

**Verksamhetssystemet
Standard
BVS 510**

Diarienummer
TRV 2011/12315

Handläggare
Peter Deutschmann

Gäller för
Trafikverket

Giltigt från
2011-04-01

Ansvarig enhet
Elkraft

Ersätter
utgåva 6.0

Giltigt till
Tillsvidare

Version

7.0

Antal bilagor

0

Fastställd av

Leif Lindmark

Jordning och skärmning i Trafikverkets järnvägsanläggningar

Innehållsförteckning

1	Syfte	7
2	Omfattning	8
3	Definitioner och förkortningar	9
3.1	Definitioner	9
3.2	Förkortningar	14
4	Ansvar	14
5	Grundläggande jordningsprinciper, beröringssäkerhet	15
5.1	Jordningsprinciper	15
5.1.1	Allmänna krav	15
5.1.2	Skyddsjordning	15
5.1.3	Driftjordning (15 kV)	15
5.1.4	Systemjordning	15
5.1.5	Potentialutjämning	16
5.2	Beröringsspanningar	16
5.2.1	Skydd mot indirekt beröring	16
5.2.2	Beröringssäkerhet	16
5.2.3	På plattformar och andra platser med resenärer	17
5.2.4	Verkstäder och liknande platser	17
5.3	Begränsning av beröringsspanningar	17
5.3.1	Allmänt	17
5.3.2	Jordning	17
5.3.3	Potentialutjämning och -styrning	17
5.3.4	Öppen jordning	17
5.3.5	Avskärmning	17
5.4	Rälsbrott	17
5.5	Rälspotential	18
5.5.1	Allmänt	18
5.5.2	Rälspotentialbedömning längs banan	19
5.6	Åskskydd	19
5.7	Dokumentation	19
5.8	Ledningsdragning i störningsbegränsande syfte	20
5.8.1	Minimering av magnetiska fält genom samförläggning	20
5.8.2	Störningsbegränsning genom avstånd och riktning	20
5.8.3	Val av ledningsstråk	20
6	Förbindningar	21
6.1	Allmänt	21
6.2	Förläggning av skydds- och driftjordledare	21
6.3	Skyddsjordledare	21
6.4	Driftjordledare	21
6.5	Systemjordledare	22
6.5.1	Systemjordledare över 1 kV nominell spänning	22
6.5.2	Systemjordledare för lågspänning	22
6.6	Funktionsjordledare	22
6.7	Potentialutjämningsledare	22
6.8	Rälsanslutningar	22
7	Jordning av anläggningar med nominell spänning av högst 1000 V AC	23
7.1	Allmänt	23
7.2	Minimiereor	23



7.2.1	Jordledare	23
7.2.2	Skyddsledare	23
7.3	Utförande av skyddsjordning	24
7.4	Märkning av ledare	24
7.4.1	Skydds- och potentialutjämningsledare	24
7.4.2	Neutralledare	24
7.4.3	PEN-ledare	24
7.4.4	Användning av grön/gul ledare	24
7.4.5	Funktionsjordledare	24
7.5	Jordning av utsatt del	24
7.5.1	Utsatt del inom utsatt läge	24
7.5.2	Jordning av tåg- och lokvärmeanläggningar	25
7.5.3	Belysning	26
7.5.4	Växelvärmes	27
8	Jordning av anläggningar med nominell spänning över 1000 V a.c.	28
8.1	Kontaktlednings- och strömvägningsområde	28
8.1.1	Utformning av kontaktlednings- och strömvägningsområdet	28
8.1.2	Takströmskenor	29
8.2	Skyddsjordning	29
8.2.1	Allmänt	29
8.3	Minimieringsområden för drift- och skyddsjord	30
8.3.1	Mekanisk minimieringsområde	30
8.3.2	Dimensionering av skyddsjordledare	31
8.3.3	Dimensionering av driftjordledare för skyddsjordning	33
8.4	Märkning av ledare	33
8.4.1	Skydds- och potentialutjämningsledare	33
8.4.2	Driftjordledare	33
8.4.3	Funktionsjordledare	33
8.5	Skyddsjordning av utsatt del och ledande delar i kontaktledningsområdet	33
8.5.1	Allmänt	33
8.5.2	Jordning genom konstruktionsdel	34
8.5.3	Skyddsjordning av betongkonstruktioner	34
8.5.4	Skyddsjordning av viss säkerhetsutrustning	34
8.5.5	Jordning i anläggningar med explosionsrisk	34
8.6	Lik- och växelströmsbanor i närheten av varandra	34
8.7	Dokumentation av skyddsjordning	34
9	Utförande av jordning för anläggningar med nominell spänning över 1000 V ac	35
9.1	Stängsel, staket, räcken och liknande	35
9.1.1	Stängsel parallellt med banan inom kontaktledningsområdet	35
9.1.2	Stängsel parallellt med banan utanför kontaktledningsområdet	35
9.1.3	Bullerskydd	36
9.1.4	Stängsel i vinkel med banan	36
9.1.5	Övrigt	36
9.2	Skyddsnät och gabioner	37
9.3	Stolpar och skåp för teleavgreningar	37
9.4	Plattform av metall vid teleavgreningar	37
9.5	Telefonapparater på separat stolpe	37
9.6	Kontaktledningsstolpar	37
9.7	Skyddsräler	38
9.8	Skyddsanordningar	38
9.9	Plattform	38
9.9.1	Allmänt	38
9.9.2	Metalliska plattformar	39
9.10	Oelektrifierade spår	39



9.10.1	Övergång från elektrifierad till oelektrifierad spår	39
9.10.2	Bangårdar med oelektrifierade spår parallellt med elektrifierade spår.....	39
9.10.3	Elektrifierade spår parallellt med oelektrifierade spår	39
9.11	Arbetsjordning.....	39
9.12	Skyddsportaler	40
9.13	Stålarmerade betongkonstruktioner	40
9.13.1	Allmänt	40
9.13.2	Tunnlar	40
9.13.3	Järnvägsbroar	41
9.13.4	Vägbroar och andra broar som korsar järnvägen	42
9.14	Främmande rör- och kabelkorsningar	44
9.14.1	Allmänna krav.....	44
9.14.2	Rörkorsningar (pipelines) inom kontaktlednings- och strömvägarområdet.....	45
9.14.3	Rör- och kabelkorsningar utanför kontaktlednings- och strömvägarområdet.....	45
9.14.4	Rörledningar och pipelines parallella med järnvägen	45
9.15	Egen tvärkanalisation i ledande material	45
10	Betongkonstruktioner som jordtag	46
10.1	Betongkonstruktioner längs järnvägen.....	46
10.2	Konstruktionskrav	46
10.3	Kontaktledningsfundament.....	47
10.4	Transformator- och omformarstationer	48
10.5	Mätning av jordtag	48
11	Förbindningar i spåret	49
11.1	Allmänt.....	49
11.2	Kontaktförbindning	49
11.3	Z-förbindning	49
11.4	Kontaktledningssystem med jordlina	49
11.5	(Spår-) tvärförbindning.....	49
11.6	Rälstvärförbindning	50
11.7	Driftjordpunkt	50
12	Jordning av hjälpkraftanläggningar	51
12.1	Jordning av hjälpkraftsystemet.....	51
12.2	Drift- och skyddsjordning av hjälpkrafttransformatorer	51
12.2.1	Hjälpkrafttransformator ansluten till kontaktledningen	51
12.2.2	Hjälpkrafttransformator ansluten till hjälpkraft, transformatorbänk	51
12.3	Hjälpkrafttransformator ansluten till lokalt elnät	53
13	Jordning av kraftförsörjningsanläggningar.....	54
13.1	Allmänt.....	54
13.2	Sugtransformatorsystem	54
13.3	Autotransformatorsystem	55
13.4	Jordning av omformar- och transformatorstationer	57
13.4.1	Allmänt	57
13.4.2	Driftjordning i omformarstationen.....	59
13.4.3	Huvudjordningsskena.....	61
13.4.4	Återledningsskena	62
13.4.5	Skyddsjordning av ställverksfack och kontrollskåp.....	62
13.4.6	Yttre ringledare	62
13.4.7	Kabelstegar	63
13.4.8	Inre jordledare.....	63
13.4.9	Samjordning med kraftleverantören.....	63
13.5	Jordning av utomhusställverk/högspänningsanläggningar	63



13.5.1	Marklinenät	63
13.5.2	Transformator 132 kV/15 kV, 16,7 Hz	64
13.5.3	Transformatorbås	64
13.5.4	Apparatstativ	65
13.5.5	Apparater	65
13.5.6	Manöverdon	65
13.5.7	Stängsel	65
13.5.8	Grindstolpar	66
13.6	Jordning av sektioneringsstationer och kopplingscentraler	66
14	Jordning och förläggning av kraft- och styrkablar	68
14.1	Grundläggande förläggningsprinciper för kablar	68
14.2	Jordning av kraftkablar med märkspänning över 1 kV	68
14.2.1	Utförande av skyddsjordningen	68
14.2.2	1-fas kabelförband	68
14.2.3	3-fas kabelförband	69
14.3	Jordning av kraftkablar med märkspänning upp till 1 kV	69
14.4	Jordning av styrkablar	69
15	Jordning av signalanläggningar	71
15.1	Allmänt	71
15.2	Jordning av inre objekt	71
15.2.1	Jordskenor	71
15.2.2	Gruppcentral	71
15.2.3	Förbindning av inre objekt	71
15.2.4	Jordning av matningskälla	72
15.2.5	Stativ	72
15.3	Jordning av yttre objekt	72
15.4	Jordning av kabelskärmar	73
15.4.1	Jordning av linjekabel med isolerad yttermantel	73
15.4.2	Jordning av linjekabel med ledande yttermantel	73
15.4.3	Jordning av slingkabeln för signalställverk	73
15.4.4	Övriga kablar	73
16	Jordning av teleanläggningar	75
16.1	Spänningsgränsvärden för teleanläggningar	75
16.2	Jordning av strömförsörjningsanläggning för teleutrustning	75
16.3	Mellanorts- och linjekablar	75
16.3.1	Allmänt	75
16.3.2	Jordning av avgreningskablar	76
16.3.3	Jordning av plastmantlade kablar och kablar med ledande mantel i kabelränna	76
16.3.4	Jordning av pupinpunkt alternativt teleavgrening på plastmantlad kabel vid elektrifierad bana	76
16.4	Lokala kommunikationskablar	77
16.4.1	Allmänt	77
16.4.2	Jordning av skärmar och metallarmering	77
16.5	Jordning av detektoranläggningar	77
17	Jordning av radioanläggningar	78
17.1	Allmänt	78
17.2	Kraftmatning av radioanläggningar	78
17.2.1	Allmänt	78
17.2.2	Radioanläggning med kraftmatning från BV hjälpkraft	78
17.2.3	Radioanläggning med kraftmatning från lokalt elnät	80
17.3	Intag för antennkablar	80
17.4	Radioantenners konstruktion	80
17.5	Inkommande teleledningar till radioanläggningar	81



17.5.1	Anläggningar som inte är S-rälsjordade.....	81
17.5.2	S-rälsjordade anläggningar på linjen.....	81
17.5.3	S-rälsjordade anläggningar som matas från teknikhus på station	81
17.6	Kabelförläggning och jordförbindningar i radioanläggningar.....	81
17.7	Jordtag för radiomast	81
17.8	Varningsljus i radiomaster.....	82
18	Jordning av radioanläggningar i tunnlar	83
18.1	Allmänt.....	83
18.2	Jordning av radioutrustning i tunnlar	83
18.3	Åtgärder för att reducera traktionsströmmar och spänningar i läckande antennkablar	83
19	Förläggning av kablar	84
19.1	Allmänt.....	84
19.2	Mellanorts- och linjekablar	84
19.3	Förläggning utomhus.....	84
19.3.1	Allmänt	84
19.3.2	Förläggning på S-rälsjordade konstruktioner	84
19.3.3	Förläggning i samma kabelgrav eller kabelränna	85
19.3.4	Parallellföringar av BV kommunikationskabel med starkströmskablar och andra S-rälsanslutna ledningar.....	85
19.3.5	Kommunikationskablar med ledande eller halvledande mantel i förhållande till främmande jordtag..	86
19.3.6	Korsningar mellan kommunikationskablar och högspänningskablar	86
19.3.7	Korsning mellan kommunikationskabel och drift- eller skyddsjordledare	86
20	Överspänningsskydd.....	87
20.1	Kraftmatning	87
20.2	Kommunikationskablar	87
20.2.1	Allmänt	87
20.2.2	Tekniskt utförande.....	87
20.3	Överspänningsskydd på lokala kommunikationskablar	88
20.4	Kontroll av överspänningsskydd.....	88
21	Förutsättningar.....	89
21.1	Inledning	89
21.2	Strömmar	89
21.2.1	Kortslutningsströmmar.....	89
21.2.2	Driftströmmar	89
21.3	Ledartemperaturer	90
22	Hjälpmedel och referenser.....	91
22.1	Hjälpmedel	91
22.1.1	Figurförteckning	91
22.1.2	Tabellförteckning	92
22.2	Referenser	92
22.2.1	Bindande Referenser	92
22.2.2	Övriga referenser	93
Index.....		94

1 Syfte

Denna BVS ersätter BVS 510 utgåva 5 och 6.0 (tillika utgåva 5.9). Standarden innehåller Trafikverkets grundläggande jordningskrav och definierar standardlösningar.

De viktigaste ändringar mot BVS 510 utgåva 5 är följande:

1. Anpassning av beröringsspänningar till nya värden från EN 50122-1:2010
2. Drift- och skyddsjordledare i aluminium pga. stöldrisk, 8.3
3. Justering av avståndet för skyddsjordning av skyddsportaler 9.12
4. Justering av placering för jordanslutningspunkter för mätsyfte
5. Ändrade bortkopplingstider, ny 95 ms istället för 125 ms, 8.3
6. Mindre elektriska föremål, ändrade mått, materialberoende, 8.2.1
7. Ändrade krav för sektionering av stängsel pga. större mindre föremål, 9.1.1
8. Nytt avsnitt om jordning av bullerskydd, 9.1.3
9. Ändrat avstånd för tvärförbindningar, 11.4
10. Uppdaterade kortslutningsströmmar, kap. 22
11. Avsnitt skyddsanordningar, 9.8
12. Anslutning av kabelskärmar i omformarstationer, kap. 14
13. Förtydligande i 9.14 "Främmande kabel- och rörkorsningar"
14. Anslutning av huvudjordningsskenan för signalobjekt, förläggning i mark, 15.1
15. Mindre justeringar i texten, hela dokumentet

De viktigaste redan i utgåva 6.0 (tillika utgåva 5.9) införda ändringar är följande:

1. Ledningsdragning i störningsbegränsande syfte, 5.8 och 5.1.1
2. Begränsning av strömvattningsområdet nedåt, 8.1
3. Förtydligande av jordningsprincipen för korta järnvägsbroar, 9.12.3.2
4. Förtydligande av måttet "b" för broar som korsar järnvägen 9.12.4.1
5. Tydligare konstruktionskrav för fundament som skall användas som jordtag, 10.2
6. Förtydligande angående behov av huvudjordningsskena och PE-skena i hjälpkraftanläggningar, 12.2
7. Allmänna förtydliganden angående jordningen i omformarstationer, utnyttjande av pålade fundament i omformarstationer, 13.4
8. Avsnittet om utförande av marklinenät har flyttats från 13.4 till 13.5
9. Ny struktur i kapitel 13 med anvisningar om skärmbehandling för olika kabeltyper, kapitel 14
10. Förtydligande var och hur ofta jordtag för mellanortskablar behövs, 16.3.3.

Förbättringsförslag kan lämnas till Trafikverket, enhet elkraftsystem. Jag har beslutat att denna standard BVS 510 skall ges ut och tillämpas från och med 1 april 2011.

2 Omfattning

Denna standard anger krav på jordning och skärmning samt en säker returströmväg för traktionsströmmen i Trafikverkets elkraft-, signal- och teleanläggningar för järnvägsdrift, med hänsyn till personsäkerhet och störningsbegränsning.

Standarden skall tillämpas vid nybyggnation och större ombyggnader.

Standarden gäller inte för utförandet av underhåll och besiktning av anläggningar beträffande jordning, som beskrivs i BVF 807.2 samt tillhörande dokument. Tillfälliga jordningsåtgärder vid underhåll och arbete omfattas inte heller.

För tillfälliga skyddsjordningar i samband med spårarbeten gäller kraven i BVF 1921. För tillfällig skyddsjordning av last av ledande materiel som skall framföras på elektrifierad bana, gäller särskilda föreskrifter.

Standarden vänder sig till förvaltare, anbudsgivare, projekteringspersonal, produktionspersonal och besiktningsmän.

3 Definitioner och förkortningar

3.1 Definitioner

Arbetsjordning

Sammanfattande begrepp för jordning och kortslutning för arbete. [SEK 417]

Avgreningskabel

Grenkabel till mellanorts- eller linjekabel. [TRV]

Avledningskonduktans

Konduktans ($= 1/R$) mellan en räl och sann jord. Uppmäts i S/km eller $\Omega \cdot \text{km}$. [TRV]

Avlägsen jord

Se sann jord.

Bandjordelektrod

Horisontell jordelektrod av band eller dylikt. [TRV]

Banstängsel

Stängsel till skydd för större hemdjur (hästar och nötkreatur) vilket innehavare av järnväg enligt lag är skyldig att hålla (med banstängsel avses ej stängsel till skydd för allmänheten i BVS 510). [TRV]

Beröringsskyddat

Anordning som förhindrar oavsiktlig beröring av spänningsförande del.

Kapslingsklass 2X. [SS-EN 60 598-1]

Beröringssäker

Anordning som förhindrar beröring från alla riktningar, kapslingsklass 3X, 4X.

[SS-EN 60 598-1]

Beröringsspänning

Spänning mellan ledande delar som berörs samtidigt av en person eller ett djur.

[IEV 195-5-11]

Förväntad beröringsspänning

Spänning mellan samtidigt berörbara ledande delar som inte berörs samtidig av en person eller ett djur.

[IEV 195-5-09]

Bortkopplingstid

Tid för bortkoppling av felet. Innehåller relä-, brytar- och ljusbågstid. [TRV]

Driftjordning

Att förbinda en driftströmkrets med jord (vid elektrifierad bana S-räl). I samband med kontaktledningsanläggningar för järnvägsdrift även att förbinda olika delar av returströmkretsen med varandra. [TRV]

Driftjordledare

En elektrisk ledare som är avsedd att leda hela eller del av returströmmen. Som driftjordledare räknas bl.a. följande förbindningar:

- mellan återledningsskena i matningsstation och S-räl
- mellan återledning och S-räl
- mellan autotransformatorns mellanuttag och S-räl eller återledning
- mellan S-räl och jordlina
- tvärförbindning
- rälstvärförbindning
- Z-förbindning
- kontaktförbindning [TRV]

Driftjordpunkt

Anslutningspunkt i S-räl för förbindning mellan återledning och S-räl. I ett AT-system anslutningspunkt i S-räl för förbindning mellan autotransformatorns mittuttag och S-räl. [TRV]

Fasledare

Ledare – annan än neutral- eller PEN-ledare – i växelströmssystem för överföring av elektrisk energi. [SEK 417]

Funktionsjordning

Jordning av punkt eller punkter i ett system, en installation eller utrustning, som är nödvändigt uteslutande för att tillgodose riktig funktion. [SEK 417]

Fånglina

Ledare förlagd inom kontaktledningsområdet för att säkerställa bortkoppling av nedfallen kontaktledning genom direkt kontakt. [TRV]

Gabion

Nätkorgar fyllda med sten

Hjälpkraftledning

Högspänningsledning som överför elektrisk energi, i regel från omformarstationer till signal-, belysnings- och växelvärmearläggningar samt till övriga kraftanläggningar på stationer och dylikt. [TRV]

Huvudcentral

Elcentral från vilken huvudledning utgår. [SEK 417]

Huvudjordningsskena

Plint eller skena, avsedd för förbindning av skyddsledare, PEN-skena eller –ledare, ledare för potentialutjämning, jordelektrodsledare och eventuell ledare för funktionsjordning. [SEK 417]

Högspänningsanläggning

Anläggning för nominell spänning över 1000 V växelspanning eller över 1500 V likspänning. [SEK 417]

Intagsplåt

Plåt som är förbunden med anläggningens skärm och genom vilken en anläggnings försörjningsmedier dras. Till intagsplåten ansluts kabelskärmar, jordlinor, metalliska rör och trummor etc. [EMMA]

I-räl

Den rälsträng med isolerskarvar som för signaländamål är isolerad från det övriga rälsystemet. [TRV]

Jordning

Anordning av ledande förbindelse mellan anläggningsdel och jord. [SEK 417]

Jordledare, jordtagsledare

Ledare mellan huvudjordningsplint eller huvudjordningsskena och jordtag. [SEK 413]

Jordledarsystem

All materiel, som förbinds för jordning av en anläggning, en installation eller utrustning. [SEK 413]

Jordlina

Lina i friledning normalt ansluten till jord i flera punkter. [SEK 417]

Jordelektrod (Jordtag)

Föremål för jordning, som är förlagt i marken (band, lina, rör, plåt och dylikt). [SS 436 4000]

Jordtag

Se jordelektrod.

