledare på ett djup ned till ungefär 1 m.



Djupjordtag	Jordtag, bestående av vertikala jordledare nedgrävda eller neddrivna i mark på större djup än 1 m.
Stråljordtag	Jordtag bestående av strålformigt förlagda horisontella jordledare i mark.
Genomgående markledare	Ledare, horisontellt förlagd i mark, som sammanhängande går från stolpplats till stolpplats.
Lokalt jordtag	Jordtag bestående av djupjordtag, ytjordtag, stråljordtag eller en kombination av dessa.
Potentialutjämningsledare	Ledare avsedd för att potentialutjämna marken intill objektet t ex stolpben eller kabelskåp.
Markledarring	Skyddsjordning bestående av potentialutjämningsledare förlagd i mark omkring stolpar och/eller stagförankring.
Jordtagsledare	Jordledare som förbinder del av anläggning, som skall jordas, med ett jordtag.
Nedledare	Ledare för förbindning av isolatorfästet, regel och toppledare till en på stolpen fast jordningsklämma där övergång till jordtagsledare sker.
Toppledare	Ledare, horisontellt förlagd i friledningsstolpe, normalt placerad över fasledare. Toppledaren är en del av ledningens jordning och benämns ofta som toplina.
Isolerad toppledare	Toppledare elektriskt skild från stolpe med isolator och normalt tillhörande gnistgap.



4 Beskrivning

4.1 Allmänt

Anläggning ingående i ett direktjordat system skall vara så utförd, att vid jordfel momentant och automatiskt fränkopplas och att vid jordfel uppträdande förhöjda markpotentialer utjämnas så, att nödvändig säkerhet för person och egendom erhålls. Detta åstadkoms genom funktions- och skyddsjordning. Se ELSÄK-FS 2008:1 samt ändringsföreskrift ELSÄK-FS 2015:3.

Jordningen av en ledning bestäms både av de enskilda stolparnas jordning samt sammankopplingen via mark- och toppledare. En stolpe på berg kan således tillåtas sakna markanslutning om anslutningen till toppledaren är galvaniskt säkerställd. Genom denna anslutning fås skyddsjordning och i viss mån funktionsjordning från närliggande stolpe. Normalt bör dock stolpars individuella jordtagsresistans vara lägre än 100 Ω .

4.2 Funktionsjordning

Funktionsjordning ska i första hand utföras med toppledare och genomgående markledare. Ytjordtag eller djupjordtag kan också utnyttjas med hänsyn till rådande omständigheter beträffande terräng, hinder m.m.

4.3 Skyddsjordning

Skyddsjordning skall utföras vid stolpar och stagförankringar där människor vanligtvis färdas eller vistas så att inga otillåtna steg- och beröringsspänningar uppkommer.

Skyddsjordning skall, om inte jordtag för funktionsjordning är tillräckligt, utföras genom förläggning av markledarring (se avsnitt 5.3.5) runt utsatt del och vara förbunden med denna.

Skyddsjordning utförs normalt med varmförzinkad ställina och anslutas direkt till utsatt del och **inte via gnistgap**.

På vissa platser (badstränder, skolgårdar, idrottsplatser, parkeringsplatser och liknande) kan ytterligare åtgärder vara nödvändiga.

De flesta jordningar kombinerar både funktions- och skyddsjordning. För till exempel en ledning med genomgående toppledare är jordningen ett enda sammanhängande system med dessa båda egenskaper.

4.4 Galvanisk korrosion

Åtgärder skall vidtas för att förhindra korrosion på i marken förlagda ståldetaljer genom att förhindra galvaniskt förbindning med jordledare av koppar eller kopparbelagt stål.



Metallisk kontakt mellan koppar och annan metall under markytan tillåts ej. Alla sådana förbindningar skall vara över markytan.

Då jordtag eller jordtagsledare av koppar eller kopparbelagd ställina används, skall dessa anslutas till stolpe och stag via gnistgap se Figur 8 – Anslutning av markledare var. A och B samt Figur 9 – Anslutning av markledare var. A). I undantagsfall kan stagisolator användas men bör undvikas vid nybyggnation.

Vid stationer ansluts toppledarna normalt via gnistgap (se Figur 10 – Gnistgap) för att stationens kopparjordsystem inte skall vara i galvanisk förbindelse med stolpar ute på ledningen.

Om jordtag och jordtagsledare är utförda av stål eller då hela ledningen består av stolpar där INGA stolp- eller stagdelar av stål går ner i mark (t.ex. ostagade stolpar på betongfundament) kan gnistgap utgå både till marklina och för topplina in till station även om jordtag består av koppar eller kopparbelagda ställinor.

5 Krav

5.1 Material

5.1.1 Jordledare och ytjordtag

Jordledare för förläggning i mark skall vara av koppar, kopparbelagd stål eller varmförzinkat stål. För kopparbelagd ställina anges dess ledningsförmåga i förhållande till ren koppar i enlighet med "International Annealed Copper Standard", IACS. Normalt skall kopparbelagd lina och tråd vara glödgad och ha en konduktivitet av 40% IACS. Kopparskiktet på kopparbelagt stål skall vara minst 0,25 mm tjockt enligt SS 436 21 10 och vara fäst vid stålet på ett sådant sätt, att det motstår uppkommande påfrestningar utan att släppa från stålet.

Följande dimensioner får inte underskridas:

Material	Minimal Dimension
Kopparlina	35 mm ²
Kopparbelagd ställina	35 mm ²
Ställina	50 mm ²

5.1.2 Djupjordtag

Djupjordtag skall bestå av rör, plåt, stång eller vinkelstång av koppar, kopparbelagt stål (normalt utförande) alternativt varmförzinkat stål.



Normalt skall kopparbelagt stål ha en konduktivitet av 40% IACS. Kopparskiktet på stålet skall vara minst 0,25 mm tjockt enligt SS 436 21 10 och vara fäst vid stålet på ett sådant sätt, att det motstår uppkommande påfrestningar utan att släppa från stålet.

Material	Minimala Dimension
Stålrör	Ø 49 mm
Stång av kopparbelagt stål	Ø 16 mm

5.1.3 Markledarring

Ledare för skyddsjordning skall bestå av tretrådig mjuk varmförzinkad ställina med en area av minst 50 mm². Om galvanisk korrosion inte kan uppstå då kan man använda kopparbelagd ställina, vidare se avsnitt 4.4.