Jordtagsledare

Ledare mellan huvudjordningsplint eller –skena och jordelektrod. [IEV 195-02-03]

Jordtagsnät

Del av jordledarsystemet, som enbart omfattar jordelektroder och deras förbindningar. [SEK413]

Jordklämma

Anslutningsklämma på utrustning eller materiel avsedd för elektrisk förbindning med jordledarsystemet. [SEK 413]

Jordningsskena

Plint eller skena, avsedd för förbindning av skyddsledare, ledare för potentialutjämning och eventuell ledare för funktionsjordning, annan än huvudjordningsskena. [SEK 413]

Jordtagsresistans

Övergångsresistans för enskilt eller sammankopplade enskilda jordelektroder, mätt till sann jord. [TRV]

Kabel

Elektrisk ledning som innehåller en eller flera isolerade ledare för överföring av elenergi (se kraftkabel) eller signaler (se telekabel).

Kommunikationskabel

Inom- och utomhuskabel för elektrisk lågnivåöverföring t.ex. data-, tele-, signal- och linjekablar. [TRV]

Kontaktförbindning

En förbindning som tryggar rälsens elektriska ledningsförmåga mellan två delar av samma räl, som har dålig kontakt, exempelvis vid rälsskarvar. [TRV]

Kontaktledningsområde

Ett område vilket en brusten eller nedriven kontaktråd normalt inte överskrider, se avsnitt 7.1. [50122-1]

OBS! I detta dokument avses med begreppet kontaktledningsområde alltid båda; kontaktledningsområdet och strömvatagarområdet.
Se även strömvatagarområdet.

Kopplingscentral

Kopplingsstation i kontaktledningsnätet, se BVS 543.11400.

Linjekabel

Tidigare installerad partvinnad kabel för lågenergiöverföring i signalsäkerhetsanläggning. Ingår numera i begreppet mellanortskabel. [TRV]

Lokal jord

Del av jorden som är i elektrisk kontakt med en jordelektrod och som har en elektrisk potential, som inte nödvändigtvis är noll. [IEV 195-01-03]

Lokal telekabel

All annan partvinnad telekabel utomhus än mellanortskabel. [TRV]

Lokalkabel

Kabel, som är en del av en trädformad struktur, som slutar vid ett objekt. [TRV]

Lågspänningsanläggning

Anläggning för nominell spänning upp till och med 1000 V växelspanning eller upp till och med 1500 V likspänning. [SEK 417]

Matningsstation

Samlingsbegrepp för omformar- och transformatorstationer. [TRV]

Mellanortskabel

Den sammanhängande metallkabel som förbinder två stationer. [TRV]

(n-1)-kriterium

Förbindelsen skall utföras så, att dimensioneringskraven uppfylls även vid avbrott i en ledare. [TRV]

Neutralledare

Ledare ansluten till neutralpunkten i ett system och som kan delta i överföring av elektrisk energi. [SEK 417]

Neutralpunkt

En punkt i ett elektriskt system, vilken under normala driftförhållanden inte för spänning till jord. [SEK 417]

Objektkabel

Kabel för anslutning av objekt. [TRV]

PELV

Skydd mot elchock genom användning av klenspanning (ELV) från skyddsströmkälla och med kretsen separerad från andra kretsar. [SEK 417]

PEN-ledare

Jordad ledare som har gemensam funktion som skyddsledare och neutralledare. [SEK 417]

Potentialutjämning

Elektrisk förbindning som medför att utsatta delar och främmande ledande delar får i huvudsak samma elektriska potential. [IEV 195-01-10]

Potentialutjämningsledare

Ledare avsedd för potentialutjämning. [SEK 417], [IEV 195-02-10]

Referensjord

Se sann jord.

Returströmkrets

S-räl samt ledare som är regelbundet parallellkopplad med S-rälen och avsedda för drift- och kortslutningsströmmar. [TRV]

Ringledare

Yttre ringledare: En oisolerad ledare förlagd i marken kring en anläggning. [TRV]

Inre ringledare: En oisolerad ledare förlagd i en anläggning för potentialutjämning. [TRV]

Rälspotential

Potential mellan S-räl och sann jord. [SS-EN 50122-1]

(Räls-) tvärförbindning

En elektrisk förbindning mellan rälerna i samma spår, exempelvis vid gränsen till spårledningsutrustat område. Se även tvärförbindning. [TRV]

(Sann) jord

Jordens ledande massa, vars elektriska potential i varje punkt sätts lika med noll. [IEV 826-04-01, 195-01-01]

SELV

Skydd mot elchock genom användning av klenspänning (ELV) från skyddsströmkälla och med kretsen separerad från andra kretsar och jord. [SEK 417]

Signalkabel

Kabel för styrningsindikering och kontrollfunktioner i signalsäkerhetsanläggningar. Signalkabeln är en typ av styrkabel. [TRV]

Skyddsjordning

Jordning av en eller flera punkter i ett system, en installation eller utrustning för skyddsändamål. [SEK 413]

Skyddsledare (PE-ledare)

Ledare med skyddsfunktion, till exempel skydd mot elchock. [SEK 413]

Skyddsjordledare

Skyddsledare avsedd för skyddsjordning. [SEK 413]

Slingkabel

Skärmad kabel med två par för ställverk 85 och liknande.

(Spår-) tvärförbindning

Se tvärförbindning.

Stegspänning

Del av jordtagsspänning som kan överbryggas av person med ett steg om en meter. [SEK 417]

S-räl

Oisolerad elektriskt sammanhängande räl. [TRV]

Strömvatagarområde

Ett område som normalt inte överskrids av en spänningsförande strömvatagare i fall den har havererat eller har lämnat kontaktråden, se kapitel 8.1 [SS-EN 50122-1]

Styrkabel

Kabel för överföring av styrnings-, mättnings- och indikeringsfunktion i kraftteknisk anläggning. [SEK 417]

Systemjordning

Jordning av en punkt in en aktiv krets, erforderlig för riktig drift av utrustning och transformatorstationer. [SS 421 0101]

Säker returströmkrets

En returströmkrets, där det finns en parallell ledare till S-rälen som parallellkopplas minst var 300:e meter, t.ex. dubbelspår eller enkelspår med extra jordlina. [TRV]

Särjordning

Anslutning av utsatt del till separat jordtag. [SEK 417]

Telejordning (T-jordning)

Jordning av teleanläggning till separat jordtag/kabelmantel. [TRV]

Teknikhus

Byggnad som innehåller utrustning för kraft, signal och tele för att styra objekt på stationsområdet. [TRV]

Tvärförbindning (Spårtvärförbindning)

En elektrisk förbindning för att sammanbinda S-räler vid flerspår och eventuell förekommande jordlina eller samlingsjordledare.

Se även rälstvärförbindning. [TRV]

Utgjänningsförbindning

Se tvärförbindning.

Utsatt del

För beröring åtkomlig ledande del av elektrisk materiel, som normalt inte är spänningssatt, men som vid fel på grundisoleringen kan bli spänningssatt. [SEK 417], [IEV 195-06-10]

Utsatt läge

Läge inom kontaktlednings- eller strömvattningsområde [TRV]

Z-förbindning

En elektrisk förbindning vid en isolerskarv för att sammanbinda S-räler eller I-räler i ett spår. [TRV]

Återledning

Isolerad ledning vid BT-system för kontaktledningens returström. [TRV]

Öppen jordning, Open traction system earthing

The connection of conductive parts to the traction system earth by a voltage-limiting device or by circuit-breakers, which make a conductive connection either temporarily or permanently, if the limited value of the voltage is exceeded. [SS-EN 50122-1]

Förbindelsen mellan ledande delar och järnvägens returkrets genom en spänningsbegränsande apparat eller en brytare, som ger en elektrisk förbindelse, antingen tillfällig eller permanent om det begränsande spänningsvärdet överskrids.

[TRV-översättning]

3.2 Förkortningar

AT-system	Autotransformatorsystem
ATL	AT-ledning
BT-system	Sugtransformatorsystem, (sugtransformator = boostertransformer = BT)
BV	Trafikverkets definition
EMMA	FMV, Elektromagnetisk miljöanvändarhandbok.
HP	Högsta punkt av kontaktledningen
IEV	International electrical vocabulary, IEC 60050
KTL	Kontaktledning
ML	Matarledning
RUK	Rälsens underkant
RÖK	Rälsens överkant
SEK 413	Svenska Elektriska Kommissionens handbok 413: Potentialutjämning i byggnader, utgåva 3
SEK 417	Svenska Elektriska Kommissionens handbok 417: Ordlista – Anläggningar för överföring och distribuering av el, utgåva 2

4 Ansvar

Ej relevant.

5 Grundläggande jordningsprinciper, beröringssäkerhet

5.1 Jordningsprinciper

5.1.1 Allmänna krav

Med avseende på funktion skall en starkströmsanläggnings jordning uppfylla följande krav som visas i Tabell 5-1.

Tabell 5-1: Allmänna jordningskrav

Anläggningskrav	Metoder
Personsäkerhet	Skyddsjordning Potentialutjämning Potentialstyrning Systemjordning
Säker returströmväg	Driftjordning
Störningsbegränsning	Potentialutjämning Anläggningskonfiguration/-layout Ledningsdragnings Skärmbehandling
Säker bortkoppling	Skyddsjordning

Konflikter kan ibland uppstå när jordning av en starkströmsanläggning görs av fler än ett skäl. Kraven på personsäkerhet och säker returströmväg skall dock alltid uppfyllas.

5.1.2 Skyddsjordning

Skyddsjordning säkerställer i samband med isolationsfel att ingen för beröring tillgänglig del blir spänningsförande och förhindrar därmed överföring av farlig spänning. Genom skyddsjordning skapas en definierad kortslutningsväg, som möjliggör detektering och bortkoppling av kortslutningen på ett snabbt och säkert sätt.

Skyddsjordning skall utföras för utsatta delar och elektriskt ledande delar inom utsatt läge. Delar med stor utsträckning måste skyddsjordas i flera punkter, så att inga otillåtna beröringsspanningar kan uppstå.

5.1.3 Driftjordning (15 kV)

Returströmkretsen och andra driftjordledare skall under drift- och felförhållanden utgöra säkra strömvägar till matningsstationen.

Kommentar: En minskning av anläggningens impedans i returströmkretsen minskar även rälspotentialer och ökar därmed personsäkerheten.

5.1.4 Systemjordning

Systemjordningar finns i följande av Trafikverkets elsystem:

- matarledningstransformatörer på 132 kV- och 15 kV-nivå
- transformatorer till omformare och omriktare
- hjälpkrafttransformatorer i 11 kV respektive 22 kV hjälpkraftnätet
- transformatorer till lågspänningsinstallationer.

Kommentar: Ledare till autotransformatörns mellanuttag betraktas som driftledare.

5.1.5 Potentialutjämning

Potentialskillnader mellan två samtidigt berörbara delar begränsas genom potentialutjämning. Ledande delar med ett avstånd större än 2,5 m (armräckvidden, beröringsavståndet) betraktas inte som samtidigt berörbara.

5.2 Beröringsspänningar

5.2.1 Skydd mot indirekt beröring

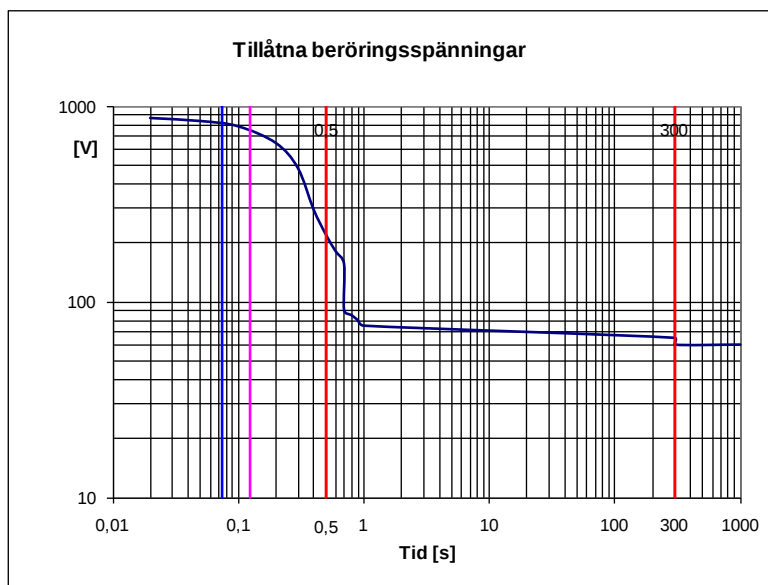
Berörbara delar, som normalt ej är spänningsförande, skall inte kunna anta en otillåten beröringsspänning.

5.2.2 Beröringssäkerhet

Rälspotentialen, som orsakas av drift- och kortslutningsströmmar, ger upphov till beröringsspänningar som är tids- och platsberoende. Beroende på beröringsspänningens varaktighet redovisar Tabell 5-2 samt tillhörande diagram de tillåtna värdena enligt SS-EN 50122-1 [2].

Tabell 5-2: Högsta tillåtna beröringsspänning beroende på varaktigheten

t	U _b
[s]	[V]
0,020	865
0,050	835
0,075	810
0,095	790
0,100	785
0,200	645
0,3	480
0,4	295
0,5	220
0,6	180
< 0,7	155
0,7	90
0,8	85
0,9	80
1	75
300	65
> 300	60



Källa: 0014-96

t Spänningens varaktighet [s]

U_b Högsta tillåtna beröringsspänning [V]

Under driftförhållanden gäller i Trafikverkets anläggningar en högsta tillåten beröringsspänning på 65 V. Under felförhållanden tillämpas bortkopplingstider på:

- 75 ms som medför en högsta tillåten beröringsspänning på 810 V eller
- 95 ms som medför en högsta tillåten beröringsspänning på 790 V.

Kommentar: Vid tågdrift erhålls inga beröringsspänningar över 60 V under en längre tid än 5 minuter (motsvarande 300 s) i en bestämd punkt, eftersom ett tåg dels förflyttar sig, dels snabbt förändrar sitt effektuttag.

5.2.3 På plattformar och andra platser med resenärer

Beröringsspänningarna som nämndes under punkt 5.2.2 garanterar personsäkerheten, men utsätter personerna för en obehaglig upplevelse. Därför skall beröringsspänningen mellan tåg och plattform minskas till en nivå där den inte är förnimbar under driftförhållanden. Detta medför att den förväntade beröringsspänningen mellan tåg och plattform normalt skall hållas under 25 V.

Kommentar: Med sedvanlig konstruktion (framförallt isolerande plattformsbeläggning, såsom asfalt) av plattformen och liknande platser anses detta vara uppfyllt.

5.2.4 Verkstäder och liknande platser

För verkstäder och liknande platser gäller en beröringsspänning på 25 V för tider längre än 0,5 s. För kortare tider gäller beröringsspänningen enligt kapitel 5.2.1.

5.3 Begränsning av beröringsspänningar

5.3.1 Allmänt

Åtgärder skall vidtas för att skydda mot otillåtna beröringsspänningar. Skyddsjordning samt jordning av föremål och anläggningar är de vanligaste åtgärderna och skall användas i första hand. Om dessa anses olämpliga eller otillräckliga får åtgärder enligt avsnitt 5.3.2 till 5.3.5 vidtas.

5.3.2 Jordning

Jordningen av rälsen är avgörande för rälspotentialens storlek och därigenom också för de åtkomliga beröringsspänningarna. Genom att rälen förslagsvis isoleras (mellanlägg), uppnås jordning normalt genom enskilda jordtag som ansluts till S-rälen.

På kontaktledningsstolparnas fundament ställs särskilda krav, eftersom de är de enskilt viktigaste jordtagen längs linjen, se avsnitt 10.3.

5.3.3 Potentialutjämning och -styrning

Genom potentialutjämning och potentialstyrning undviker man otillåtna potentialskillnader mellan samtidigt berörbara delar. En potentialutjämningsledare är inte strömförande under normala drift- och felförhållanden.

Potentialutjämningen behövs inte om avståndet mellan två samtidigt berörbara delar är större än 2,5 m.

Kommentar: Nästan varje potentialutjämningsledare är också en skyddsledare. Är potentialutjämningsledaren även en skyddsledare skall den vara dimensionerad enligt skyddsledarens krav.

5.3.4 Öppen jordning

Är direkt skyddsjordning inte möjlig, kan en spänningsbegränsare användas för att reducera spänningen till ett tillåtet värde. Detta förfarande kallas öppen jordning.

5.3.5 Avskärmning

Avskärmning är ett alternativ till skyddsjordning och potentialutjämning.

Istället för att jorda ledande föremål till S-rälen, kan skydd i form av en skärm monteras för att förhindra beröring av den spänningssatta delen eller för att begränsa kontaktledningsområdet. Om skärmen är av ledande material, skall den jordas till S-rälen.

5.4 Rälsbrott

I ett system där returströmmen normalt bara förs tillbaka via räl och jord, och där ett rälsbrott bryter hela returströmkretsen, skall en extra parallell ledare utmed S-rälen anordnas.

Kommentar: Exempel är industrispår utan återledare och endast en S-räl.

Vid dubbelspår eller enkelspår, där båda rälerna används som returströmledare, krävs detta inte. Även mellan två driftjordpunkter i ett BT-system eller mellan två autotransformatorer i ett AT-system anses detta vara uppfyllt.

Skyddsledare, kabelmantlar och kabelskärmar i kablar som är förlagda parallellt med järnvägen skall vid ett rälsbrott inte kunna skadas av järnvägens returström.

Tabell 5-3 beskriver risken vid rälsbrott och enkelsidig matning som förekommer till exempel på stickspår och hamnbanor. Sker ett rälsbrott i ett system med ”kontaktledning – rälsretur” mellan tåget och matningsstationen, så bryts returströmkretsen och stora delar av kontaktledningsspänningen kan ligga över rälsbrottet.

Tabell 5-3: Hantering av risker vid rälsbrott

Rälsbrott vid enkelsidig matning						
System	Kontaktledning - rälsretur		BT-system		AT-system	
	Hamnbanor, bit efter sista driftjordpunkten i ett BT-system		gäller även framför omformarstationen, trots att strömmen går direkt tillbaka			
Konsekvens	Kontaktledningsspänning		Sugtransformatorsppänning		Rälspotential vid matning från en AT	
Antal räler för returström	1 räl	2 räler eller 1 räl + jordlina	1 räl	2 räler eller 1 räl + jordlina	1 räl	2 räler eller 1 räl + jordlina
Personfara Beröringssäkerhet	Krav på dubblerad returkrets	ok	Risken accepteras	ok	Risken accepteras	ok
Kabelbrand pga returström	Ej relevant, pga. dubblerad returkrets	ok	Brandrisken accepteras	ok	Brandrisken accepteras	ok

Källa: 0001-12.xls

I ett BT- eller ett AT-system är ett rälsbrott inte ett komplett avbrott av strömmens returströmkrets, så länge tåget befinner sig mellan två driftjordpunkter respektive två autotransformatorer.

5.5 Rälspotential

5.5.1 Allmänt

På grund av potentialförloppet tvärs rälsen är det normalt inte möjligt att beröra hela rälspotentialen. Enligt SS 421 01 01 avsnitt 9.2.4.2 [4] skall spänningen till sann jord (rälspotentialen) inte överstiga den dubbla tillåtna beröringsspänningen enligt Tabell 5-2. Detta innebär att man normalt kan beröra maximalt 50 % av rälspotentialen.

Detta gäller under förutsättning att man inte har någon överförd potential enligt SS-EN 50122-1 [2] av sann jord till järnvägen genom elektriska ledare, till exempel en vattenledning eller ett staket av metall. Detta innebär en högsta rälspotential under:

- driftförhållanden: 130 V
- felförhållanden: 1620 V vid 75 ms bortkopplingstid
1580 V vid 95 ms bortkopplingstid.

Vid rälspotentialer högre än den dubbla beröringsspänningen skall beröringsspänningen begränsas till tillåtna värden. Detta verifieras, exempelvis genom mätningar.

5.5.2 Rälspotentialbedömning längs banan

5.5.2.1 Allmänt

Beröringsspänningar och risker för anläggningar på grund av rälspotentialen skall bedömas separat för drift- och kortslutningsförhållanden.

Kommentar: Rälspotentialens absolutvärde beror på den inmatade strömmen, avståndet till den eller de närmaste driftjordpunkterna och avståndet till matningsstationen samt returströmkretsens konduktans till jord.

Rälspotentialens absolutvärde beräknas som produkten av den normerade rälspotentialen ($V/100A$) och den inmatade strömmen i rälen. Den normerade rälspotentialen är noll vid en driftjordpunkt (inmatning vid driftjordpunkten) och ökar med avståndet mot ett slutvärde. Detta medför under felförhållanden att maxvärdet för rälspotentialen finns på den plats där produkten av den avtagande kortslutningsströmmen och den stigande normerade rälspotentialen blir störst. Detta sker inom några kilometer från matningsstationen. Under driftförhållanden uppstår den största rälspotentialen vid sugtransformatorn eller driftjordpunkten och i ett AT-system mellan två autotransformatorer.

OBS! Även driftjordpunkter antar en rälspotential som motsvarar rälspotentialen vid inmatningspunkten (tåget).

5.5.2.2 BT-system

Kommentar: I ett BT-system finns de högsta rälspotentialerna under drift vid sugtransformatorn och driftjordpunkterna när tåget befinner sig vid en sugtransformator.

Den högsta rälspotentialen vid fel uppstår före första eller andra sugtransformatorn, räknat från närmaste matningsstation.

5.5.2.3 AT-system

Kommentar: I ett AT-system finns de högsta rälspotentialerna under drift vid tåget när det befinner sig mitt emellan två autotransformatorer. Autotransformatorernas mellanuttag antar normalt ett betydligt lägre värde.

Vid fel uppstår den högsta rälspotentialen mellan de två första autotransformatorerna, räknat från matningsstationen.

5.6 Åskskydd

Där det finns åskskydd skall en yttre ringledare för potentialutjämning anordnas.

5.7 Dokumentation

Jordningsåtgärder och järnvägens returströmkrets skall dokumenteras.