5.1.4 Toppledare

Som toppledare använd normalt FeAl linor i enlighet med SvK-TR05-04.

5.2 Elektriska krav

Den maximala jordfelsströmmen beräknas utifrån olika driftförhållanden. Beroende på ledningens utförande och dess induktion, kommer olika stor del av denna ström passera toppledare respektive markledare. Schablonvärden på strömfördelning framgår av EBR U602.5 och Telestörningsnämndens meddelande nr 20.

Tabellen nedan visar dimensioneringskriterier vid val av topp- och markledare. Varaktigheten anger feltiden och reduktionsfaktor anger fördelning av jordfelsströmmen mellan topp- och jordledare.

Typ av ledare	Varaktighet [s]	Reduktionsfaktor
Toppledare	0,5	0 ¹
Jordledare	1	Beroende på toppledare ²

Dimensioneringskriterier

¹ Reduktionsfaktor 0 innebär att all jordfelsström leds via toppledare

² För mer information se Telestörningsnämnden meddelande nr. 20

5.2.1 Toppledare

Toppledare skall vara så dimensionerad att max felström, enligt SvK-TR05-04 ej överskrids.



5.2.2 Jordledare

Jordledare och nedledare skall vara så dimensionerad, att den maximala jordfelsströmmen inte framkallar en högre strömtäthet i ledaren än vad som anges i tabellen nedan. Normalt dimensioneras jordledare för 1 s men kan vid höga felströmmar, efter överenskommelse med Svenska kraftnät, dimensioneras för 0,5 s.

Material	Max strömtäthet vid 1 s [A/mm ²]	Max strömtäthet vid 0,5 s [A/mm ²]
Stål	65	90
Koppar	200	275
Kopparbelagt stål *	130	180

* vid 40% IACS

5.2.3 Reparation av genomgående markledare och nedledare

Vid reparation av genomgående markledare och nedledare kan area väljas ur följande tabell, beroende på maximal ström och typ av material.

Koppar		Stål		Kopparbelagt IACS = 40% stål	
mm ²	kA	mm ²	kA	mm ²	kA
35	7,0	100	6,5	58	7,6
50	10,0	150	9,8	73	9,6
70	14,0	200	13,0	93	12,1
95	19,0	300	19,5	148	19,3
120	24,0	-----	-----	-----	-----
150	30,0	-----	-----	-----	-----

Tabellen visar max ström vid 1 s varaktighet.

5.2.4 Funktionsjordning

Jordtag skall förläggas på sådant sätt, att jordtagsresistansen inte nämnvärt påverkas av variationer i fuktigheten hos omgivande mark, tjäle eller korrosion.

Vid stolpplatser med svåra jordningsförhållanden som berg etc. kan, efter överenskommelse, stolpjordtag utelämnas om toppledaren har god elektrisk kontakt via jordklämma till stolpen. I dessa fall måste stolpar för omgivande spann ha godkända jordtag.

5.2.5 Skyddsjordning

Skyddsjordning (markledarring) skall vara så utförd att steg och beröringsspänningen ej överstiger 600 V då en ström som, vid en jordslutning, flyter genom en resistans på 3 000 Ω (se ELSÄK-FS 2008:1).

5.3 Utförande

Allt utförande av installationer av jordning är att betrakta som elektrisk starkströmsinstallation och ska utföras av elinstallationsföretag.



5.3.1 Jordning av olika stolptyper

Nedledare och markledare skall normalt vara dimensionerade för ledningens jordslutningsström (se avsnitt 5.2). Om flera nedledare finns skall dessa normalt vardera klara märkkortidsströmmen (se tabell i avsnitt 5.2.2).

Stålstolpledning

Skyddsjordning ska vid behov utföras enligt avsnitt 5.2.5.

Funktionsjordningen skall säkerställas för varje stolpe enligt avsnitt 5.2.4.

Betongstolpar

Regel, isolatorfästen och armering skall anslutas till stolpens jordtag med nedledare i stolpen. Normalt används en nedledare per stolpen.

Trästolpar

Jordning av trästolpar sker i de fall SS-EN 50341-1 avseende träisolationssträckan ej är uppfylld. Regel, isolatorfästen och armering skall anslutas till stolpens jordtag med nedledare i stolpen. Normalt används en nedledare per stolpen.

HVDC ledningar

För HVDC ledning utförd som stålstolpledning kan lokalt jordtag användas istället för genomgående markledare. HVDC ledningen utförs, vid nybyggnation, med en separat metallisk returledare och som inte skall användas för jordning av stolpar.

5.3.2 Genomgående markledare

Jordledaren skall förläggas i marken inom ytterfasernas begränsningslinje och vara sammanhängande längs ledningen. Jordledaren skall vara ansluten till de stolpar och samtliga stag på de stolpar den passerar. För förläggningsdjup se avsnitt 5.3.6.

I de fall markledaren ej kan förläggas inom ledningens ytterfaser på grund av terränghinder (berg, vägar, järnvägar, etc.) som inte på ett försvarbart sätt kan avlägsnas eller penetreras, skall förläggningen göras enligt följande:

- > Om terränghindret har liten utsträckning utanför ledningens ytterfaser skall markledaren dras runt hindret.
- > Om terränghindret har stor utsträckning vinkelrätt ledningen bryts den genomgående markledaren i det aktuella spannet. Detta gäller dock ej i anslutning till stationer.

Avbrott längs genomgående markledare

Om den genomgående markledaren bryts pga. hinder, skall avbrottssträckan minimeras genom att markledaren dras ända fram till hindret, sedan avslutas med ett djupjordtag. Endast ett avbrott på markledaren per spann tillåts.



Om det är avbrott vid båda spannen till angränsande stolpar, då ska det betraktas som enskilt jordtag. Jordtaget utförs då som stråljordtag 5.3.3 eller djupjordtag 5.3.4.

I anslutning till stationer får inga avbrott på markledaren finnas inom 1 km ut från stationen.

5.3.3 Stråljordtag

Jordledare skall förläggas horisontellt strålformigt ut från det föremål som skall jordas. Antalet strålar bör optimeras till åtta (8) stycken. Strålarnas längd anpassas till markens ledningsförmåga. Se Figur 1 samt för förläggningsdjup se avsnitt 5.3.6.

Antal och längden på jordledare som ingår i jordtaget skall vara så att man förväntar sig en jordtagsresistans som understiger 100 Ω enligt avsnitt 4.1.

Vid behov kan strål- och djupjordtag kombineras för att erhålla en tillräckligt låg jordtagsresistans.

5.3.4 Djupjordtag

Jordledare (spett) enligt 5.1.2 skall förläggas vertikalt i marken och ansluts till stolpe via horisontella ledare.

Om så erfordras, för att erhålla en tillräckligt låg jordtagsresistans, skall flera jordledare förläggas bredvid varandra på ett inbördes avstånd av minst förläggningsdjupet.

De vertikala jordledarna skall vara förlagda inom ett avstånd av 25 m från närmaste del av det föremål som skall jordas. Se Figur 2 – Djupjordtag.

Antal och längden på de vertikala jordledare som ingår i djupjordtaget skall vara så att man förväntar sig en jordtagsresistans som understiger 100 Ω enligt avsnitt 4.1.

Vid behov kan strål- och djupjordtag kombineras för att erhålla en tillräckligt låg jordtagsresistans.

5.3.5 Markledarring

Markledarring skall förläggas horisontellt i spiral runt stag respektive stolpben. För materialval se avsnitt 5.1.3 samt för förläggningsdjup se avsnitt 5.3.6.

Markledarringar finns som två typer:

- > En enkel variant som placeras som en enkel slinga 1 varv 1 m från stolpe/stag runt samtliga stag och stolpben. Detta utförande gäller generellt för stolpar i tätbebyggt område samt där stolpar står på betongfundament.
- > Markledarringen förläggs i spiral enligt Figur 3 – Markledarring. Detta utförande gäller på platser där folk vanligtvis färdas eller vistas.



Markledarring skall anslutas **direkt** (utan gnistgap) till stolpedel och/eller stag.

5.3.6 Förlägningsdjup

Jordledare, för såväl genomgående markledare som stråljordtag, skall förläggas på ett djup av minst 60 cm, dock skall förlägningsdjupet vara minst 80 cm i ängs- och åkermark.

Vid förekomst av berg på mindre djup än ovanstående får jordledaren förläggas på berget, dock får jordledaren endast i undantagsfall förläggas på berg i dagen. Om jordledaren förläggs på berg i dagen skall den placeras i skyddsrör och fastbultas. Som skyddsrör används PE-rör.

Jordledare för markledarring skall förläggas på ett djup av 20 – 30 cm.

5.3.7 Anslutning av jordledare till stolpben och stag

Jordledare skall förläggas med en slinga under markytan så att, vid markrörelser etc., brott på ledaren EJ kan uppstå och att den EJ kan lossna från klämmor i stolpedelar eller stag. Se Figur 8 – Anslutning av markledare och Figur 9 – Anslutning av markledare.

Jordledare av koppar eller kopparbelagt stål skall, både ovan och under markytan, isoleras med skyddsrör eller plastslang utan avbrott till en punkt minst 0,5 m utanför stolpben, fundament, stagskruv eller markledarring. Som skyddsrör används PE-rör. Plastslangen skall vara svart och av ett material som ej angrips av djur eller förstörs av frost och kyla och som är stabil mot UV-ljus. Exempel på godkänd slang är RSK 2406157.

Jordledare av kopparbelagt stål skall märkas med skylt E0668255. Skylten placeras på jordledaren vid anslutning till stolpben/stag.

Stolpe i mark

Stolpe med stålfundament och/eller stag i jord.

Anslutning av ställedare görs direkt. Anslutning av kopparledare eller kopparbelagd ställedare görs via gnistgap. Gnistgap skall placeras minst 1,5 m respektive 1,0 m över marknivå. Se Figur 8 – Anslutning av markledare och Figur 9 – Anslutning av markledare.

Stolpe med betongfundament

Stolpe där samtliga ben och stag ansluter mot betongfundament min 0,3 m ovan jord.

Om hela ledningen består av denna typ av stolpar kan jordledaren anslutas direkt utan gnistgap även om kopparledare eller kopparbelagd ställedare används. I detta fall kan markledarringarna ersättas med kopparledare eller kopparbelagd ställina.



Om det längs ledningen finns stolpe i mark, skall dock anslutning göras med gnistgap om ledare av koppar eller kopparbelagd stål används. Se Figur 8 – Anslutning av markledare och Figur 9 – Anslutning av markledare.

Stag i mark

För stolpe med staldetaljer och något stag i mark sker anslutning enligt något av följande alternativ:

- > Stagisolator monteras för aktuellt stag (vid nybyggnation bör stagisolatorer undvikas enligt avsnitt 4.4).
- > Ställina ansluts direkt till stag. Anslutning sker via gnistgap mot kopparlina eller kopparbelagd ställina. Gnistgap skall placeras minst 1,0 m över marknivå. Se Figur 9 – Anslutning av markledare.

5.3.8 Anslutning till nedledare

Anslutning till nedledare för trä- och betongstolpar utförs enligt Figur 8 – Anslutning av markledare.

5.3.9 Anslutning och skarvning under markytan

Jordtagsledares anslutning till jordtag och skarvning av jordtag skall utföras på sådant sätt att varaktig god kontakt erhålls och att korrosion i anslutningsstället förebyggs. Detta kan ske med kontaktpressning (dubbla C-hylsor typ Elpress) eller svetsning.

5.3.10 Anslutning av toppledare

Anslutning av direktansluten toppledare

Toppedare ansluts till stolpe som upplagd, upphängd eller inspänd ledare. I stolpar med inspänd toppledare skall toppledare anslutas till stolpe med jordningsklämma.

Stolpar med upplagd eller upphängd toppledare där induktionsström kan förväntas i infästning ska förses med shunt mellan stolpe och topplina. Exempel på stolpar där shunt krävs är skruvstolpar och stolpar vid övergång från horisontell till vertikal fasplacering.