Märkning av ledarna skall följa principerna i BVS 518.0004 "Kabelsystem; Märkning, markering och utsättning av kabelanläggningar" [8].

5.8 Ledningsdragning i störningsbegränsande syfte

5.8.1 Minimering av magnetiska fält genom samförläggning

För strömkretsar som inte förs i samma kabel skall samförläggning eftersträvas så långt som möjligt för att minimera magnetiska fält samt risken för störningar. Detta innebär att returströmkretsen förläggs så nära framledningen som möjligt i hela sin längd.

5.8.2 Störningsbegränsning genom avstånd och riktning

Elektromagnetisk inkoppling av störningar i kommunikations- och styrkablar skall förebyggas. Därför skall parallellförläggning av ledare och kablar för elkraft gentemot kommunikations- och styrkablar undvikas. Avstånd mellan dem skall eftersträvas. När de kommer nära varandra skall vinkelrätt förläggning dem emellan eftersträvas eftersom det då inte överförs några induktiva störningar.

5.8.3 Val av ledningsstråk

Dragningen av kraftledningarna skall väljas på ett sätt så att känslig utrustning, personalutrymmen och allmänheten inte utsätts för onödigt höga magnetiska fält.

6 Förbindningar

6.1 Allmänt

Förbindningar i spåret kan trots olika funktioner utföras likadant.

Kommentar: Förbindningens utformning, area, isolering med mera kan inte användas med säkerhet för att bestämma ledarens funktion. Identifiering av S-rälen får inte göras uteslutande från förbindningens utformning.

6.2 Förläggning av skydds- och driftjordledare

Jordledare ovan mark skall förläggas på ett sådant sätt, att de skyddas mot mekanisk åverkan. Kravet anses vara uppfyllt om jordledaren genom sitt läge är skyddad mot skador från passerande fordon, redskap och liknande.

SS 436 21 10 [4] tillåter en maximal sluttemperatur på 370 °C för skyddsledare. Man måste därför vid förläggningen se till att jordledaren läggs på ett sådant sätt att omgivningen inte skadas. Detta bör särskilt beaktas vid förläggning i kabelstråk. Om jordlinor förläggs i kabelstråk, får de inte ha direkt kontakt med kablar i kabelstråket. Brandhårdiga klämmor eller band skall användas.

Om skydds- och driftjordledare dimensioneras för en maxtemperatur som inte skadar intilliggande kabelmantlar, får kablar och oisolerade skydds- och driftjordledare samförläggas.

6.3 Skyddsjordledare

Skyddsjordningar skall dimensioneras efter följande krav:

- kortslutningssäker
- 4 återinkopplingar, där ingen provkrets finns
- begynnelsestemperatur: 35 °C
- sluttemperatur: 300 °C
- mekanisk hållfasthet.

Följande förbindningar accepteras bland annat som skyddsjordningar i ett 15 kV system:

- utliggares infästning (ögla) mot stolpen
- kontaktledningsbrygga mot stolpen (avmaskad eller inte)
- signal monterad i kontaktledningsbrygga eller kontaktledningsstolpe.

6.4 Driftjordledare

Förbindningar skall vara utförda enligt starkströmsföreskrifterna och gängse standard.

Driftjordningar skall dimensioneras efter följande krav:

- kortslutningssäker
- driftströmssäker
- 4 återinkopplingar, där ingen provkrets finns
- max drifttemperatur: 65 °C för dimensionering och 90 °C under drift
- begynnelsestemperatur för kortslutningsbelastning: 90 °C
- sluttemperatur: 300 °C
- mekanisk hållfasthet.

Driftjordförbindningar förlagda i banvallen eller anslutna till S-rälen skall uppfylla (n-1)-kriteriet, om de skulle bryta returströmkretsen eller driva en sugtransformator i mättnings. Andra driftjordförbindningar får bestå av en ledare.

6.5 Systemjordledare

6.5.1 Systemjordledare över 1 kV nominell spänning

Systemjordledare skall dimensioneras enligt följande krav:

- (n-1)-kriteriet, med hänsyn till risken för skador på ledare förlagda i marken, i samband med grävningsarbeten [92], och ledare som är anslutna till S-rälen
- drift- och kortslutningsström.

Systemjordledare som är utförda som rör eller skenor behöver inte uppfylla (n-1)-kriteriet.

6.5.2 Systemjordledare för lågspänning

Ledare för systemjordning som ansluts till S-rälen, skall uppfylla (n-1)-kriteriet.

6.6 Funktionsjordledare

Ledare för funktionsjordning som ansluts till S-rälen, skall uppfylla (n-1)-kriteriet.

Kommentar: Exempel för funktionsjordning i Trafikverkets anläggningar är jordning av ventilavledare och jordning av viss signalutrustning.

6.7 Potentialutjämningsledare

Förbindningar skall vara utförda med lågt övergångsmotstånd för att uppnå potentialutjämning även vid låga spänningar.

Oisolerade skarvjärn i rälsen accepteras som potentialutjämning.

6.8 Rälsanslutningar

Alla anslutningar till rälsen skall av mekaniska skäl ha en minimiarea på 50 mm². Cu-lina med 70 mm² area får anslutas direkt eller via 2 gånger 35 mm² till S-rälen.

7 Jordning av anläggningar med nominell spänning av högst 1000 V AC

7.1 Allmänt

Jordning skall vara utförd enligt starkströmsföreskrifterna och gällande standard. Utöver detta skall åtgärder vidtas för att förhindra fara genom järnvägens returströmmar och potentialöverföring till främmande lågspänningsinstallationer.

Trafikverkets lågspänningsanläggningar längs järnvägen skall utföras så, att ett rälsbrott inte orsakar skador i anläggningens PEN- och PE-ledare.

För kraftmatning av Trafikverkets lågspänningsanläggningar skall elinstallationen vara utförd som TN-S-system från och med första huvudcentralen. Huvudjordningsskenan skall sitta invid servicecentralen eller motsvarande huvudcentral i byggnaden (Elinstallations Guiden, 542.4.1). För att underlätta anslutning av yttre ledare kan en anslutningspunkt (jordningsskena) anordnas på utsidan. Denna ansluts med så korta ledningar som möjligt till huvudjordningsskenan.

Enligt ELSÄK-FS avsnitt 413 framgår att om skydd mot indirekt beröring inte åstadkommits genom extra isolering eller genom användning av klenspänning i form SELV eller PELV, skall utsatta delar skyddsjordas i ett direkt jordat system. Skyddsjordningen skall ske genom att de utsatta delarna förbinds med systemets neutralpunkt. Växelvärmeelement som matas med en spänning på högst 133 V till jord behöver inte skyddsjordas, enligt dispens från Statens energiverk 1991-06-06 [10].

Om en apparat är extra isolerad är apparatens hölje ej utsatt del (klass 2, enligt SS-EN 61140). Apparaten är då utförd med förstärkt eller dubbel isolering. En extra isolerad apparat får inte skyddsjordas. Apparater som är utförda med extra isolering märks med .

7.2 Minimiareor

7.2.1 Jordledare

Som jordtagsledare i mark skall användas ledare med minimiarea 25 mm² Cu.

7.2.2 Skyddsledare

Förhållande mellan skyddsledarens och fasledarens areor, se Tabell 7-1 enligt [6].

Tabell 7-1: Förhållande mellan skyddsledarens och fasledarens areor

Area (s) för fasledare i installationen [mm ²]	Minsta tillåtna area (s) för skyddsledare [mm ²]
$s \leq 16$	s
$16 < s \leq 35$	16
$s \geq 35$	s/2

Värdena i Tabell 7-1 gäller endast för skyddsledare utförda av samma material som fasledare. Om en skyddsledare är gemensam för flera strömkretsar skall ledararean dimensioneras så att den motsvarar den största fasledararean.

Anslutningen till S-rälen eller returströmkretsen utförs med en area på minst 50 mm².

7.3 Utförande av skyddsjordning

Vid elektrifierade banor skall utsatta delar skyddsjordas till S-räl eller järnvägens returströmkrets.

Vid oelektrifierade banor utförs skyddsjordningen genom att utsatta delar förbinds med det matande kraftnätets neutralpunkt.

Samtidigt berörbara utsatta delar skall anslutas till samma jordningssystem. Jordningen skall ske med hänsyn till kraven på såväl mekanisk som elektrisk hållfasthet. Skyddsledaren skall vara så kort som möjligt och skarvning skall undvikas. Anslutningen till den skyddade komponenten skall vara tillförlitlig och göras till en särskilt markerad jordanslutning.

7.4 Märkning av ledare

7.4.1 Skydds- och potentialutjämningsledare

Isolerade skydds- och potentialutjämningsledare skall märkas grön/gul efter hela sin längd. Isolerade skyddsledare i flerledarkabel med likfärgade, dock inte blå, isolerade ledare är undantagna. Isolerade ledare som används som skyddsledare i sådan kabel skall märkas vid ändarna med färgkombinationen grön/gul. Oisolerade skydds- och potentialutjämnings ledare behöver inte märkas efter hela sin längd, om de är lätt urskiljbara genom form, konstruktion eller läge. Sådana ledare skall dock lätt kunna identifieras vid ändarna genom grön/gul märkning.

Biledare eller koncentrisk ledare som används som skyddsledare skall märkas med färgkombinationen grön/gul på den del av ledaren som lämnar kabeln.

7.4.2 Neutralledare

Starkströmsföreskrifterna ställer inte något generellt krav på märkning av neutralledare. Där det finns anledning att identifiera sådan ledare med färg skall dock blå färg användas. Blå färg får däremot inte användas för identifiering av någon annan ledare där förväxling är möjlig.

7.4.3 PEN-ledare

Isolerade PEN-ledare skall märkas grön/gul efter hela sin längd och dessutom blå i ändarna.

7.4.4 Användning av grön/gul ledare

Ledaren mellan PEN-skenan och matande transformatorns nollpunkt (-genomföring) skall vara grön/gul i hela sin längd och dessutom blå i ändarna. Om det inte finns någon grön/gul ledare för den aktuella arean, kan ledaren märkas både grön/gul och blå i ändarna.

Kommentar: Ledare märkt med färgkombinationen grön/gul användas endast som skyddsledare, jordtagsledare, potentialutjämningsledare eller som PEN-ledare tilläggsmärkt med blå färg.

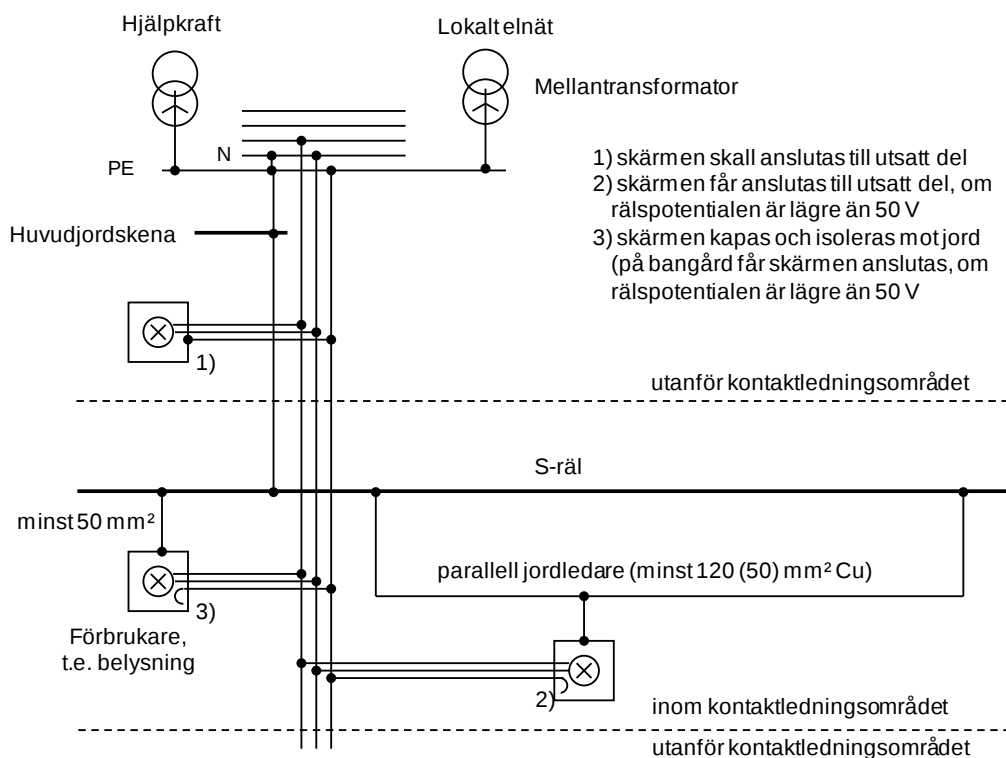
7.4.5 Funktionsjordledare

Ledare för funktionsjordning får utföras blank eller isolerad. Isolerad funktionsjordledare får inte ha färgkombinationen grön/gul.

7.5 Jordning av utsatt del

7.5.1 Utsatt del inom utsatt läge

För lågspänningsapparater i utsatt läge eller monterade på en utsatt del för 15 kV-systemet skall skyddsjordningen utföras direkt till returströmkretsen eller samlingsjordledaren. En medföljande PE-ledare kapas och isoleras.



Figur 7-1: Princip för skyddsjordning av lågspänningsapparater

Den parallella jordledaren i Figur 7-1 utförs med totalt 120 mm² Cu. Är parallellföringen längs en säker returströmkrets får arean minskas till 50 mm² Cu.

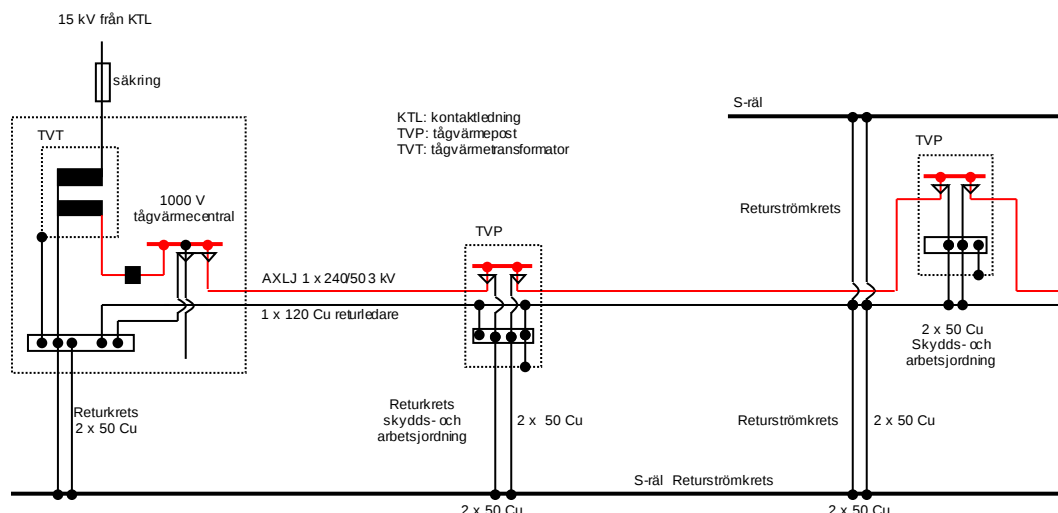
Om järnvägens returströmmar inte utgör någon fara, till exempel vid rälsbrott, får dock PE-ledaren anslutas, om rälspotentialen är lägre än 50 V [2]. Detta anses vara uppfyllt på bangårdar.

7.5.2 Jordning av tåg- och lokvärmeanläggningar

7.5.2.1 Tågvärme

Utmed tågvärmekabeln förläggs en 120 mm² Cu-lina (eller likvärdig) så nära som möjligt. Tågvärmetransformatoren (500 kVA) ansluts med minst 2 gånger 50 mm² Cu-lina till rälsen. Vid anslutningspunkten utförs en tvärförbindning.

Figur 7-2 visar principutförande för jordning av en tågvärmeanläggning. Om tågvärmeposten används för två spår skall respektive S-räl anslutas till tågvärmeanläggningens returströmkrets. Skyddsjordningen av tågvärmeposter utförs med dubbla 50 mm² Cu-linor. Saknas jordningspunkt (anslutningspunkt för jordningsverktyg) kan skyddsjordningen utföras med enkel lina.



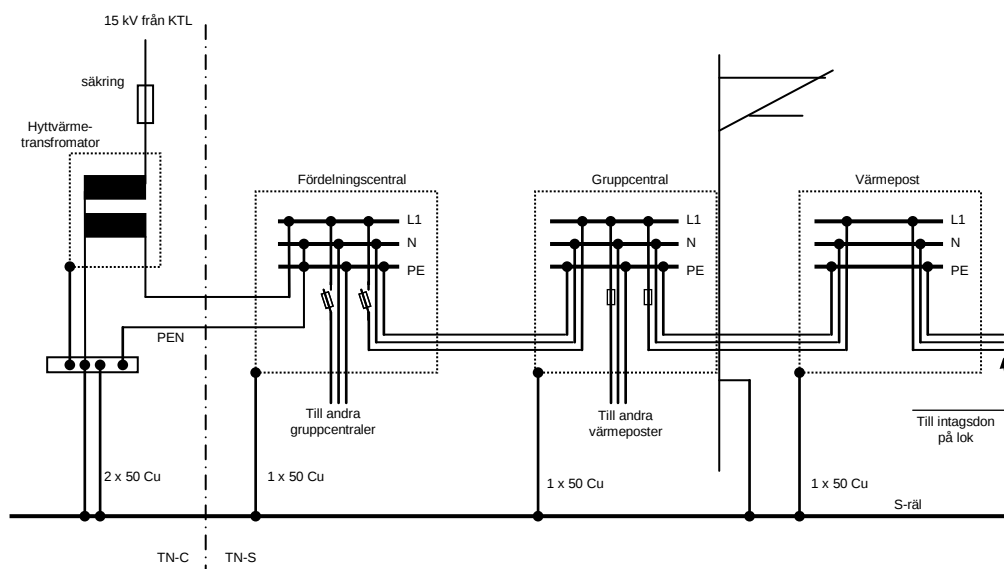
Figur 7-2: Princip för jordning av tågvärme

7.5.2.2 Lokvärme

Lokvärme utförs som enfasssystem 16,7 Hz, som systemjordas till S-rälen. Fördelningscentralen, gruppcentralen och värmeposten skyddsjordas med minst 50 mm² Cu-lina till S-rälen. Förbindelser mellan systemets PE-ledare och S-rälen får förekomma även i andra punkter än i fördelningscentralen. Figur 7-3 visar den principiella uppbyggnaden av ett lokvärmesystem, som även gäller för 50 Hz utförande.

S-räl, som går parallell med PE-ledare i lokvärmesystemet, skall i minst två punkter anslutas till järnvägens returströmkrets.

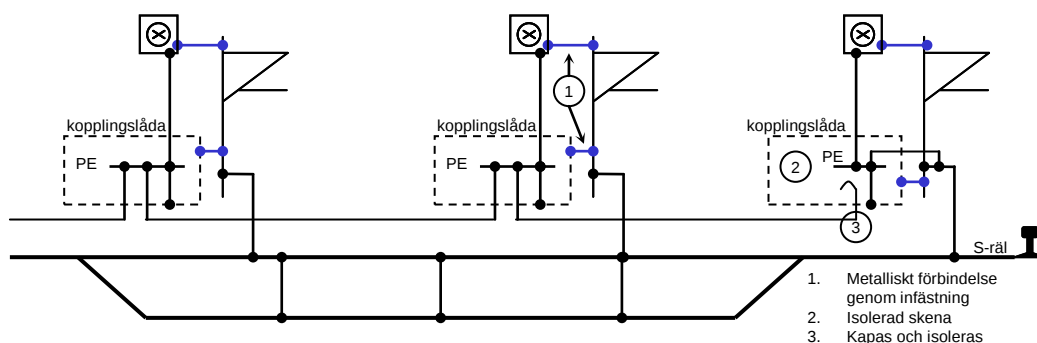
Kommentar: Ett rälsbrott skall inte kunna skada PE-ledaren i lokvärmesystemet.



Figur 7-3: Princip för jordning av lokvärme

7.5.3 Belysning

På bangården, där bangårdsbelysningens PE-ledare inte kan skadas vid rälsbrott, får den sammankopplas med S-rälen. Utanför bangården, kapas och isoleras den, se Figur 7-4 höger del av bilden.



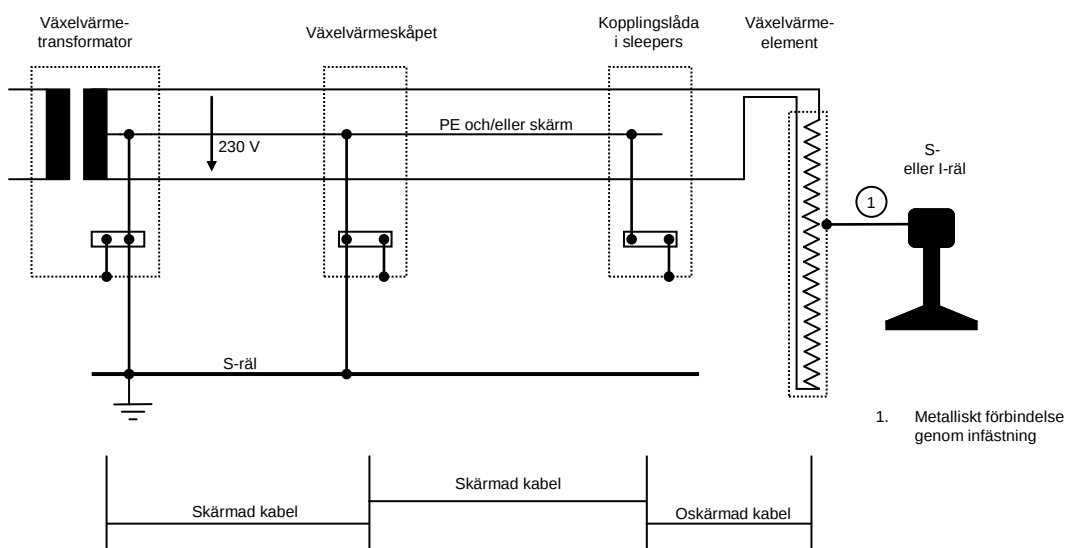
Figur 7-4: Principschema för skyddsjordning av bangårdsbelysningen

Fristående belysningsstolpar på plattformen (ej i kontaktledningsområdet och ej utsatt till 15 kV-systemet) jordas via medföljande PE-ledaren i 400 V systemet.