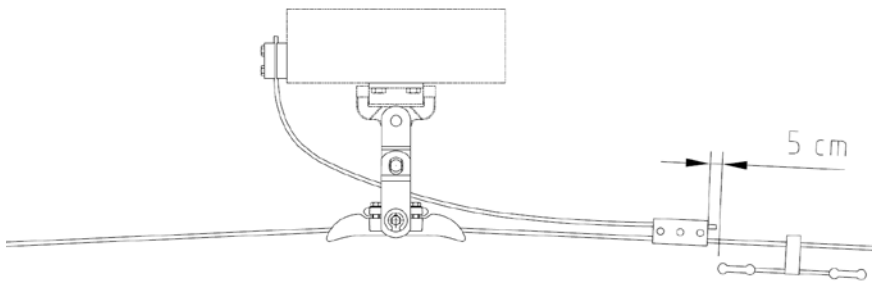
Utförande av shunt

Topplina ska vara försedd med dämpare enl. TR05-09 där shunt ska anslutas.

Shuntlina ska vara av samma typ som ledningens topplina eller AL-lina och ha minst samma felströmskapacitet som topplinan.

Shuntlina ansluts till topplina med skruvklämma enligt TR05-15 anpassad till aktuell lindimension. Skruvklämma placeras mellan dämpare och linhallare på 5 cm avstånd från dämparvikt.

Shuntlina anslut till stolpe med jordningsklämma.



Vid toplina typ Opgw med hängande infästning ska shunt anslutas i avsett fäste på lindhållare i stället för att anslutas med parallellklämma till linan.

Anslutning av isolerad toppledare

Isolerad toppledare ansluts till gnistgap i stolpe med jordningsklämma. Gnistgap utförs enligt Figur 10 – Gnistgap.

5.3.11 Korsningar

Allmänt

Minimivstånd mellan jordtag och anläggningar enligt nedan är att betrakta som schablonavstånd. Uppmätning av steg- och beröringsspänningar skall utföras för att säkerställa funktionen.

Avstånd

För att förebygga risk för skador på i marken nedgrävda ledningar och kablar, vid åsknedslag eller jordfel på närliggande friledning för högspänning, ska nedanstående avstånd hållas mellan de nedgrävda ledningarna och luftledningens i mark förlagda metalliska delar (stolpar, stag, jordtag, genomgående markledare).

Avstånd till jordad detalj tillhörande direktjordad friledning för högspänning (se även Telestörningsnämndens meddelande nr 21):

Anläggning	Minsta avstånd
Markförlagd teleledning	20 ³⁾ eller 50 ^{1,3)} m
Markförlagd kabel eller friledning	20 ³⁾ eller 50 ^{1,3)} m
Jordtag för lågspänning och blank följelina för kabel >1 kV	20 ^{2,3,4)} eller 50 ^{1,2,3,4)} m
Metallrör för vatten- avlopps- eller gasledning	20 ^{2,3)} eller 50 ^{1,2,3)} m
Telestationer	50 m eller 100 ¹⁾ m
Sökråd med optofiber ⁵⁾	20 ^{3,4,5)} eller 50 ^{1,3,4,5)} m

¹⁾ Utanför tätortsområde. Definition "Tätort" enl. SCB:s hemsida: "En ort med lägst 200 fastigheter där avståndet mellan dessa är högst 200 meter".



- ²⁾ Kort avstånd mellan direktjordad anläggning och annan längre nedgrävd metallisk ledning kan ge påverkan av katodiskt skydd för ledningen via spänningssättning. Denna påverkan kan kräva större avstånd.
- ³⁾ Möjlig åtgärd om ovanstående avstånd inte kan hållas utan att någon anläggning flyttas är att någon av de i mark förlagda anläggningarna förses med extra yttre isolation t ex genom förläggning i vattentät plastslang på så lång sträcka att isoleravstånden uppnås.
- ⁴⁾ Isolering av jordtagsledare och placering av jordtag görs så att elektriskt avstånd enligt tabellen innehålls.
- ⁵⁾ Skall isoleras eller tas bort inom dessa avstånd.

Beträffande vertikalt avstånd ska markledaren förläggas minst 0,5 m under/över korsande anläggning/anläggningsdel som anges till vänster i tabellen ovan.

Korsar jordledaren av koppar eller kopparbelagt stål annan i marken förlagd ledare av stål, skall ledaren isoleras så att den når minst 1,5 m utanför sådan ledare.

5.3.12 Anslutning mellan ledning och ställverk

Anslutning till ställverkets marklinjenät av ändstolpe i:

- 1 stål, för ledning med direkt ansluten topplina och genomgående marklina av koppar, utförs enligt Figur 4 – Anslutning till ställverk.
- 2 stål, för ledning med direktjordad topplina och genomgående marklina av stål, utförs enligt Figur 5 – Anslutning till ställverk.
- 3 stål, för ledning med isolerad topplina och genomgående marklina av koppar, utförs enligt Figur 6 – Anslutning till ställverk. Dessa figurer skall ses som exempel och vid detta utförande skall hela jordningssituationen studeras.
- 4 trä, för ledning med direktjordad topplina och genomgående marklina av koppar, utförs enligt Figur 7 – Anslutning till ställverk.

6 Kontroll

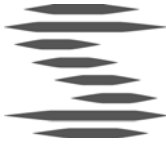
6.1 Allmänt

Elsäkerhetsverket kräver för behandling av drifttillståndsärenden en redogörelse för jordningsförhållandena inklusive uppgift om uppmätta jordtagsresistanser samt besked om att erforderliga skyddsåtgärder på störda anläggningar vidtagits.

Mätning utförs enligt svagströmsmetoden. Samtliga stolpars (vars jordtag åtgärdats) enskilda samt resulterande jordtagsresistans skall mätas och dokumenteras i enlighet med SvK-TR05-01.

6.2 Svagströmsmetoden

Kontrollen avser att fastställa att kraven enligt avsnitt 4.1, 5.3.3 och 5.3.4 uppfylls. Jordtagmätning skall utföras enligt EBR U301E samt EBR U602.5.



På ledning med genomgående toppledare och med jordtaget anslutet utan gnistgap mäts den resulterande jordtagsresistansen.

På ledning med genomgående topplina och med jordtag anslutet via gnistgap mäts även den enskilda jordtagsresistansen för jordtaget. Vid mätning av det resulterande värdet skall gnistgapet vara kortslutet under mätning.

På ledning med isolerad toppledare eller på ledningssträckor utan toppledare skall jordtagsresistansen mätas för varje enskilt jordtag.