7.5.4 Växelvärme

Matningen för växelvärme skall utföras med 230 V systemspänning, som mittpunktjordas till S-rälen.

Kommentar: Systemet mittpunktjordas för att minska spänningar till jord. Enligt dispens från Statens energiverk [10] krävs inte skyddsjordning av växelvärmeelement.



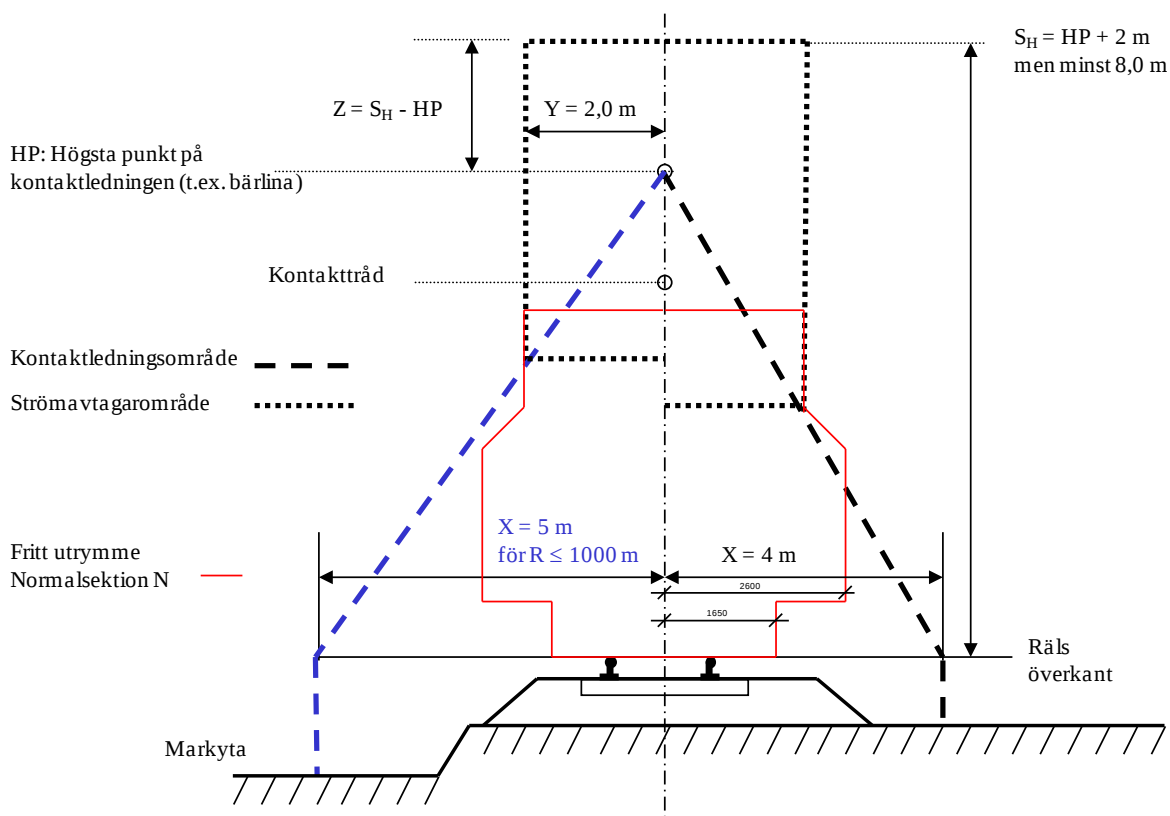
Figur 7-5: Princip för jordning av växelvärmearrangemang

8 Jordning av anläggningar med nominell spänning över 1000 V a.c.

8.1 Kontaktlednings- och strömvatagarområde

8.1.1 Utformning av kontaktlednings- och strömvatagarområdet

Figur 8-1 visar kontaktlednings- och strömvatagarområdet enligt SS-EN 50122-1 och definierar måtten X, Y och Z.



Figur 8-1: Kontaktlednings- och strömvatagarområde enligt SS-EN 50122-1

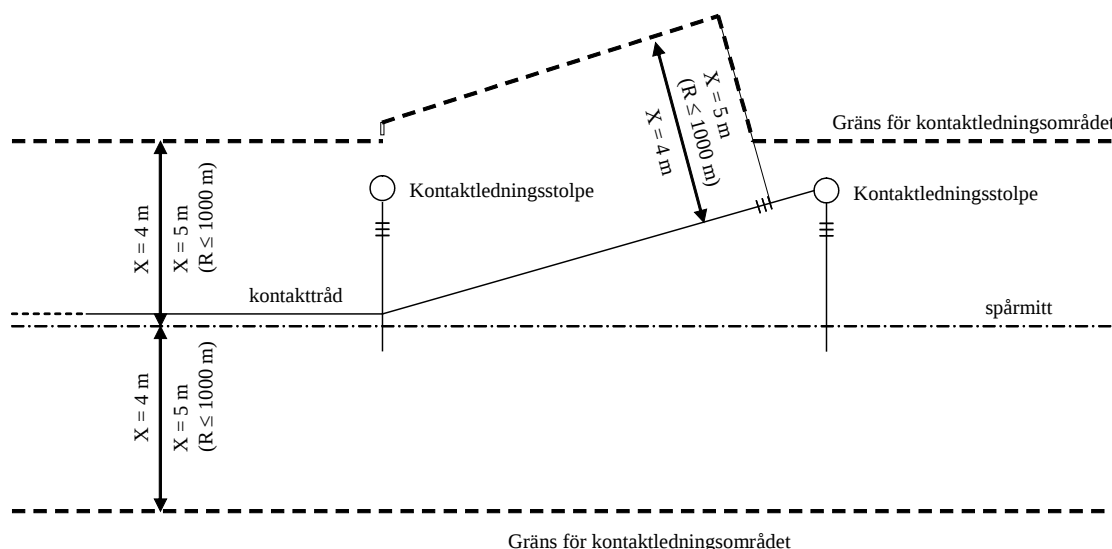
Kommentar: Enligt SS-EN 50122-1 [2] finns bara för kontaktledningen en nedrivningsrisk och det är genom mekanisk påverkan av till exempel en strömvatagare.

Från rälsens överkant fortsätter kontaktledningsområdet lodrätt ned mot markytan. På en bro slutar kontaktledningsområdet på brotjän.

Vid en cirkulärkurva med radien mindre än eller lika med 1000 m utökas måttet X till 5 m på innerkurvan från och med stolpen före övergångskurvan till och med stolpen efter övergångskurvan.

I denna BVS är, om inget annat sägs, strömvatagarområdet alltid inkluderat i begreppet kontaktledningsområdet, för att undvika det långa begreppet "kontaktlednings- och strömvatagarområdet".

Vid en sektionering utökas kontaktledningsområdet enligt trådföring ut till stolpen, se Figur 8-2.



Figur 8-2: Utökad av kontaktledningsområdet vid sektionspunkt

8.1.2 Takströmskenor

För en strömskena som är monterad i taket (takströmskena) definieras inget kontaktledningsområde och därför finns inget krav på att skyddsjorda föremål utanför strömavtagarområdet. Hänsyn skall tas till att ett isolatorbrott eller en trasig skarv i strömskenan inte medför risk för att takströmskenan träffar föremål utanför strömavtagarområdet.

8.2 Skyddsjordning

8.2.1 Allmänt

Vid elektrifierad bana skall åtgärder vidtas för att skydda mot indirekt beröring av utsatta delar och andra ledande anläggningsdelar inom kontaktledningsområdet. Skyddsjordning är den åtgärd som normalt vidtas och utförs genom anslutning till järnvägens returströmkrets. Detta är särskilt viktigt för kabelanslutna föremål.

Om skyddsjordning inte är lämplig, får man istället använda en av följande skyddsåtgärder:

- öppen jordning
- skydd i form av skärm. Är skärmen av ledande material, skall skärmen jordas till returströmkretsen.

Skyddsjordning krävs inte för enskilda mindre delar i utsatt läge, som uppfyller följande villkor samt måtten i Tabell 8-1:

- inte är kabelanslutna,
- där potentialen inte kan överföras på ett annat sätt och
- där en person som närmar sig från någon riktning kan se om delen är spänningssatt.

Tabell 8-1: Maximala dimensioner för mindre delar

Material	Dimensioner i meter	
	Parallellt med spåret	Vinkelrätt mot spåret
metallisk	3	2
Delvis ledande (t.ex. stålarmrad betong)	15	2

Mindre delar som ligger nära varandra och därigenom bildar ett större sammanhängande föremål inom kontaktledningsområdet skall dock skyddsjordas. Skyddsjordningen får då ske genom beröring med metalliskt skyddsjordat föremål. Exempel är metalliska kabellock eller lock till avvattningsrännor och liknande.

Kommentar: Objekt som normalt inte behöver skyddsjordas trots att de befinner sig inom kontaktledningsområdet är bl. a. följande:
plåttak på träskåp
hastighetstavlor och skyltar som saknar elektrisk installation
stolpar och skåp för teleavgreningar
skyddsjordning krävs inte heller för ledande material som endast tillfälligt lagras i närheten av spåret (t.ex. räler avsedda för spårbyte)

Kommentar: Höga föremål, exempelvis master eller torn, som är placerade utanför kontaktledningsområdet, bör inte jordas till S-rälen. För placering av högre föremål invid elektrifierad järnväg se [10].

8.3 Minimiareor för drift- och skyddsjord

8.3.1 Mekanisk minimiarea

För skydds- och driftjordledare för jordning av apparater anslutna till Trafikverkets högspänningsanläggningar och ledande föremål inom kontaktledningsområdet gäller följande minimiareor för att säkerställa den mekaniska hållfastheten [2]:

- skyddsjordledare:
 - 25 mm²
- driftjordledare:
 - 50 mm²
- system- och skyddsjordledare för hjälpkraft:
 - 50 mm²

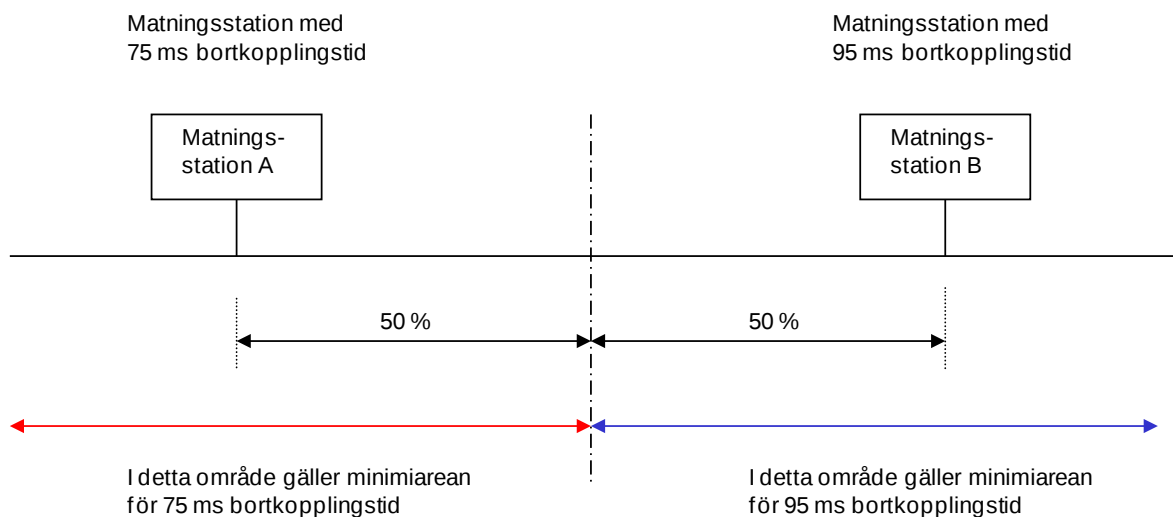
Kommentar: För befintliga anläggningar se undantag i Tabell 8-3.

Skydds- och driftjordledare som ansluts till S-rälen skall dock utföras med minst 50 mm² Cu-lina eller 70 mm² Al-lina.

Skydds- och driftjordledare får även utföras i aluminium. Anslutning sker då med Al-Cu anslutningsmateriel. Vid förläggning av aluminium i mark skall isolerad lina användas.

Inom Trafikverket finns två bortkopplingstider beroende på vilken brytarutrustning som används. För brytare med kondensatordon är bortkopplingstiden 75 ms och utan kondensatordonet är bortkopplingstiden 95 ms.

För dimensionering av jordning skall halva linjen mellan två matningsstationer räknas till respektive matningsstation, se Figur 8-3.



Figur 8-3: Användning av minimiarean beroende på stationens bortkopplingstid

8.3.2 Dimensionering av skyddsjordledare

De tillåtna strömmarna för olika ledare nedan tar hänsyn till den tillåtna temperaturen och förhållandet mellan kortslutningsimpedansens resistiva (R) och reaktiva (X) delar och gäller under följande förutsättningar:

R/X i matarledningssystem:	$\geq 0,26$ (i dagsläget hela BV)
Max. begynnelsestemperatur:	35 °C
Max. sluttemperatur:	300 °C

Kommentar: Överskrider man sluttemperaturerna för ledarna kan deras hållfasthet påverkas.

Värdena för olika material i Tabell 8-2 tar hänsyn till likströmskomponenten och förhållandet R/X i järnvägens 132 kV matarledningssystem.

Tabell 8-2: Maximal kortslutningsström för skyddsledare med 300 °C sluttemp.

Material	Bortkopplingstid	
	75 [ms]	95 [ms]
Koppar	580 A/mm ²	500 A/mm ²
Cu 50	29 kA	25 kA
Cu 70	40 kA	35 kA
Cu 95	55 kA	47 kA
Aluminium	360 A/mm ²	310 A/mm ²
Al 70	25 kA	21 kA
Al 95	34 kA	29 kA
Al 120	43 kA	37 kA
Al 212	76 kA	64 kA
Al 240	86 kA	75 kA
Armeringsstål	190 A/mm ²	165 A/mm ²
Stål 200, Ø 16	38 kA	33 kA
Stål 300, Ø 20	57 kA	49 kA

Värdena för stål i Tabell 8-2 gäller för armeringsstål med följande egenskaper:

Resistivitet	$\rho_{St} = 142 \Omega \text{ mm}^2/\text{km}$
Temperaturkoefficient	$\alpha = 6,6 \cdot 10^{-3}/\text{K}$
Värmekapacitet	$c = 460 \text{ J}/(\text{kg K})$
Densitet	$\rho = 7,85 \text{ g}/\text{cm}^3$

8.3.2.1 Skyddsjordledare för befintliga anläggningar

Tabell 8-3 visar tillåtna strömmar för befintliga skyddsjordade föremål med tillåten sluttemperatur enligt [5].

Tabell 8-3: Tillåtna kortslutningsströmmar på befintliga skyddsjordade föremål

Material	Bortkopplingstid		Anmärkning
	95 [ms]	75 [ms]	
Cu	540 A/mm ²	640 A/mm ²	För 370 °C sluttemperatur
Cu 25	13,5 kA	16,0 kA	För 370 °C sluttemperatur
Cu 50	27,0 kA	32,0 kA	För 370 °C sluttemperatur

8.3.3 Dimensionering av driftjordledare för skyddsjordning

Driftjordledare har en högre begynnelsestemperatur än skyddsledare och klarar därför inte lika stora kortslutningsströmmar vid samma sluttemperatur. Driftjordledare skall dimensioneras enligt Tabell 8-4 och utgår från en begynnelsestemperatur på 90 °C.

Tabell 8-4: Maximala kortslutningsströmmar för driftjordledare

Material	Bortkopplingstid		Anmärkning
	95 [ms]	75 [ms]	
Koppar	430 A/mm ²	500 A/mm ²	Cu-värdena gäller för 300 °C sluttemperatur
Cu 50	21 kA	25 kA	
Cu 70	30 kA	35 kA	
Cu 120	52 kA	60 kA	
Aluminium	265 A/mm ²	300 A/mm ²	Al-värdena gäller för 300 °C sluttemperatur
Al 70	18 kA	21 kA	
Al 95	25 kA	29 kA	
Al 212	56 kA	64 kA	
Al 240	64 kA	72 kA	

8.4 Märkning av ledare

8.4.1 Skydds- och potentialutjämningsledare

En skydds- och potentialutjämningsledare får utföras blank eller isolerad. Isolerade ledare skall märkas grön/gul i hela sin längd.

8.4.2 Driftjordledare

En driftjordledare får utföras blank eller isolerad. Isolerade ledare skall märkas svart i hela sin längd.

8.4.3 Funktionsjordledare

En ledare för funktionsjordning får utföras blank eller isolerad. Isolerade funktionsjordledare får inte ha färgkombinationen grön/gul.

8.5 Skyddsjordning av utsatt del och ledande delar i kontaktledningsområdet

8.5.1 Allmänt

Skyddsjordning av utsatta delar och ledande föremål i kontaktledningsområdet utförs till närmaste S-räl eller till någon annan del av returströmkretsen. Skyddsjordningen kan alltid utföras med en enkel ledare, även om flera objekt jordas i en gemensam anslutning.

*Kommentar: Observera att bland annat jordning för ventilavledare, högspänningskablar, signalskåp och teknikhus samt systemjordning kräver anslutning enligt (n-1)-kriteriet vid anslutning till S-rälen.
Kontaktledningsstolpens skyddsjord kan ingå i denna dubblerade anslutning till S-rälen.*

8.5.2 Jordning genom konstruktionsdel

Icke löstagbara elektriskt ledande föremål får ingå som en del av en jordledare, som uppfyller följande krav:

- Den elektriska förbindningen mellan de olika delarna skall vara betryggande och åstadkommas på ett sådant sätt att den inte försämras genom mekanisk skada eller korrosion.
- Ledningsförmågan skall vara minst lika god som i den anslutna jordledaren.

Kommentar: Som icke löstagbart föremål räknas till exempel kontaktledningsstolpar, stålbroar och liknande föremål.

8.5.3 Skyddsjordning av betongkonstruktioner

Stålarmerad betong eller liknande kan bli spänningssatt genom en nedfallen kontakttråd. Därför skall den vara skyddsjordad på samma sätt som andra ledande konstruktioner i kontaktledningsområdet. Detta sker genom att ansluta armeringen till järnvägens returströmkrets. Armeringsjärn som utsätts för kortslutningsströmmar löper risk att bli uppvärmda upp till 300 °C vid kortslutning.

Armering som används för skyddsjordning skall ligga högst 100 mm djupt i betongen, ha en area på minst 200 mm² stål och en diameter på minst 16 mm. Armeringsjärn, som ingår i skyddsjordningen skall kopplas ihop på ett betryggande sätt, till exempel genom svetsning. Denna armering och resten av armeringen kan najas med varandra på brukligt sätt.

Vid stora betongkonstruktioner, där armeringen är parallellkopplad till S-rälen, anordnas en samlingsjordledare eller en jordlina mellan anslutningspunkterna.

Mer detaljerade jordningsföreskrifter för skyddsjordningen av tunnlar och broar finns i kapitel 9.13 och 10.

Oarmerad betong behöver inte skyddsjordas. Även stålfiberarmerad betong räknas som oarmerad betong.

8.5.4 Skyddsjordning av viss säkerhetsutrustning

Teknikhus, kiosker, kurar och skåp skall ur elmiljö- och elsäkerhetssynpunkt jordas via huvudjordningsskena till närmaste S-räl. Skyddsjordning av signalanläggningar har även till uppgift att förhindra att fel i signalanläggningen kan ge säkerhetsrisker. Av den anledningen skall teknikhus, kiosker, kurar och skåp med signalutrustning anslutas med minst två ledare enligt (n-1)-kriteriet.

Kommentar: Där även andra teknikgrenar kräver jordning till S-rälen, skall anslutningen till S-rälen samordnas.

Mindre objekt, som t.ex. växeldriv, växelmanöverskåp, växelmanöverstolpar, huvudsignaler, dvärgsignaler, vägkorsningsförsignaler och vägkorsningssignaler, skyddsjordas med en Cu-lina med minimiarea enligt kapitel 8.3.

8.5.5 Jordning i anläggningar med explosionsrisk

Jordning i anläggningar med explosionsrisk, som cisternanläggningar och tappställen för brandfarlig vätska, utförs enligt 50122-1 och i samråd med Elkraftenheten.

8.6 Lik- och växelströmsbanor i närheten av varandra

Jordning för lik- och växelströmsbanor i närheten av varandra utförs enligt SS-EN 50122 del 1 till del 3 samt i samråd med Elkraftenheten.

8.7 Dokumentation av skyddsjordning

Ledare i betongkonstruktioner (t.ex. armeringsjärn) som ingår i skyddsjordningen och utformningen av jordtag skall dokumenteras på en ritning.