Vid mätningarna skall föras protokoll enligt vad som står i EBR U301E. Lämpligt protokollblad tillhandahålls på begäran av Svenska kraftnät.

6.3 Funktionskontroll av gnistgap och stagisolatorer

Vid nybyggd eller ombyggd ledning görs kontroll med potentialmätning med koppar/kopparsulfatreferenselektrod mot de fem första stolparna utanför ställverket.

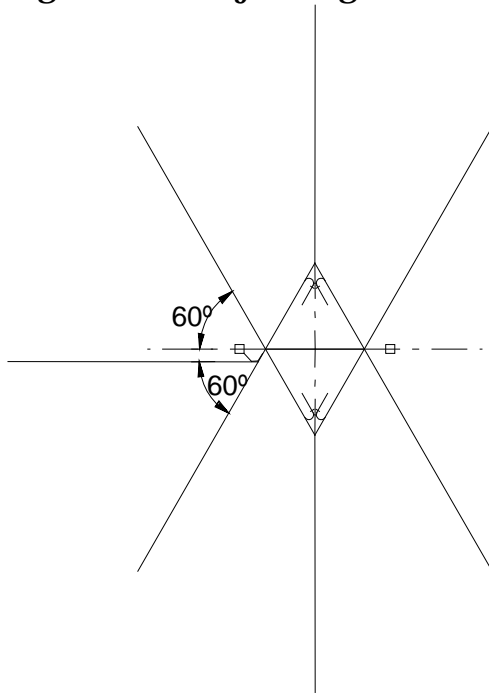
7 Leverans

Före överlämnande skall jordning godkännas av beställaren. För godkännande skall entreprenören visa att jordningen uppfyller riktlinjerna.

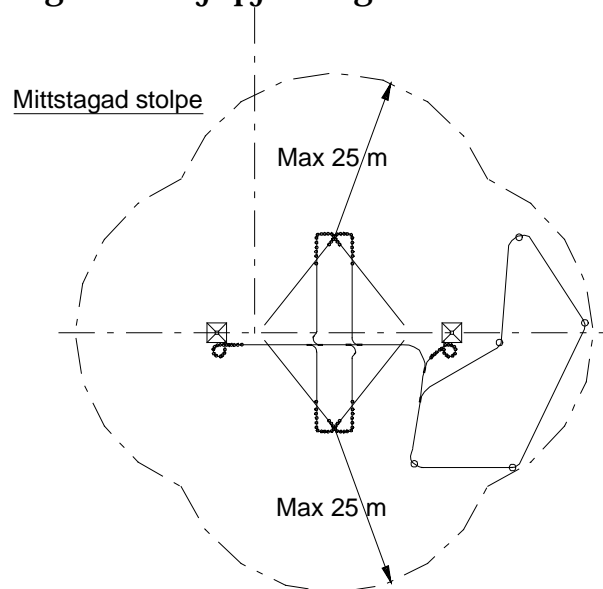
Entreprenören skall tillhandahålla dokumentation, enligt Svenska kraftnäts riktlinjer SvK-TR05-01, för godkännande.

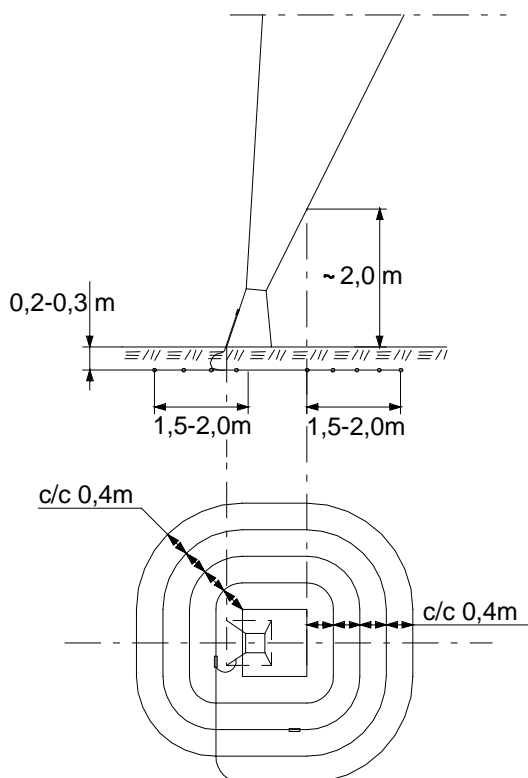
8 Figurer

Figur 1 – Stråljordtag



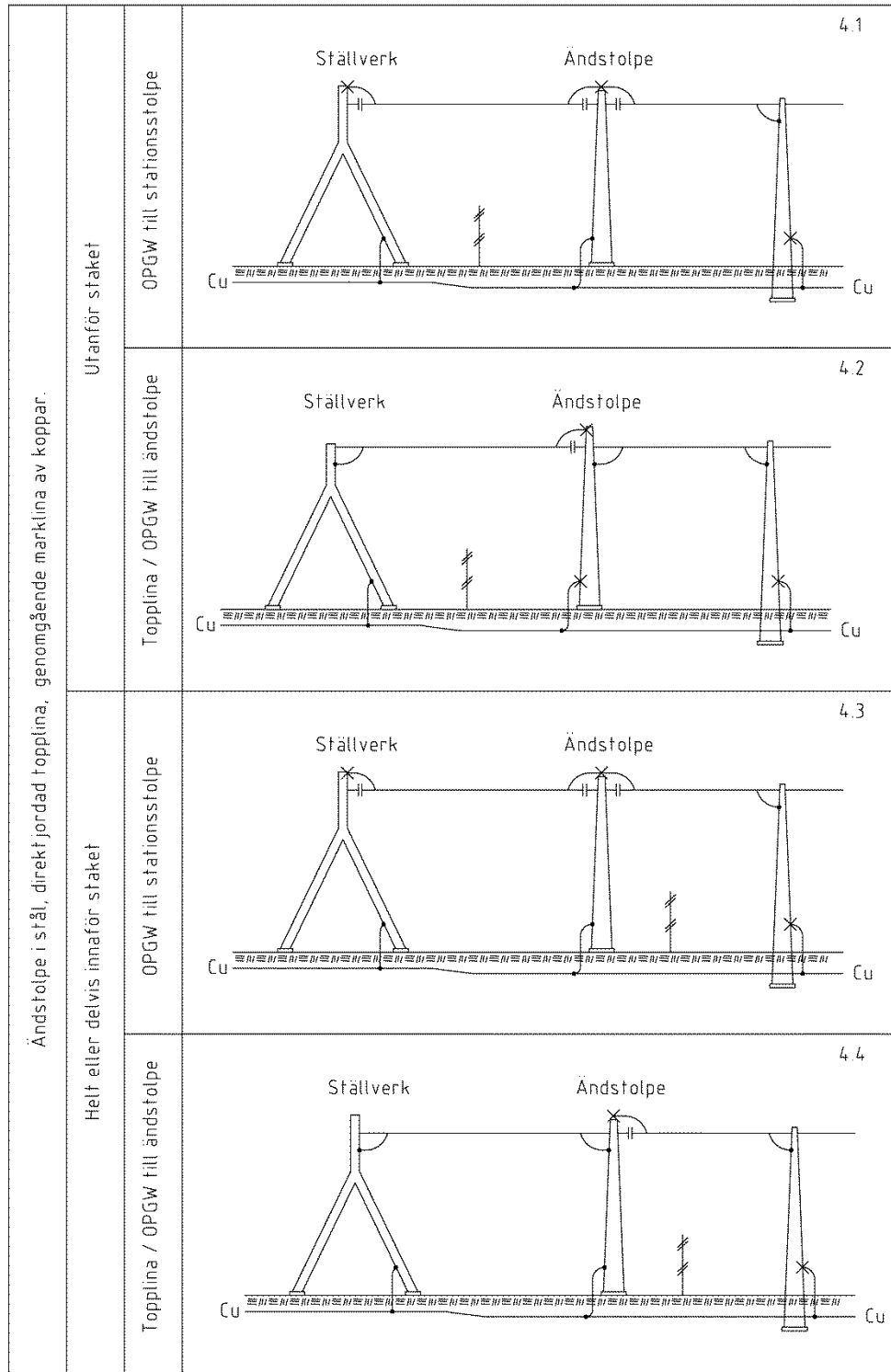
Figur 2 – Djupjordtag



Figur 3 – Markledarring



Figur 4 – Anslutning till ställverk



Förklaringar

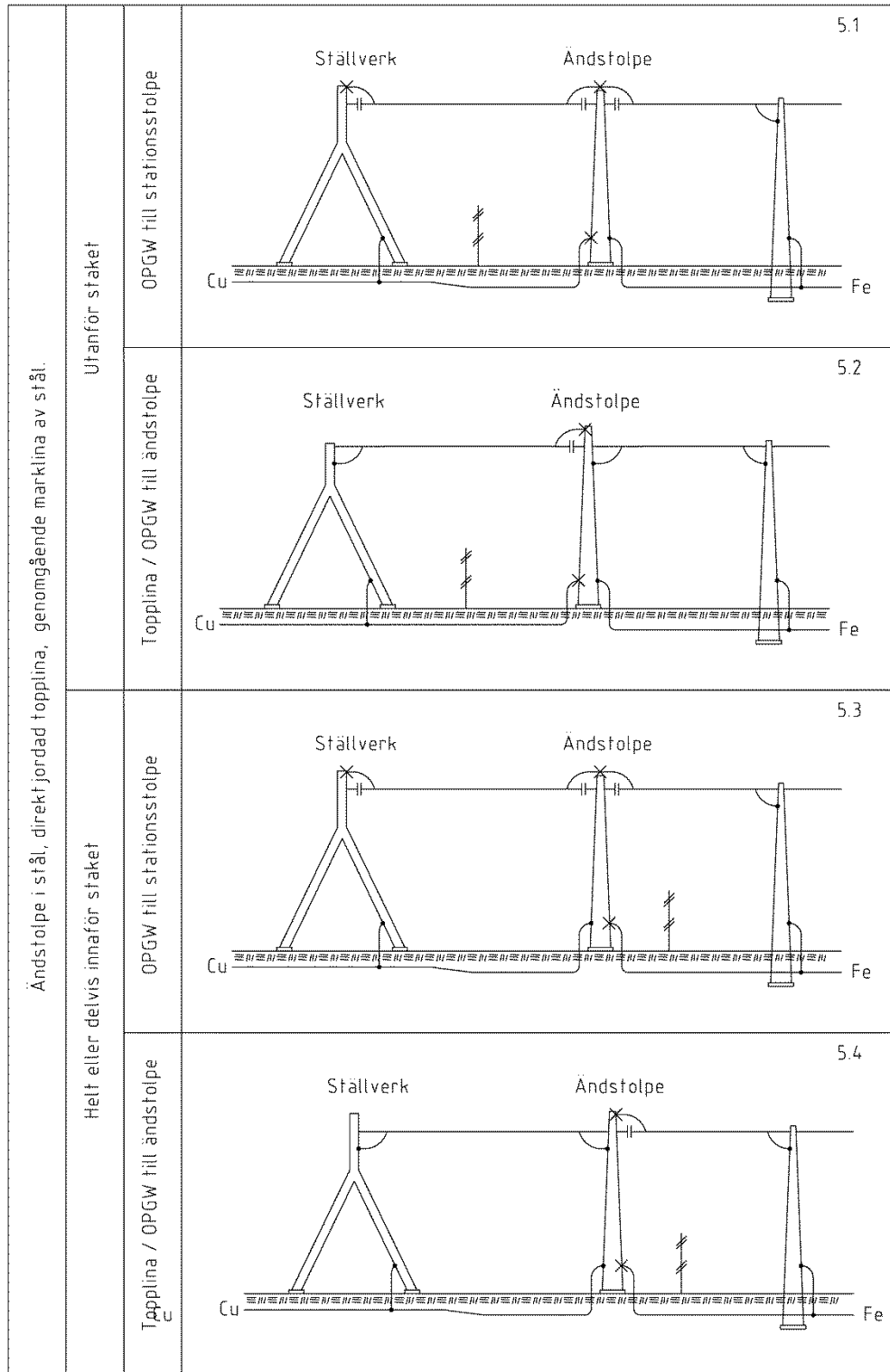
⚡ Staket

+ Isolator

× Gnistgap



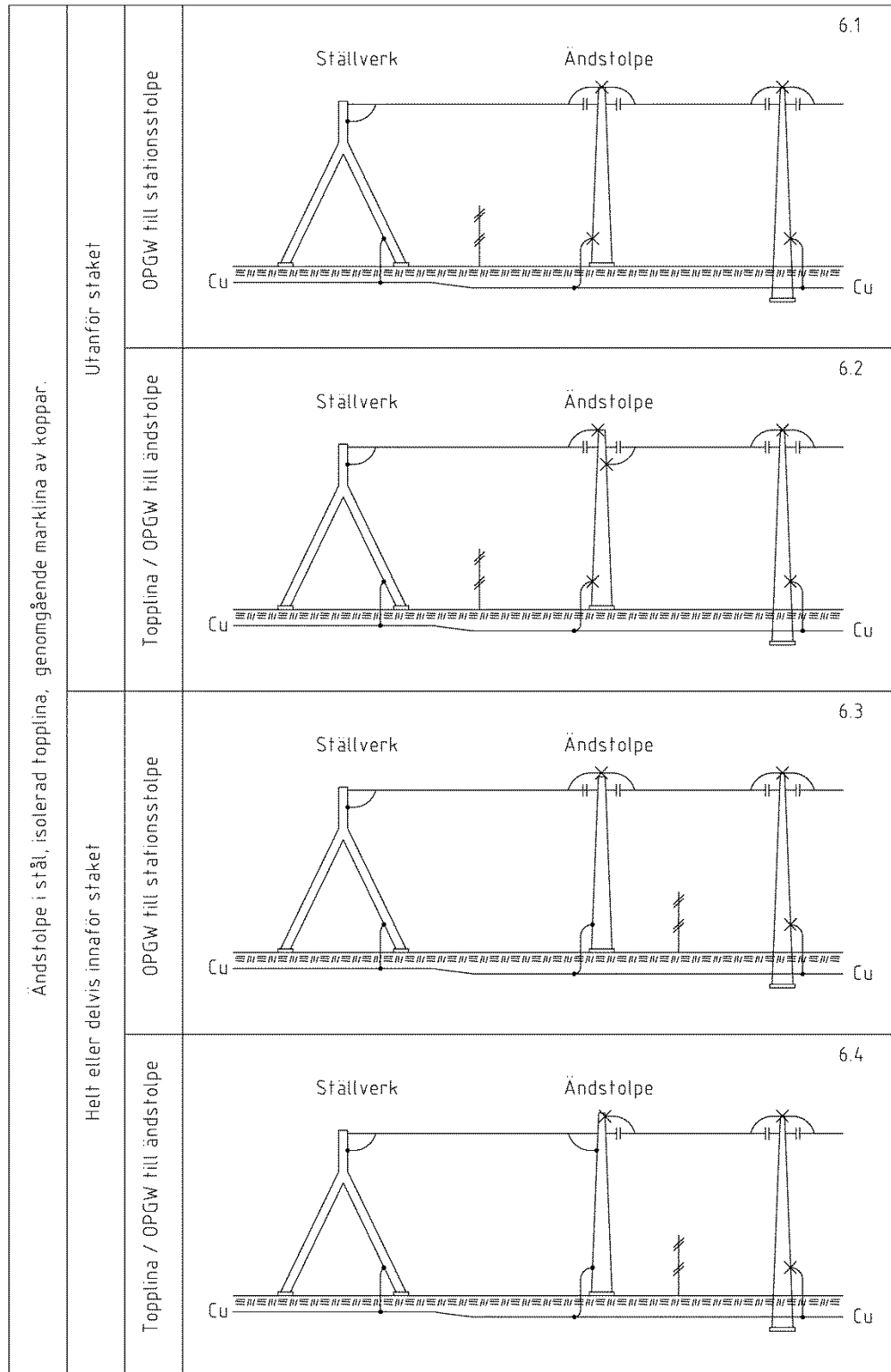