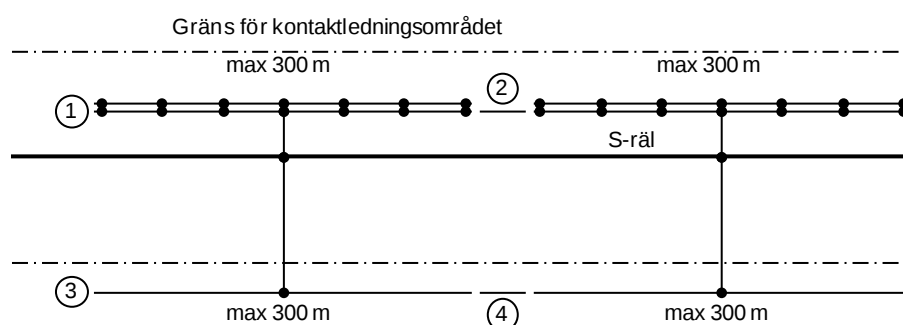
9 Utförande av jordning för anläggningar med nominell spänning över 1000 V ac

9.1 Stängsel, staket, räcken och liknande

9.1.1 Stängsel parallellt med banan inom kontaktledningsområdet

För stängsel som löper parallellt med banan inom kontaktledningsområdet anordnas elektriskt sektionering var 300:e meter, se Figur 9-1. Den minst 2,5 m långa sektioneringen utförs med fördel i elektrisk isolerande material. Är sektioneringen av elektrisk ledande material får den vara maximal 3 m lång. Stängsel förstärks med en ledare på 50 mm² Fe som kopplas till stängslets ståndare. Skyddsjordningen av stängslet sker till Fe-ledaren och utförs med fördel vid kontaktledningsstolpen till dess skyddsjordledare. Anslutningspunkten markeras med röd färg.

För staket eller räcke med en area grövre än 200 mm² Fe behövs ingen förstärkning.



- 1 Stängsel inom kontaktledningsområdet med 50 mm² Fe-ledare
- 2 Neutralsektion på minst 2,5 m längd
- 3 Stängsel utanför kontaktledningsområdet med mindre avstånd än 2,5 m till S-rälsjordad objekt
- 4 Neutralsektion 2,5 – 5,0 m långa (ledande eller isolerande material)

Figur 9-1: Princip för jordning av stängsel

Stängsel på banor med säker returströmkrets får utföras utan sektionering och skyddsjordas var 300:e meter till returströmkretsen.

Plastbelagda stängsel får inte användas inom kontaktledningsområdet. Befintliga plastbelagda stängsel, som vid ombyggnation (ny elektrifiering) hamnar i kontaktledningsområdet, skyddsjordas genom anslutning till en kompletterande längsgående 50 mm² Fe-ledare.

S-rälsjordade stängsel får inte anslutas till andra jordsystem.

9.1.2 Stängsel parallellt med banan utanför kontaktledningsområdet

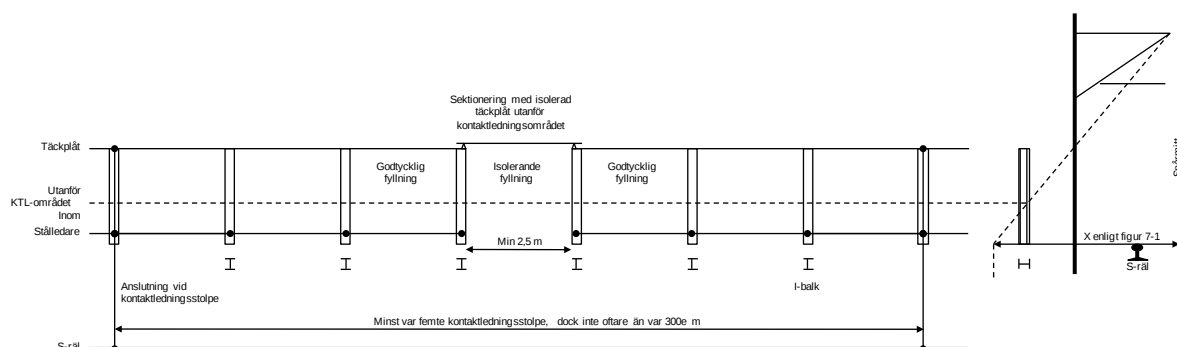
Stängsel utanför kontaktledningsområdet med ett avstånd upp till 50 m till närmaste spårmitt sektioneras var 1250:e meter. Om stängslet byggs med jordade ståndare som har elektrisk kontakt med jord, behövs ingen sektionering.

Kommentar: Ståndare som är gjorda av ett ledande material och förankrade under marknivå, ger som regel en bra jordförbindelse.

Stängsel utanför kontaktledningsområdet men med ett mindre avstånd än 2,5 m till närmaste S-rälsjordad objekt sektioneras var 300:e meter och potentialutjämnas till S-rälen. Neutralsektionen med en längd på minst 2,5 m till max 5 m, utförs för en isolationsnivå på minst 1000 V, se Figur 9-1. Neutralsektionen får utföras i isolerande eller ledande material.

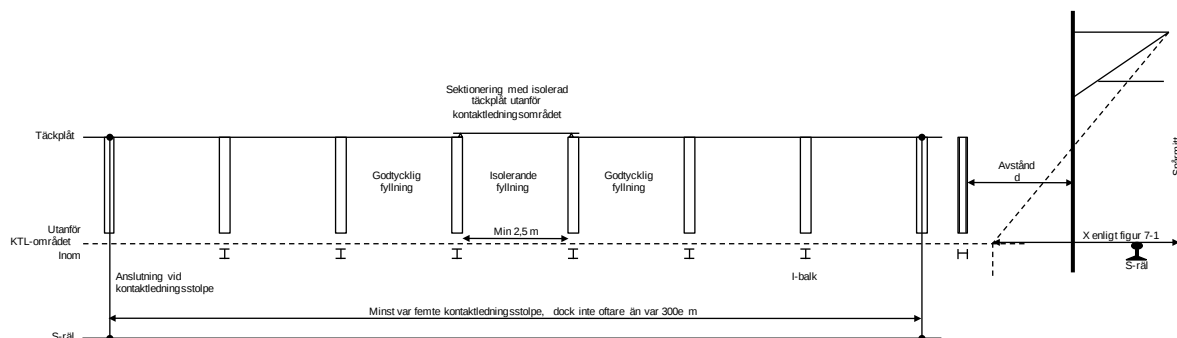
9.1.3 Bullerskydd

Bullerskydd jordas enligt principen för stängsel och staket. Elektrisk ledande ståndare (t.ex. I-balk) räknas inte som mindre delar inom utsatt läge och skyddsjordas därför till returströmkretsen. Ställedaren skall ha en minimiarea på 95 mm² stål.



Figur 9-2: Princip för bullerskydd delvis inom kontaktledningsområdet

För bullerskydd som ligger utanför kontaktledningsområdet och där avståndet "d" är mindre än 2,5 m utförs jordningen efter principen i Figur 9-3.



Figur 9-3: Princip för bullerskydd utanför kontaktledningsområdet

För bullerskydd parallellt med en säker returströmkrets utgår kravet på sektionering enligt Figur 9-2 och Figur 9-3.

9.1.4 Stängsel i vinkel med banan

Stängsel som går i vinkel ut från banan mer än 15 m från spårmittpunkt sektioneras utanför kontaktledningsområdet med en neutralsektion på minst 2,5 m och högst 5 m längd. Neutralsektionen utförs för en isolationsnivå på minst 1000 V.

Kommentar: Hantering av vägräcken, se avsnitt 9.13.4.

9.1.5 Övrigt

Avsnitt 9.1 gäller även för staket, räcken, och liknande ledande föremål utmed eller i vinkel med banan.

Vilt- och banstängsel skall inte placeras inom kontaktledningsområdet. Potentialutjämning enligt 9.1.2 behövs inte.

9.2 Skyddsnät och gabioner

Skyddsnät och gabioner inom kontaktledningsområdet skyddsjordas via en Cu-lina på minst 50 mm², som har god elektrisk kontakt med nätet. Anslutningen till S-rälen sker var tredje kontaktledningsstolpe.

Plastbelagda skyddsnät och gabioner får inte förekomma inom kontaktledningsområdet.

9.3 Stolpar och skåp för teleavgreningar

Stolpar och skåp för teleavgreningar som är jordade till kabelskärmen utgör på grund av särjordningskravet för mellanortskablar ett undantag från kravet på att metallkonstruktioner skall skyddsjordas till S-rälen. De skall dock vara placerade på minst 2,5 m avstånd från S-rälsanslutna metallkonstruktioner och de skall endast vara jordade genom anslutning till telekabelmanteln, T-jord eller separat jordtag.

9.4 Plattform av metall vid teleavgreningar

Om möjligt skall plattformar av metall undvikas. Om plattformar av metall med teleavgrening står närmare ett S-rälsanslutet föremål än 2,5 m skall systemet jordas till S-rälen och vid metallmantlade kablar skall kabelns mantel vara utförd med ett yttre plasthölje eller isoleras. Telekabelns skärm och metallmantel får inte anslutas till S-rälen. Åtgärder skall vidtas mot samtidig beröring av T-jord och S-räljord. Se avsnitt 16.3.4. Telefonapparater av metall på plattformar av metall jordas till plattformen.

9.5 Telefonapparater på separat stolpe

Telefonapparater och stolpar för telefonapparater skall inte jordas till S-rälen. Stolpen får inte placeras närmare än 2,5 m från S-rälsjordade föremål.

Den matande kabelns skärm får inte anslutas till telefonens hölje. Kabelavslutningen skall isoleras beständigt med t.ex. krympslang.

Telefonapparatens kretskortsjord ansluts till kabelns skärm.

9.6 Kontaktledningsstolpar

Kontaktledningsstolpar skall skyddsjordas till närmaste S-räl eller via jordlinan.

Kommentar: Vid kontaktledningsstolpar med jordplint, utförs skyddsjordningen av kontaktledningsstolpen med fördel till jordplinten. För galvade stolpar utförs skyddsjordningen av den direkta förbindelsen mellan jordplint och stolpen.

Kommentar: Skyddsjordningen av kontaktledningsstolpen kan användas som ledare för (n-1)-kriteriet.

I en kontaktledningsbrygga skall alla bryggstolpar ha egen skyddsjordning. Själva bryggkonstruktionen behöver inte ha en egen skyddsjordning, utan anses vara skyddsjordad via bryggstolparna.

Staglinan och stagfundament anses vara skyddsjordade via tillhörande kontaktledningsstolpe.

Utsatta delar på trästolpar behöver inte skyddsjordas, om de inte är tillgängliga för beröring. Skyddsjordningen utförs då till S-rälen eller till en eventuell framdragen jordlina.

Kommentar: För att ändå kunna upptäcka isolatorfel på Morabanan, finns en metallisk förbindelse mellan återledningen och den första rillan i stavisolatorn på utliggarna.

9.7 Skyddsräler

Skyddsräler skall vara skyddsjordade minst var 300:e meter och avståndet till närmaste skyddsjordning får inte överstiga 150 m.

Avståndet mellan skyddsralens kapning för en balisgrupp och skyddsjordens anslutning skall vara så stort som möjligt, men minst 1,5 m. Inom en balisgrupp är det svårt att uppnå 1,5 m, varför jordningen då placeras mitt emellan kapningar.

Skyddsjordledarnas anslutningspunkter skall ligga mitt emot varandra och får inte dras inom balisens metallfria område.

Skyddsräler kortare än 3 m behöver inte skyddsjordas.

9.8 Skyddsanordningar

Skyddsanordningar, så som skyddstak eller –nät, skall alltid skyddsjordas. För placering av skyddsanordningar se BVS 543.37710 [11].

9.9 Plattform

9.9.1 Allmänt

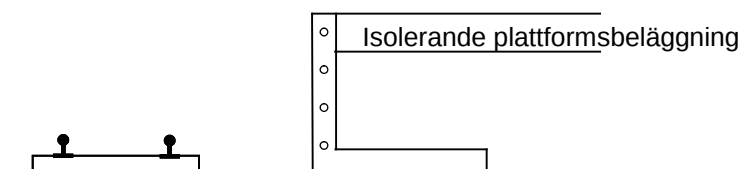
Inom kontaktledningsområdet skall stålarmade plattformar och ledande konstruktioner på plattformen skyddsjordas.

Plattformsbeläggningen skall utföras med isolerande material, som asfalt, klinker eller dylikt. Detta för att minska den tillgängliga beröringsspänningen.

Avvattningsrännor skall skyddsjordas minst var 50:e meter. Tvärförbindningar måste finnas på båda sidor om avvattningsrännan. Galler till metalliska avvattningsrännor behöver inte skyddsjordas.

Kommentar: Avvattningsrännor utanför kontaktledningsområdet behöver inte skyddsjordas.

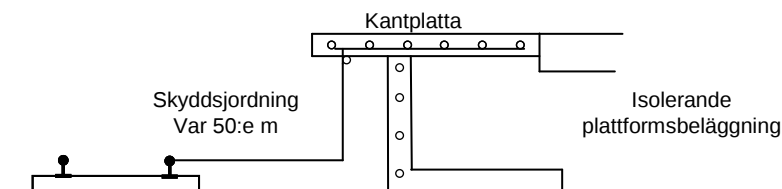
Plattformskanter som är utformade som en L-profil behöver inte skyddsjordas.



Figur 9-4: Plattformskant

Kantplattor av armerad betong, som ligger på en L-formad plattformskant, skall skyddsjordas.

Kantplattorna skyddsjordas via en samlingsjordledare som bultas fast i varje element med metalliska expanderbultar. Samlingsjordledaren får vara av stålband eller dylikt på minst 50 mm² och den skall anslutas var 50:e meter till S-rälen.



Figur 9-5: Kantplatta på plattformskant, armerad betongyta

Vid flerspår skall en tvärförbindning finnas inom 150 m (= var 300:e meter) samt på båda sidor om plattformen.

Vid enkelspår skall returströmkretsen utföras som säker returströmkrets parallellt med plattformen.

9.9.2 Metalliska plattformar

Plattformar med metallisk yta får bara uppföras i områden där kortslutningsströmmen är mindre än 16,2 kA vid 75 ms bortkopplingstid eller mindre än 15,8 kA vid 95 ms bortkopplingstid.

Kommentar: Är impedansen mellan fordonskorg och S-räl lägre än värdena i SS-EN 50153 [22] kan högre kortslutningsströmmar tillåtas.

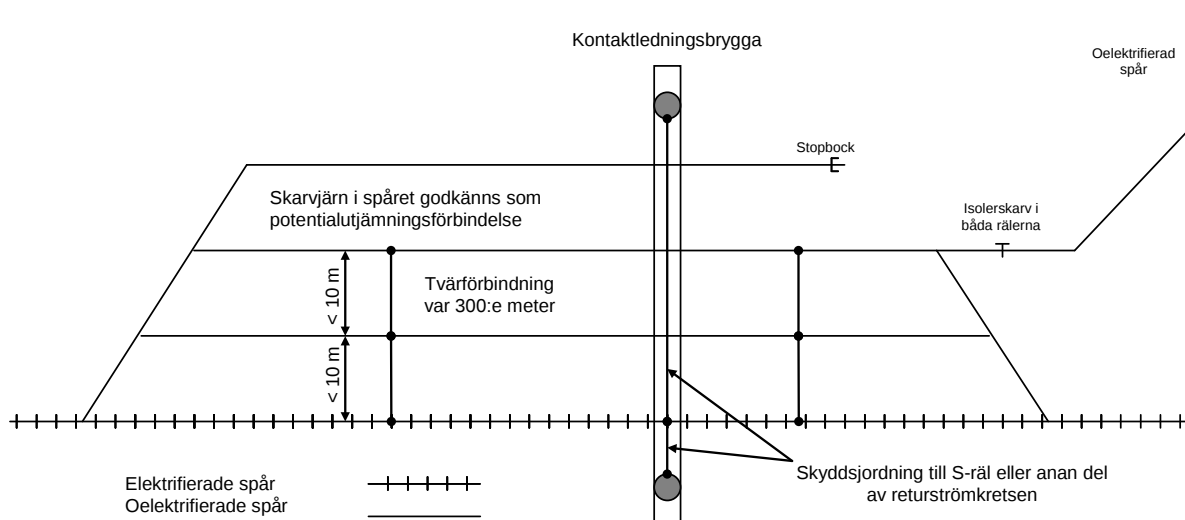
9.10 Oelektrifierade spår

9.10.1 Övergång från elektrifierad till oelektrifierad spår

Vid övergång från elektrifierad till oelektrifierat spår anordnas isolerskarvar mot S-rälen, se Figur 9-6.

9.10.2 Bangårdar med oelektrifierade spår parallellt med elektrifierade spår

På bangårdar där oelektrifierade spår finns parallellt med elektrifierade spår inkluderas de två närmaste oelektrifierade spåren i tvärförbindningen, om avståndet mellan spåren är mindre än 10 m, se Figur 9-6.



Figur 9-6: Bangård med elektrifierade spår parallella med oelektrifierade spår

Kontaktlednings- och bryggstolpar skyddsjordas enligt 9.6.

9.10.3 Elektrifierade spår parallellt med oelektrifierade spår

Vid oelektrifierade spår parallellt med elektrifierade spår krävs tvärförbindningar var 300:e meter, om spåravståndet är mindre än 10 m.

9.11 Arbetsjordning

För arbetsjordning, se BVF 1921.

Om skyddsledaren skall utgöra en del av arbetsjordningen, krävs dubbla ledare med vardera minsta area 50 mm² Cu mellan S-rälen och det skyddsjordade objektet, t.ex. vid jordning av tågvarmeposter och lastspårsfrånskiljare.

9.12 Skyddsportaler

Elektrisk ledande stolpar till skyddsportaler vid plankorsningar skall skyddsjordas om avståndet till närmaste spänningsförande ledning är 5 m eller mindre. På linjer där ingen säker returströmkrets finns, ansluts skyddsjordningen i samma punkt till S-räl.

Även skyddsportaler på trästolpar skyddsjordas om någon stolpe står närmare än 5 m till närmaste spänningsförande ledare.

9.13 Stålarmerade betongkonstruktioner

9.13.1 Allmänt

Jordningen av betongkonstruktioner skall utgå ifrån att slumpmässiga förbindelser mellan betongkonstruktionens armering och skyddsjordade objekt förekommer och inte går att undvika. Därför ställs följande krav:

- Större betongkonstruktioner (t.ex. större broar) ansluts från minst två punkter till en gemensam punkt i returströmkretsen (S-räl).
- Armeringsjärn som ingår i skyddsjordningen skall ha minst 50 mm omkrets (diameter 16 mm) och en area på minst 200 mm².
- Större betongkonstruktioner, med mer än en upphängningspunkt för kontaktledningen per spår, skall användas som jordtag.

Kommentar: Fundament till kontaktledningsstolpar utgör järnvägens jordtag. Där de inte finns pga. broar och tunnlar måste betongkonstruktionen ersätta de som jordtag.

Jordningsåtgärder skall dokumenteras på tillverkningsritningen.

Skyddsjordningen sker minst var 300:e meter eller sektionvis med en sektionslängd på max 150 m. Om betongkonstruktionen eller ett segment ansluts i mer än en punkt till S-rälen, skall en samlingsjordledare eller jordlina mellan anslutningspunkterna anordnas.

9.13.2 Tunnlar

9.13.2.1 Allmänt

Stålarmerade tunnlar skall utformas som jordtag, se principen i Figur 9-10 samt kapitel 10.

Vid tunnlar med så kallad segmenterad lining (inklädnad med prefabricerade betongelement, Tübbing), skall varje element som ligger inom kontaktledningsområdet skyddas genom en fånglina.

Återledningskonsoler i tunnlar behöver inte skyddsjordas.

Aluminium jordlina får inte användas som samlingsjordledare i tunnlar.

Med en eventuell medföljande jordlina som monteras med hjälp av Trafikverkets jordlinehållare på upphängningspunkter som även är utsatt del krävs ingen extra skyddsjordning av utsatt del. Andra objekt som kräver skyddsjordning skall anslutas till Cu-samlingsjordledaren.

Kommentar: 9.13.2.1 gäller även bergtunnlar.

9.13.2.2 Tunnellängd max 300 m

Skyddsjordning skall ske direkt till S-rälen, till en genomgående jordlina enligt avsnitt 9.13.2.3 eller till en samlingsjordledare av minst 70 mm² Cu, som ansluts till S-rälen i en punkt. Anslutningen till S-rälen görs mitt på samlingsjordledaren med dubblad rälsanslutning. Kabelstegar skyddsjordas till samlingsjordledaren. Elektrisk sektionering av kabelstege behövs inte.

Kommentar: Det kan vara fördelaktigt att använda en extra samlingsjordledare med minst 70 mm² Cu.

För linjer utrustad med jordlina utförs jordningen i tunneln enligt avsnitt 9.13.2.3.

I bergtunnlar får jordningen även utföras till S-räl. En eventuell medföljande jordlina får dras genom tunneln.

9.13.2.3 Tunnellängd mer än 300 m

Vid tunnlar längre än 300 m skall en genomgående samlingsjordledare på minst 120 mm² Cu-lina anordnas. Samlingsjordledaren ansluts till S-rälen var 300:e meter, men minst två gånger. Den genomgående samlingsjordledarens area får delas upp på flera linor på minst 50 mm² Cu. Samtliga objekt kan skyddsjordas till samlingsjordledaren.

För linjer med säker returströmkrets kan samlingsjordledarens area reduceras till 50 mm² Cu.

En eventuell övergång från jordlina till samlingsjordledare får inte bryta den säkra returströmkretsen.