Figur 5 – Anslutning till ställverk



Förklaringar ⚡ Staket + Isolator X Gnistgap



Figur 6 – Anslutning till ställverk



Förklaringar

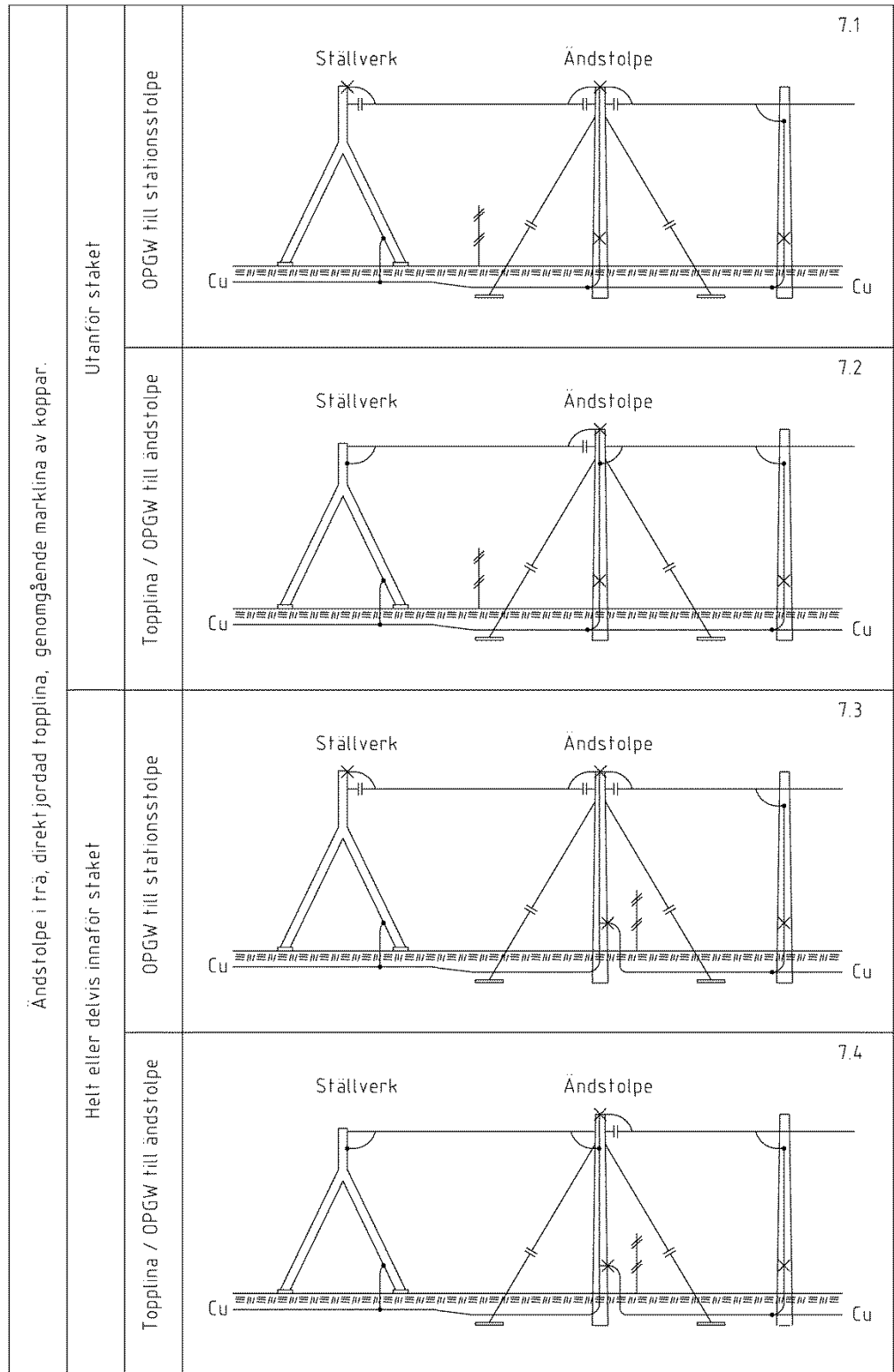
⚡ Staket

+ Isolator

× Gnistgap



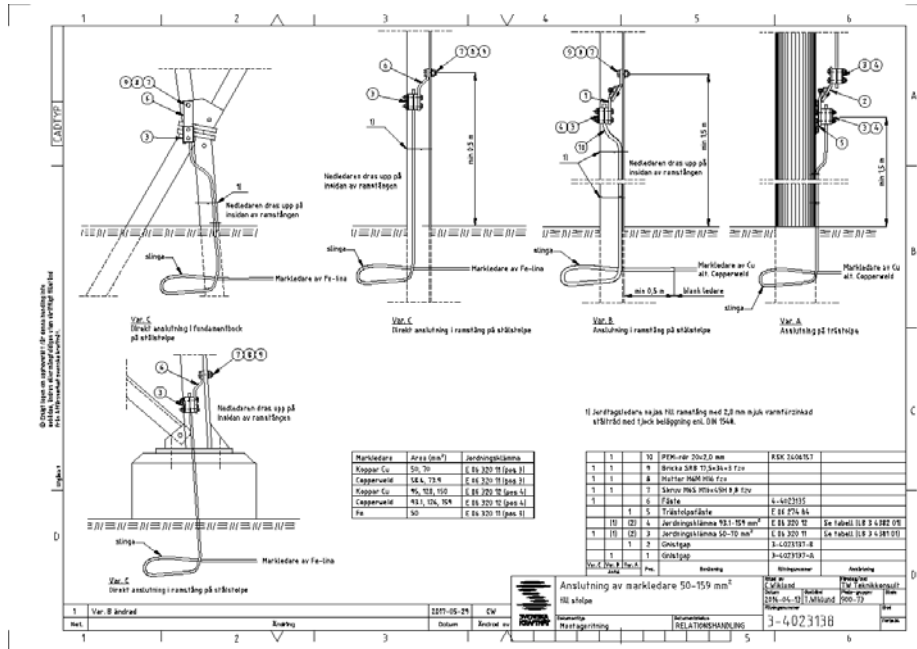
Figur 7 – Anslutning till ställverk



Förklaringar ⚡ Staket + Isolator × Gnistgap