Kabelstegar skyddsjordas till ovanstående jordledare eller till S-rälen var 300:e meter, utan elektrisk sektionering av kabelstegen. Beträffande antennkabel (läckande kabel) i tunnlar, se avsnitt 18.3.

Kommentar: 9.13.2.3 gäller även bergtunnlar.

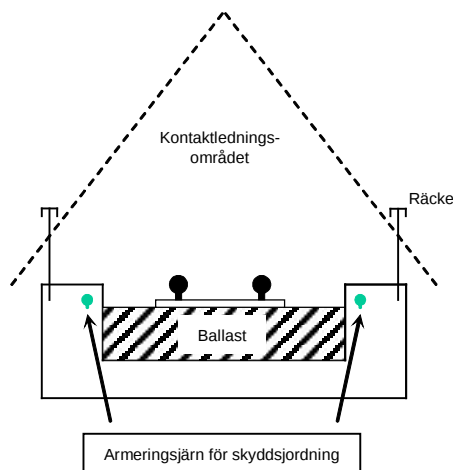
9.13.3 Järnvägsbroar

9.13.3.1 Järnvägsbroar med en kontaktledningsstolpe per spår

Korta järnvägsbroar med högst en kontaktledningsstolpe per spår skyddsjordas enligt principen i Figur 9-8 med minst en skyddsledare.

Brons jordanslutningspunkt placeras mitt i överbyggnadselementet. Om bron har flera spår anordnas en tvärförbindning vid anslutningspunkten. Ytterligare objekt skyddsjordas via en jordpunkt direkt till armeringen eller via en samlingsjordledare till brons jordanslutningspunkt.

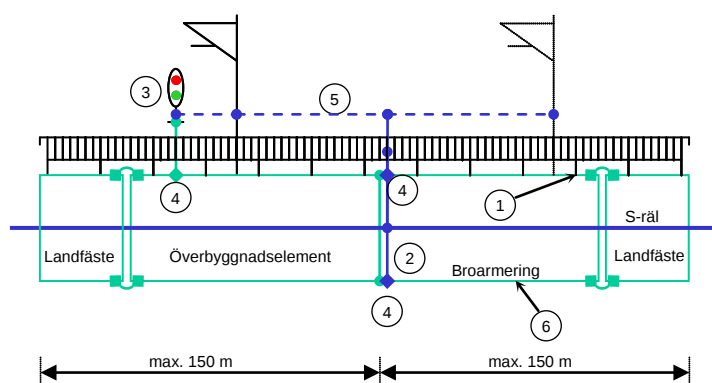
Armeringsslingan anordnas i brodelar som löper risk att träffas av en nedfallen kontaktledning, se Figur 9-7.



Figur 9-7: Princip för anordning av armeringsjärn för jordning i bron

9.13.3.2 Järnvägsbroar upp till 300 m och minst två kontaktledningsstolpar per spår

Skyddsjordningen av bron sker enligt samma princip som i avsnitt 9.13.3.1 och Figur 9-8 för korta broar med dubbla skyddsledare. Utöver detta skall bron även fungera som jordtag för järnvägens returströmkrets. Principen för utformningen av broar som jordtag visas i Figur 9-10.



1. Eventuell direkt kontakt (oavsiktlig) mellan objekt och armeringen
2. Gemensam anslutningspunkt för bron, kontaktledningsstolpen och räcket
Vid flerspår utförs förbindningen som tvärförbindning
3. Ytterligare objekt skyddsjordas till armeringen eller via ev. samlingsjordledare (ej till S-rälen)
4. Jordanslutningspunkt i bron
5. Alternativ jordning via ev. samlingsjordledare (minst 70 mm² Cu)
6. Armering, som ingår i skyddsjordningen (armeringsslinga)

Figur 9-8: Jordningsprincip för korta broar

Samlingsjordledaren skall utföras med minst 70 mm² Cu-lina.

9.13.3.3 Järnvägsbroar längre än 300 m

Järnvägsbroar längre än 300 m skall utformas som jordtag, se principen i Figur 9-10 samt kapitel 10. En genomgående samlingsjordledare med minst 120 mm² Cu-lina skall anordnas. Jordledaren ansluts till S-rälen var 300:e meter (om det finns flera spår anordnas tvärförbindning). Arean av samlingsjordledaren får delas upp på flera linor på minst 50 mm² Cu.

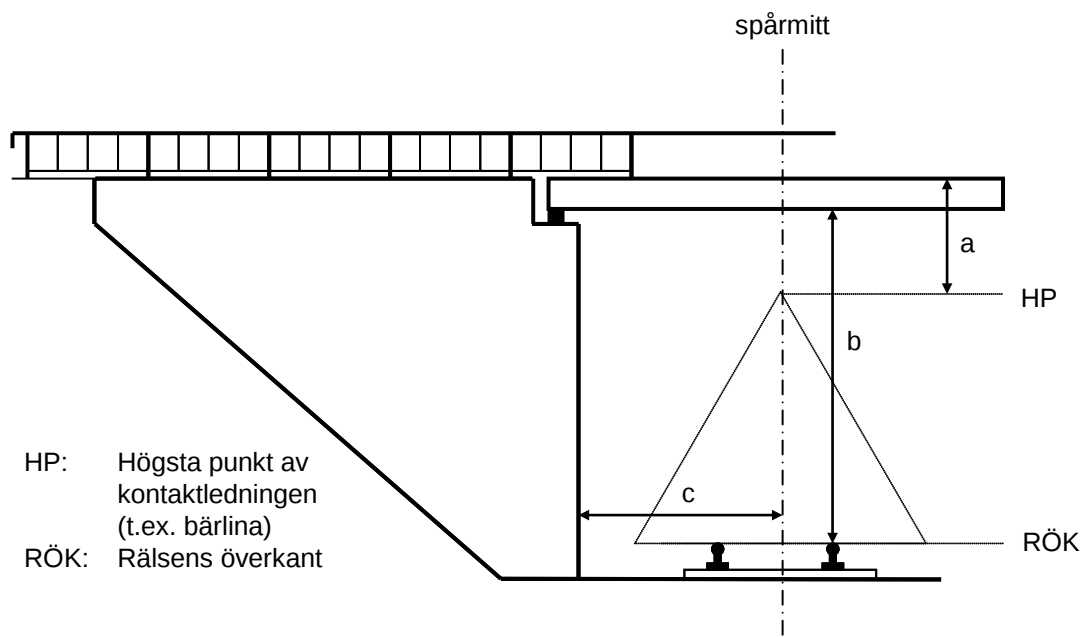
Kommentar: På sträckor utrustad med jordlina får denna användas som samlingsjordledare.

Varje broelement inom kontaktledningsområdet (landfäste, överbyggnadselement) skyddsjordas till järnvägens returströmkrets.

9.13.4 Vägbroar och andra broar som korsar järnvägen

9.13.4.1 Allmänt

Vägbroar som korsar järnvägen och ligger inom kontaktledningsområdet skall skyddsjordas. Om rälspotentialen överstiger den tillåtna beröringsspänningen skall alla brodelar anslutas till returströmkretsen för att undvika farliga potentialskillnader. Detta gäller även alla större ledande föremål på bron, t.ex. vägräcken och liknande. En tvärförbindning anordnas inom 150 m från bron.



Figur 9-9: Jordningsåtgärder vid broar över elektrifierad järnväg

Förenklat gäller att om ett av måtten a, b eller c i Figur 9-9 är lika med eller mindre än följande värden, skall brofacket med järnvägen skyddsjordas, potentialutjämnas och utformas som jordtag, se även kapitel 10.3.

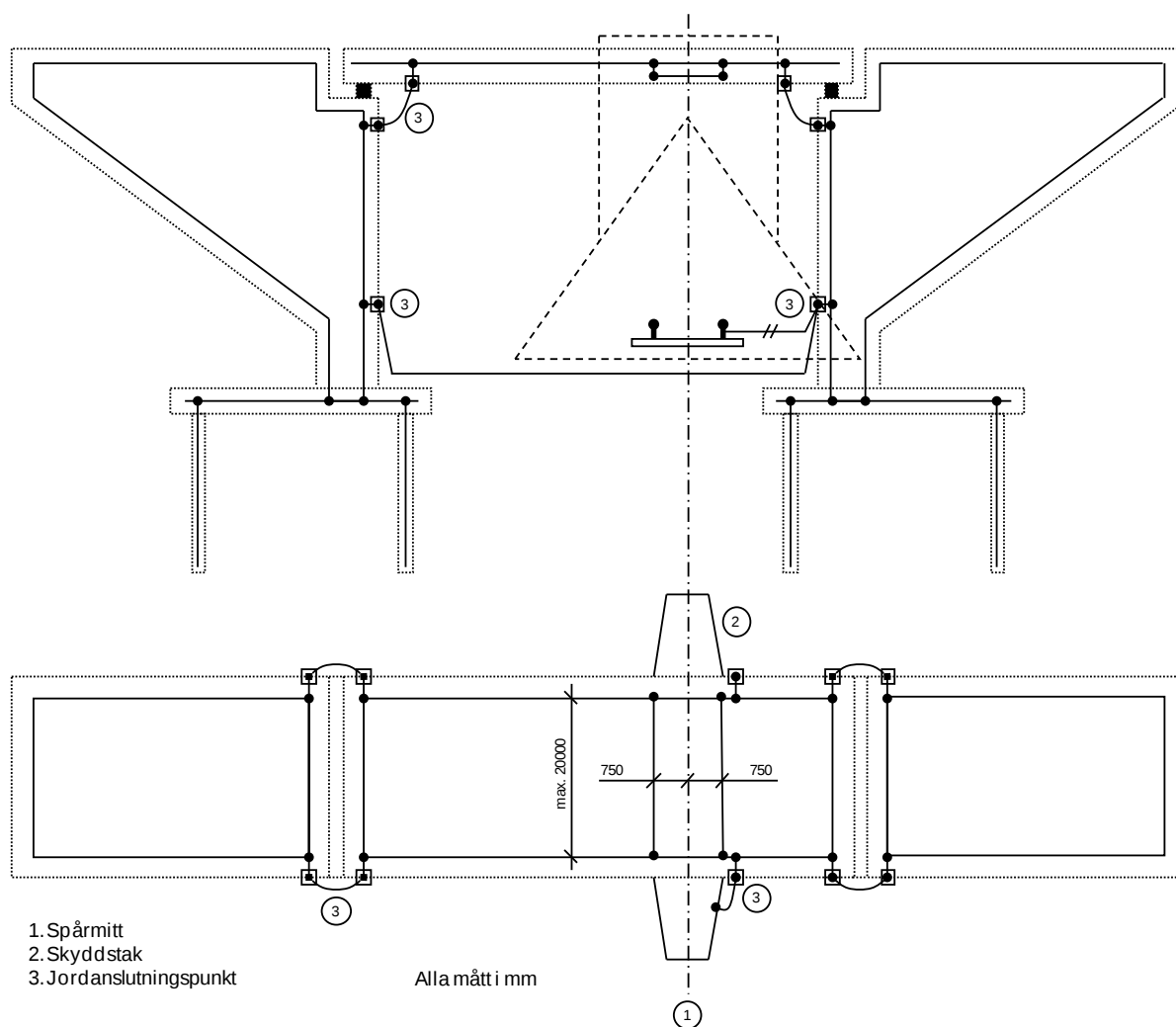
a = 3 m

b = 10 m gäller ± 2 m från spårmitt (strömvägarområdet)

c = 5 m

Kommentar: Skyddsanordningar på broar och bergskärningar regleras i BVS 543.37710

Bron anslutas till S-räl enligt avsnitt 9.13.1.



Figur 9-10: Princip för jordning av vägbroar (mått i mm)

Vägräcken av elektriskt ledande material, som sträcker sig mer än 50 m utanför vägbron, sektioneras vid bron. Om vägräcket byggs med ståndare som har elektrisk kontakt med jord, behövs ingen sektionering.

Kommentar: Ståndare som är utförda i ledande material och förankrade under marknivå ger som regel en bra jordförbindelse och betraktas som jordade.

9.13.4.2 Belysning på vägbroar

På vägbroar som jordas enligt 9.13.4.1 skall belysningsinstallationen utföras i klass 2 enligt avsnitt 7.1. PE-ledaren får inte anslutas till belysningsstolpen. Elektriskt ledande belysningsstolpar ansluts till S-rälen (potentialutjämning mellan räcket och stolpen).

Vid matning med mellantransformator eller vid samjordning med ortens nät är även armaturer i klass 1-utförande tillåtet samt att koppla belysningsinstallationens PE-ledare till belysningsstolpen.

9.14 Främmande rör- och kabelkorsningar

9.14.1 Allmänna krav

Om katodiskt korrosionsskydd anordnas för rörledningar eller skyddsrör, skall det kontrolleras dels att Trafikverkets signalsystem inte påverkas, dels att inte uppstår någon sekundärverkan på Trafikverkets

kablar. Detta skall kontrolleras i samråd med Trafikverket innan det katodiska skyddet tas i bruk och därefter, om så bedöms nödvändigt, med lämpliga tidsintervaller.

Kommentar: Geotekniska krav på rör- och kabelkorsningar ställs i BVS 585.18 [14]

För avsnitt 9.14 betraktas kontaktlednings- och strömvatagarområdet var för sig.

9.14.2 Rörkorsningar (pipelines) inom kontaktlednings- och strömvatagarområdet

Enligt de krav som ställs i BVS 585.18, förekommer inte rörkorsningar inom kontaktledningsområdet.

Rörkorsningar ovanför kontaktledningen inom strömvatagarområdet eller upp till 10 m ovanför rälsens överkant utförs i samråd med Elkraftenheten.

9.14.3 Rör- och kabelkorsningar utanför kontaktlednings- och strömvatagarområdet

Rörledningar som ligger djupare än 1,5 m under rälsens underkant och är förlagda helt i jord till minst 8 m från närmaste spårmitt, behöver varken isolering eller skyddsjordning.

Detta gäller även för ledningar som korsar ovanför kontaktlednings- och strömvatagarområdet samt har minst 10 m avstånd till rälsens överkant.

9.14.4 Rörledningar och pipelines parallella med järnvägen

För isolerade rörledningar utmed järnvägen finns risk för inducerade spänningar. Sådana ledningar med ett avstånd upp till 50 m till närmaste spårmitt skall sektioneras minst var 2500:e meter.

Rörledningar parallella med banan inom kontaktledningsområdet tillåts inte.

9.15 Egen tvärkanalisation i ledande material

Egen tvärkanalisation (tryckt rörkanalisation) i ledande material och utanför kontaktledningsområdet behöver varken skyddsjordning eller potentialutjämning.

10 Betongkonstruktioner som jordtag

10.1 Betongkonstruktioner längs järnvägen

Större betongkonstruktioner, med mer än en upphängningspunkt för kontaktledningen per spår, skall användas som jordtag. Om betongkonstruktionen ansluts i mer än en punkt till S-rälen, skall en samlingsjordledare eller en jordlina anordnas mellan anslutningspunkterna.

Kommentar: Fundament till kontaktledningsstolpar utgör järnvägens jordtag. Där de inte finns pga. broar och tunnlar måste betongkonstruktionen ersätta de som jordtag.

10.2 Konstruktionskrav

Metalliska strukturer som är ingjutna i betong som har god kontakt med jord, utgör ett bra och korrosionsskyddat jordtag. Jordtagets resistans mot jord bestäms i första hand av längden och i andra hand av jordtagets diameter. Om jordtaget utgörs av ett marklinenät är det främst den täckta ytan och i andra hand maskstorleken som är avgörande.

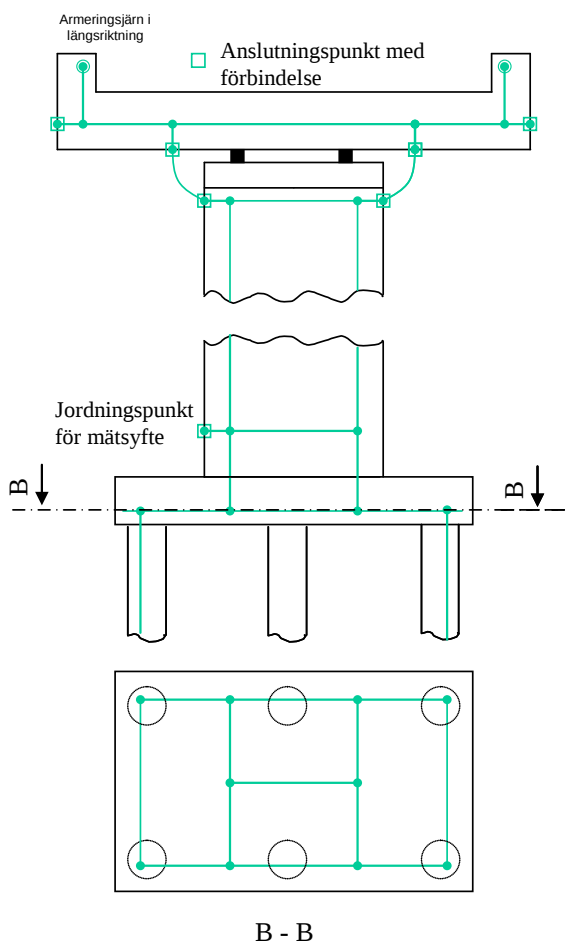
Figur 10-1 visar principutformningen för betongkonstruktioner som skall fungera som jordtag. Jordtaget utformas som ett grovt nät av armeringsjärn närmast marken i bottenplattan. Om det även finns pålare, så ansluts en i varje hörn till bottenplattans armering.

Kommentar: God kontakt med jord betyder att inget frostskyddsskikt (frigolit, sprängsten) får bryta den elektriska kontakten betong och jord om jordtaget skall kunna fungera som tänkt.

Strömvägen utformas genom minst två oberoende förbindelser. Mätpunkten i pelaren anordnas för att kunna kontrollera kontinuiteten från marknivå upp till bron samt för att vid behov kunna mäta jordtagets resistans, om igen annan anslutningspunkt är lätt tillgänglig.

Ledare som ingår i jordningsåtgärderna kan ur elektriskt synpunkt utgöras av den för brokonstruktionen nödvändiga armeringen eller andra ledare efter önskemål från (bro-) konstruktören. Armering som ingår i jordsystem får bara vara av typen slak armering gjord av minst 200 mm² stål. Det innebär att förspänd armering inte får användas som jordledare. Armeringsjärn som ingår i jordningen skall kopplas ihop på ett betryggande sätt, till exempel genom svetsning. Denna armering och resten av armeringen kan najas med varandra på brukligt sätt.

Kommentar: Armeringsjärn som utsätts för kortslutningsströmmar kan bli 300 °C varma.



Figur 10-1: Principschema för betongkonstruktioner som jordtag

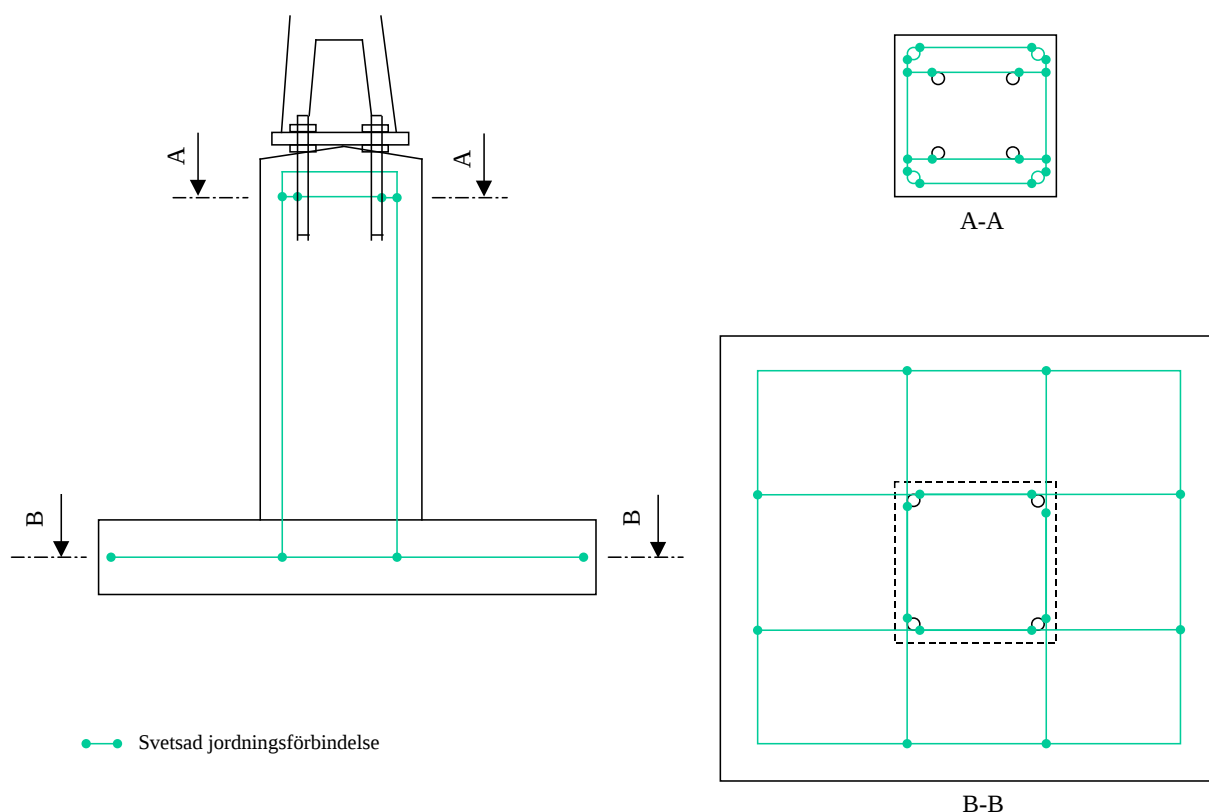
Jordledare av koppar ingjuten i betong isoleras p.g.a. korrosionsrisken.

Där ingen kortslutning mot betongen kan förekomma, kan armeringsjärn med mindre area än 200 mm^2 för jordning och potentialutjämning användas.

10.3 Kontaktledningsfundament

Fundament till kontaktledningsstolpar skall vara typgodkända av Trafikverket och skall utnyttjas som jordtag. Fundamentets djup i marken ger större effekt än diametern. Fundamentet kan utsättas för kortslutningsströmmar och dimensioneras för dessa. Figur 10-2 visar exempelvis nödvändiga förbindelser i ett stolpfundament med grundbult och grundplatta.

Av jordningstekniska skäl skall kontaktledningsstolpar och –fundament av trä inte användas permanent.



Figur 10-2: Förbindelser i stolfundament med grundbult och fotplatta

10.4 Transformator- och omformarstationer

Fundament till byggnader i transformator- och omformarstationer skall utnyttjas som potentialplan och om möjligt som jordtag.

10.5 Mätning av jordtag

Det finns två mätmetoder för att mäta jordtag: svagströmsmetoden och starkströmsmetoden. Se BVH 510.06001 och BVH 510.06002.

För stationer och ställverk som tillhör direktjordade högspänningsnät skall

- första mätningen av en stations jordtagsresistans utföras enligt starkströmsmetoden. Mätningen kan även kompletteras med svagströmsmetoden.
- svagströmsmetoden godtas vid återkommande mätningar, om den ger i stort sett samma resultat som tidigare mätning med samma metod och om denna mätning i sin tur med rimlig tolerans gav samma resultat som mätning enligt starkströmsmetoden.

Kommentar: För stationer och ställverk som tillhör ett högspänningsnät som inte är direktjordat, kan mätningar utföras enligt svagströmsmetoden.

För inmätning av jordtag för övriga trafikverksanläggningar kan mätningar utföras enligt svagströmsmetoden.

11 Förbindningar i spåret

11.1 Allmänt

Av underhållstekniska skäl skall antalet rälsanslutningar hållas så lågt som möjligt. Där det är möjligt samordnas därför anslutningen till S-rälen för signal-, tele- och elkrafttekniska ändamål och anslutas i första hand till jordplint på kontaktledningsstolpe.

Alla förbindningar upptagna i kapitel 11 får även utföras med Al-lina. Areal dimensioneras för rådande drift- och kortslutningsströmmar, men minst 70 mm².

Eventuellt jordledarskydd utförs enligt BVS 525.7, avsnitt 6.2.4.

11.2 Kontaktförbindning

Kontaktförbindningar i S-rälen skall uppfylla (n-1)-kriteriet och utförs med Cu-lina och en area på minst 50 mm². Returströmkretsen i S-rälen skall alltid säkerställas.

Detta gäller även för kontaktförbindningar i växlar, se BVS 544.91120.

11.3 Z-förbindning

Z-förbindningar skall utföras med minst 3 x 50 mm² eller 2 x 70 mm² Cu-lina.

Dubbla Z-förbindningar, dvs. där även en förbindelse mellan I-rälerna behövs, utförs på olika sliprar. Utförande för förbindningen i S-rälen se BVH 510.01001 och för förbindningen i I-rälen se BVS 544.91120.

Om det även behövs en förbindelse mellan I-rälerna, utförs den enligt BVS 544.91120 Spårledningar.

Z-förbindningen i S-rälen utförs då på andra sliprar än Z-förbindningen i I-rälen.

11.4 Kontaktledningssystem med jordlina

I system med jordlina ansluts denna via stolpen minst var 300:e meter till S-rälen. Anslutningen från stolpen till S-rälen utförs med en 50 mm² Cu-lina.

Där jordlinan slutar utförs anslutningen till S-räl med en area motsvarande en Z-förbindning.

11.5 (Spår-) tvärförbindning

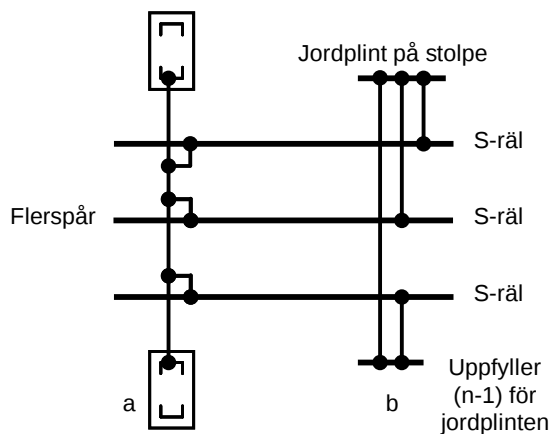
Tvärförbindningar skall anordnas minst var femte kontaktledningsstolpe men inte oftare än var 300:e m med 50 mm² Cu-lina som grävs ned till ett djup enligt BVS 525.7 [9] vid flerspår. Avgreningar kontaktpressas. Tvärförbindningen skall om möjligt placeras så, att den lätt går att återfinna genom orientering till stolpnummer eller dylikt.

Tvärförbindningar anordnas även vid driftjordpunkter, autotransformatorer, matningsstationer och X-frånskiljare. En dubblering av tvärförbindningen krävs vid autotransformatorer och vid driftjordpunkten som är närmast en kopplingscentral. Utförande av tvärförbindning vid matningsstation, se 13.4.1.

Vid mellanblocksignaler på linjen anordnas, om det finns flera spår, en tvärförbindning inom 60 m för att förebygga störningar på signalutrustningen.

Vid dubbelspår med två parallella enkelspårstunnlar, utförs tvärförbindningar bara i början och slutet av tunnarna och vid varje tvärtunnel.

Figur 11-1 visar principutförandet av tvärförbindningar. I utförandet av typ "b" uppfyller anslutningen av jordplinten till S-rälen även (n-1)-kriteriet.



Figur 11-1: Principutförande av tvärförbindningar

Kommentar: En tvärförbindning placeras med fördel vid en driftjordpunkt. Även driftplatser räknas som flerspår.

11.6 Rälstvärförbindning

En rälstvärförbindning anordnas var 300:e meter på elektrifierade spår, om positioneringssystemet (signalsystemet) tillåter detta.

11.7 Driftjordpunkt

Driftjordpunkter ansluts med $4 \times 50 \text{ mm}^2$ Cu-lina till S-rälen.

Kommentar: För anslutning av matningsstationer och autotransformatorer, se respektive kapitel.

12 Jordning av hjälpkraftanläggningar

12.1 Jordning av hjälpkraftsystemet

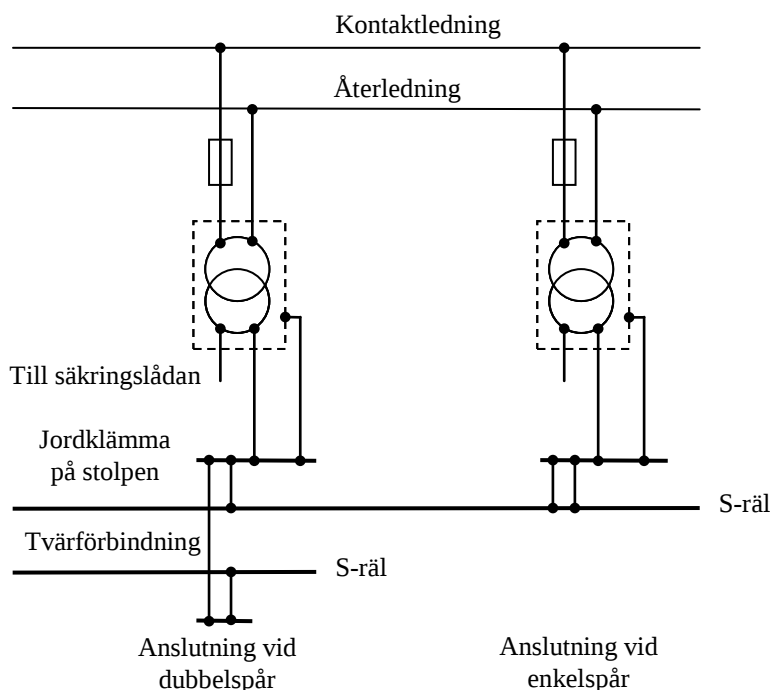
Hjälpkraftsystemet skall utföras högimpedansjordat. Nollpunkten hos den transformator som matar hjälpkraftledningarna (11 kV eller 22 kV), ansluts till matningsstationens huvudjordningsskena. Se även jordning av omformar- och transformatorstationer i kapitel 13.4.

Kommentar: Nollpunktsmotståndet dimensioneras så, att felströmmen normalt blir 10 A.

12.2 Drift- och skyddsjordning av hjälpkrafttransformatorer

12.2.1 Hjälpkrafttransformator ansluten till kontaktledningen

Transformatorer som är anslutna till kontaktledning systemjordas i järnvägens returströmkrets. Vid skarvspår systemjordas transformatorn till minst 3 rälssektioner. Vid flerspår anordnas en tvärförbindning inom 150 m.



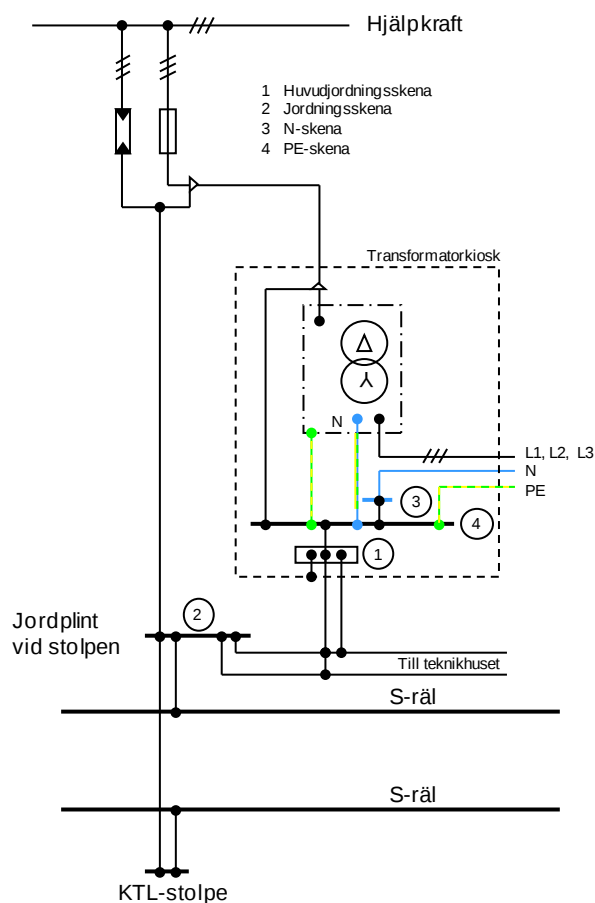
Figur 12-1: Princip för jordning av transformator ansluten till kontaktledning

Kommentar: Vid dubbelspår kan kravet på dubblerade systemjordledare uppfyllas genom att placera en tvärförbindning vid hjälpkrafttransformatorn.

Om återledningen saknas, ansluts transformatorn i stället till S-rälen.

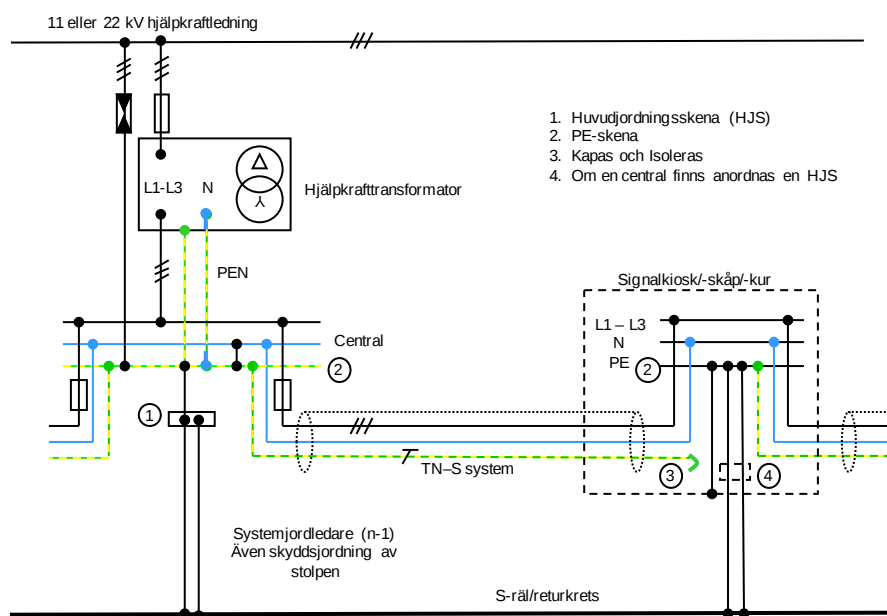
12.2.2 Hjälpkrafttransformator ansluten till hjälpkraft, transformatorbänk

Markplacerade hjälpkrafttransformatorer ansluts till S-rälen i en gemensam punkt tillsammans med kabelskärmar, jordning för överspänningsskydd och dylikt. Vid flerspår skall en tvärförbindning anordnas inom 150 m. En separat huvudjordningsskena anordnas vid installation av en elcentral i andra fall får huvudjordnings- och PE-skena utgöras av samma skena.



Figur 12-2: Princip för jordning av transformatorkiosk vid teknikhus

Är det lämpligt, så används med fördel samma anslutningspunkt till S-rälen även för teknikhuset.



Figur 12-3: Princip för jordning av transformator ansluten till hjälpkraft

12.3 Hjälpkrafttransformator ansluten till lokalt elnät

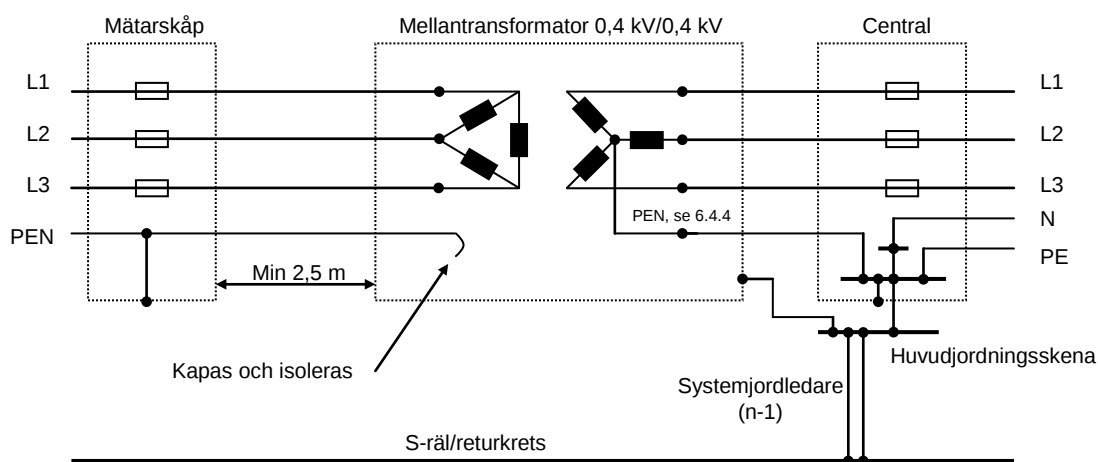
För att skilja nätägarens (lokalt elnät) PEN-ledare från S-rälen och för att därmed undvika järnvägens returströmmar i nätägarens nät, skall anläggningen utföras med mellantransformator.

När nätägaren tillåter, kan mellantransformatorn undvikas om spänningssättningen av PEN-ledaren är lägre än 50 V och om matningen endast sker i en punkt till Trafikverkets anläggning.

Kommentar: Returströmmar från tågdriften kan förekomma i det lokala ortsnätets PE-ledare.

Om det inte krävs någon mellantransformator, skall nätägarens PEN-ledare alltid anslutas till S-rälen i en punkt. Anslutningen utförs i servicentralen.

I anläggningar med möjlighet till matning från både BV-nät och lokal nätägare skall BV-transformatorns och mellantransformatorns nollpunkt vara ansluten till S-rälen i en gemensam punkt.



Figur 12-4: Princip för kraftmatning från lokalt elnät med mellantransformator

Utsatta delar behöver inte anslutas till PE/PEN i försörjningskabeln enligt SS-EN 50122-1 [2], om de är jordade i S-rälen och en förbindelse finns mellan S-rälen och transformatorns neutralpunkt. Ingen extra isolering krävs mellan ortsnätets fasledare och mellantransformators hölje.

Kommentar: Syftet med mellantransformatorn är att skilja ortsnätet från S-räljord. Därför får försörjningskabelns PE/PEN-ledare inte kopplas till höljet eller neutralpunkten på sekundärsidan.

Mätarskåpet skall placeras utanför kontaktledningsområdet för att undvika skyddsjordningskravet.

Sker matningen från ett TN-S system, kapas och isoleras PE- och N-ledaren på mellantransformatorns primärsida.

13 Jordning av kraftförsörjningsanläggningar

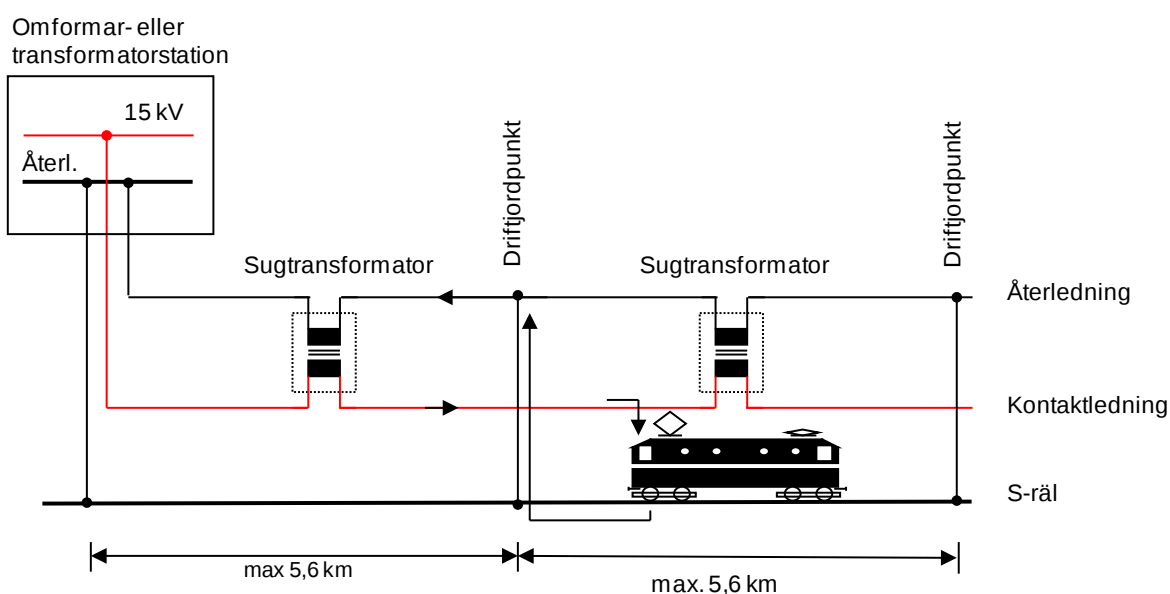
13.1 Allmänt

Returströmkretsen skall förläggas i nära anslutning till respektive matande ledning för att minska störningar och magnetfält, där det är praktiskt möjligt.

13.2 Sugtransformatorsystem

Återledningen ansluts till S-rälen på endast ett ställe (driftjordpunkt) mellan två sugtransformatorer (= boostertransformator = BT). Avståndet mellan driftjordpunkterna skall normalt ur telestörnings-synpunkt inte överstiga 5,6 km enligt sugtransformatorernas dimensionering och märkdata. Avståndet mellan driftjordpunkt och sugtransformator får inte överstiga 3,0 km. Normalt placeras dock driftjordpunkterna mitt emellan sugtransformatorerna enligt Figur 13-1.

Varje utgående linje skall ha separat återledning i hela dess längd, se även avsnitt 13.4.2.

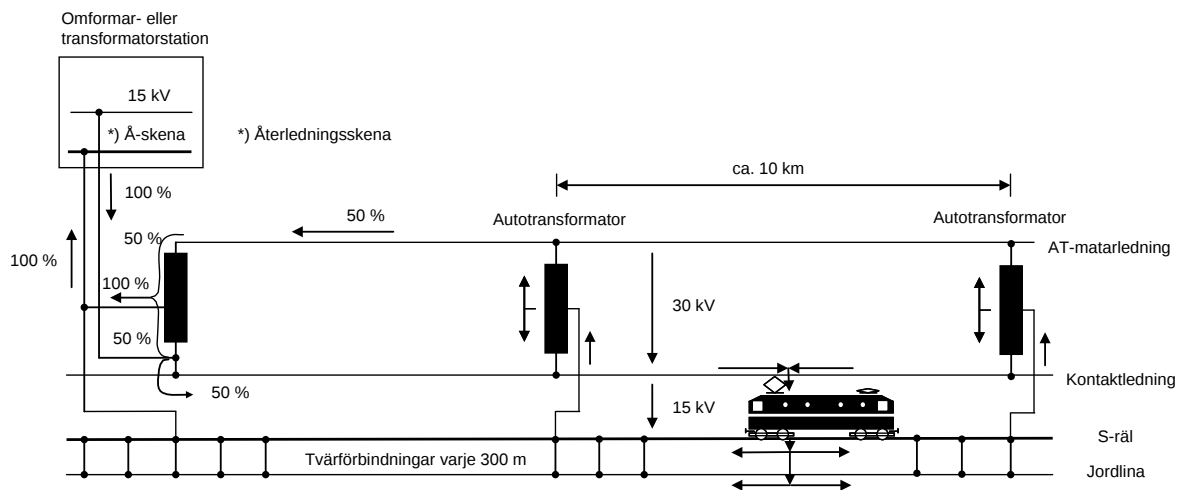


Figur 13-1: Principschema för sugtransformatorns koppling

Kommentar: På så sätt går strömmen som längst 3 km i räls och mark från loket innan den når en jordpunkt där den går upp i återledningen och tillbaka till matningsstationen. Principschema för sugtransformatorns koppling i kontaktledningssystemet framgår av Figur 13-1.