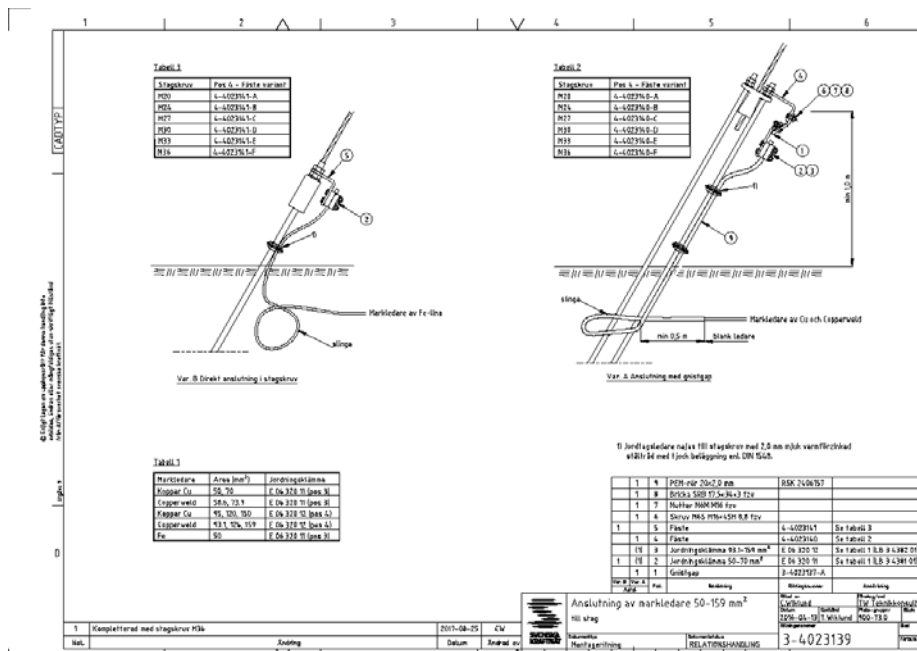
Figur 8 – Anslutning av markledare

Aktuell ritning för anslutning av markledare 50-70 mm² Cu hänvisas till IFS, ritningsnummer 3-4023138.



Figur 9 – Anslutning av markledare

Aktuell ritning för anslutning av markledare 50-159 mm² Cu hänvisas till IFS, ritningsnummer 3-4023139





Figur 10 – Gnistgap