13.3 Autotransformatorsystem

Autotransformatorns (AT) mittuttag skall anslutas till S-rälen och där det finns till återledningsförbandet. Avståndet mellan autotransformatörerna skall normalt ur telestörningssynpunkt och för att begränsa rälspotentialen inte överstiga 10 km, se även BVS AT-system [18].



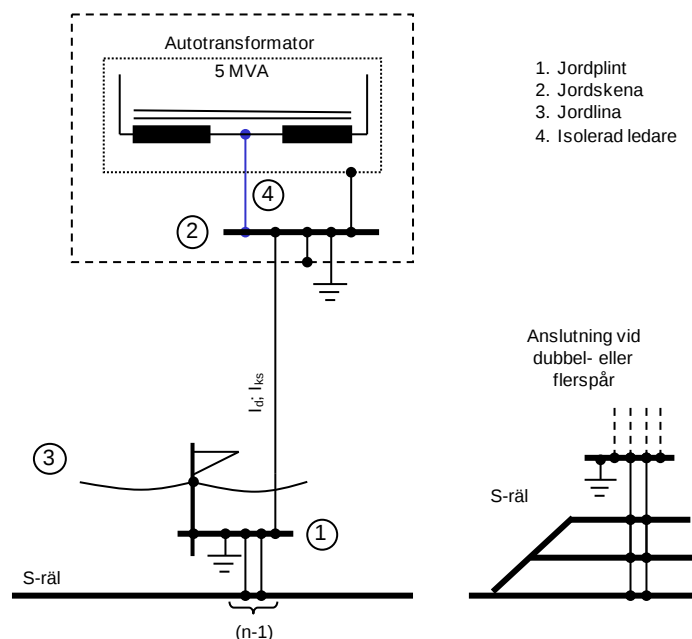
Figur 13-2: Principschema för autotransformatorsystems koppling

Kommentar: Vid autotransformatorsystem överförs effekten till tåget med en högre spänning. Bara mellan de två autotransformatörerna där tåget befinner sig, sker effektöverföringen med den vanliga kontaktledningsspänningen. På det sättet minskar man strömmarna i systemet och därmed också störningarna. Principschema för AT-systemet framgår av Figur 13-2.

Alla S-räler vid en autotransformator skall anslutas till transformatorns mittuttag eller en jordplint enligt Figur 13-3 eller Figur 13-4.

Drift- och skyddsjorden för enkla autotransformatörer längs linjen ansluts direkt till returströmkretsen enligt Figur 13-3. Anslutningen mellan jordplint och S-räl utförs med 4 x 50 mm² Cu eller motsvarande dimensionering i Al.

Anslutningen av autotransformatorns mittuttag utförs av mättekniska skäl med isolerad lina, se Figur 13-3 och Figur 13-4.



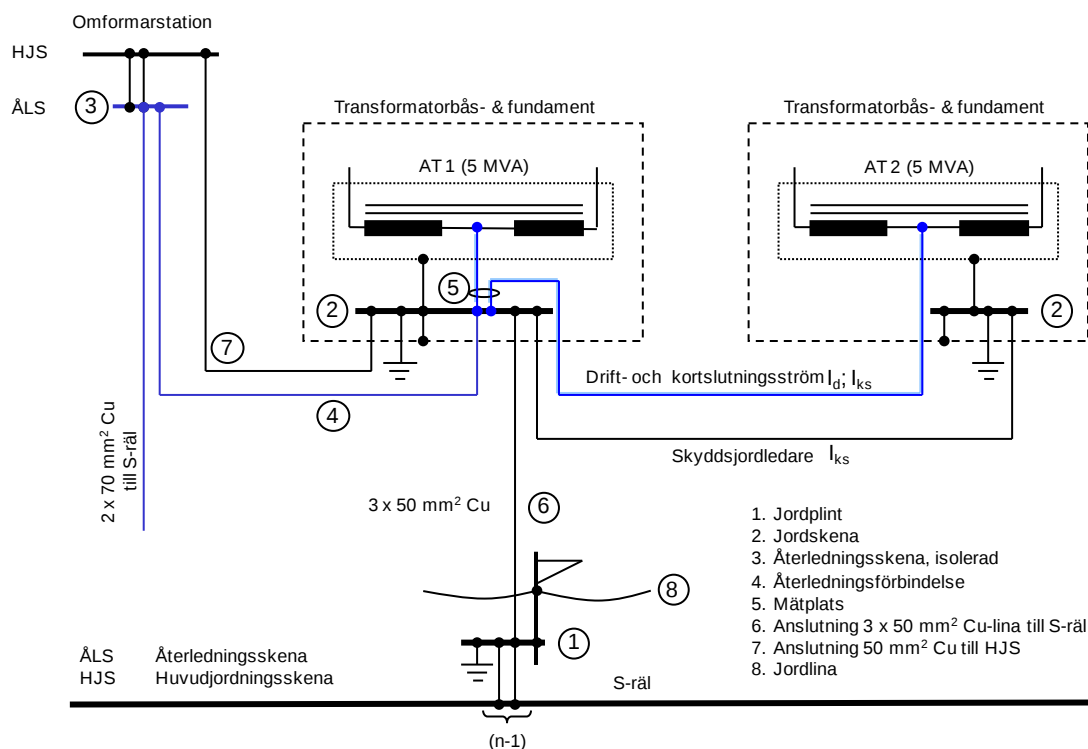
Figur 13-3: Princip för anslutning av autotransformatorer längs linjen

Drift- och skyddsjord för dubblerade autotransformatorer skall anslutas till närmaste jord. För transformatorer placerad i en matningsstation innebär detta normalt:

- Mittuttaget till återledningsskenan, ledare 4 i Figur 13-4
- Skyddsjordledaren till stationens huvudjordningsskena, ledare 7 i Figur 13-4.

Där autotransformatörerna står närmare spåret ansluts drift- och skyddsjorden med totalt $3 \times 50 \text{ mm}^2$ Cu-lina till jordplint i kontaktledningsstolpen (ledare 6 i Figur 13-4) och med $4 \times 50 \text{ mm}^2$ Cu-lina till S-räl. Därmed utgår anslutningen till huvudjordningsskenan i stationen (ledare 7 i Figur 13-4).

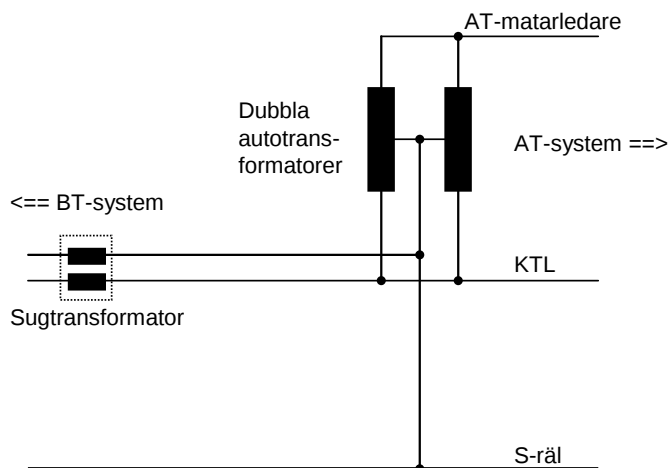
För autotransformatörer som endast ansluts till S-räl utförs förbindelsen med minst $6 \times 50 \text{ mm}^2$ Cu eller motsvarande area. Anslutningen mellan jordplint och S-räl skall uppfylla (n-1)-kriterium.



Figur 13-4: Princip för anslutning av autotransformatorer vid matningsstation

Vid armerade transformatorfundament skall armeringen anslutas till jordskenan.

Vid övergång från BT- till AT-systemet på linjen skall BT-systemets återledning anslutas direkt till autotransformatorns mittuttag (ej via S-räl), se Figur 13-5.



Figur 13-5: Princip för övergång från BT- till AT-system på linjen

13.4 Jordning av omformar- och transformatorstationer

13.4.1 Allmänt

Stationens jordningssystem används för att begränsa potentialsättningen av stationen vid enpoligt fel mot jord i Trafikverkets matarledningssystem för AC 16,7 Hz 132 kV samt vid jordfel i Trafikverkets

hjälpkraftsystem eller elleverantörens matning av Trafikverkets anläggning. Dessutom skall jordningssystemet begränsa de högfrekventa störningarna vid t.ex. brytarmanövrar.

Armeringen i omformarstationens bottenplatta skall utgöra stationens potentialplan och om möjligt även ha god elektrisk kontakt till mark.

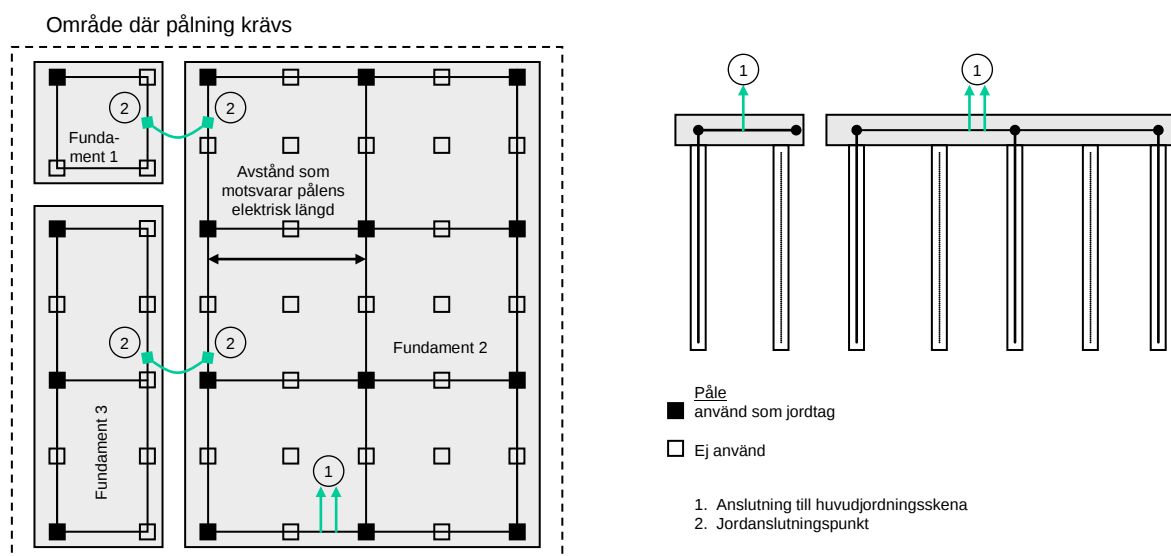
Kommentar: God elektrisk kontakt till orörd mark kan stå i konflikt med tjälskyddsåtgärder (frigolit, bergkross) under bottenplattan.

För detta ändamål svetsas armeringen i bottenplatta ihop till ett grovt rutnät (maskstorlek ca 3 m x 3 m) med anslutningspunkter framdragna till huvudjordningsskenan samt minst två anslutningspunkter i följande utrymmen:

- 15 kV ställverk
- 3-fas ställverk
- Omriktarrummet (ventilhallen)
- Kontrollrummet
- Liknande utrymmen

Anslutningarnas placering i respektive rum skall väljas med hänsyn till utrustningen som skall anslutas samt största möjliga avstånd från varandra.

I stationer där pålning krävs, skall utvalda elektrisk ledande (t.ex. stål, stålarmerad betong) pålar användas som jordtag. Pålarna som används för jordningen skall forma ett rutnät med en maskstorlek som motsvarar pålens elektriska längd (längden där armeringen är svetsad), se Figur 13-6. Pålens armering skall anslutas via bottenplattans armering till huvudjordningsskenan. Olika fundament kopplas ihop, antingen direkt eller via huvudjordningsskenan.



Figur 13-6: Princip för ett pålat stationsjordtag

Stationens layout skall väljas på ett sätt som innebär att risken för störningar i stationens utrustning minimeras. Därför skall parallellförläggning av ledare för kraftmatning och kommunikationskabel undvikas. Vid förläggning i samma utrymmen är dragning vinkelrätt mot varandra ett bra sätt att undvika störningar.

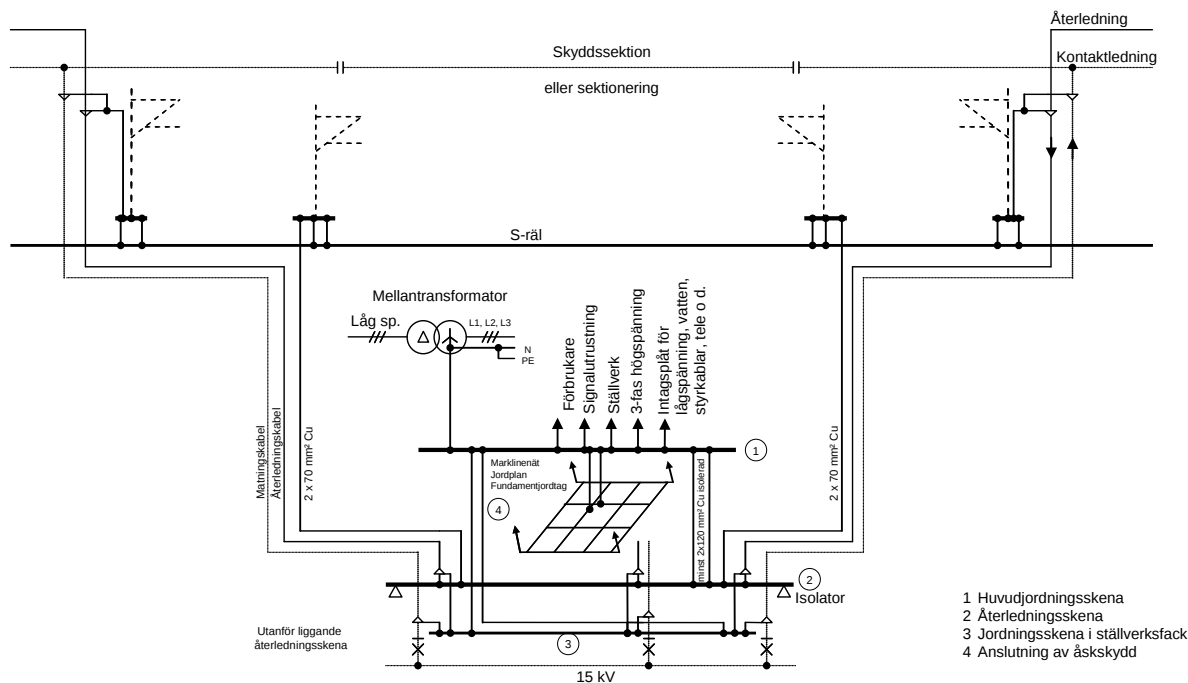
Samförläggning av ledningar skall göras så långt som möjligt. Detta gäller även för uppbyggnaden av omriktare (likriktare, mellanled och växelriktare) och dylikt.

Driftströmmar i jordningssystemet och potentialplan skall minimeras genom en genomtänkt design av returströmkretsen för järnvägens driftström.

13.4.2 Driftjordning i omformarstationen

Utmatande kabelförband och tillhörande återledare skall ha samma ekvivalenta area och ur belastnings- och störningssynpunkt skall samförläggning eftersträvas så långt som möjligt.

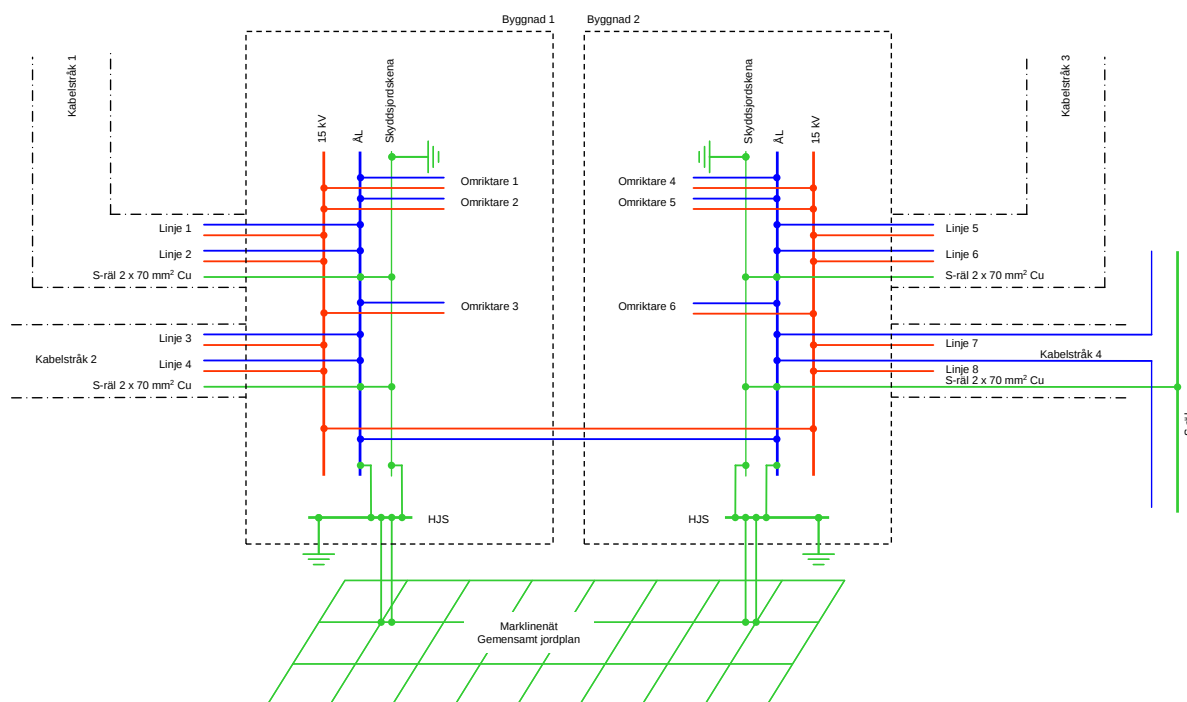
Varje utmatande kabelförband skall ha separat återledning, se även avsnitt 13.2.



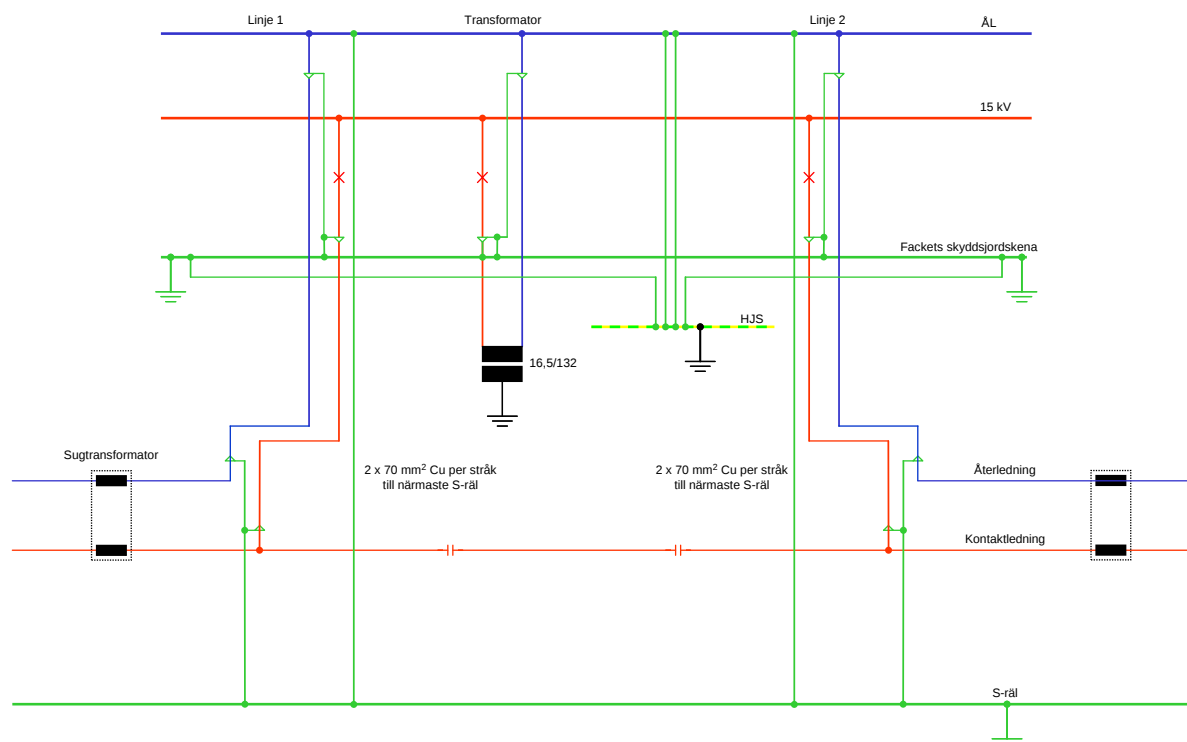
Figur 13-7: Princip för jordning i omformar- och transformatorstationer

Linjens återledning ansluts isolerad till återledningsskabeln. Vid så kallad långmatning, när stationen förbikopplas via kontaktledningen, sluts återledningsskretsen ändå via stationens återledningsskena.

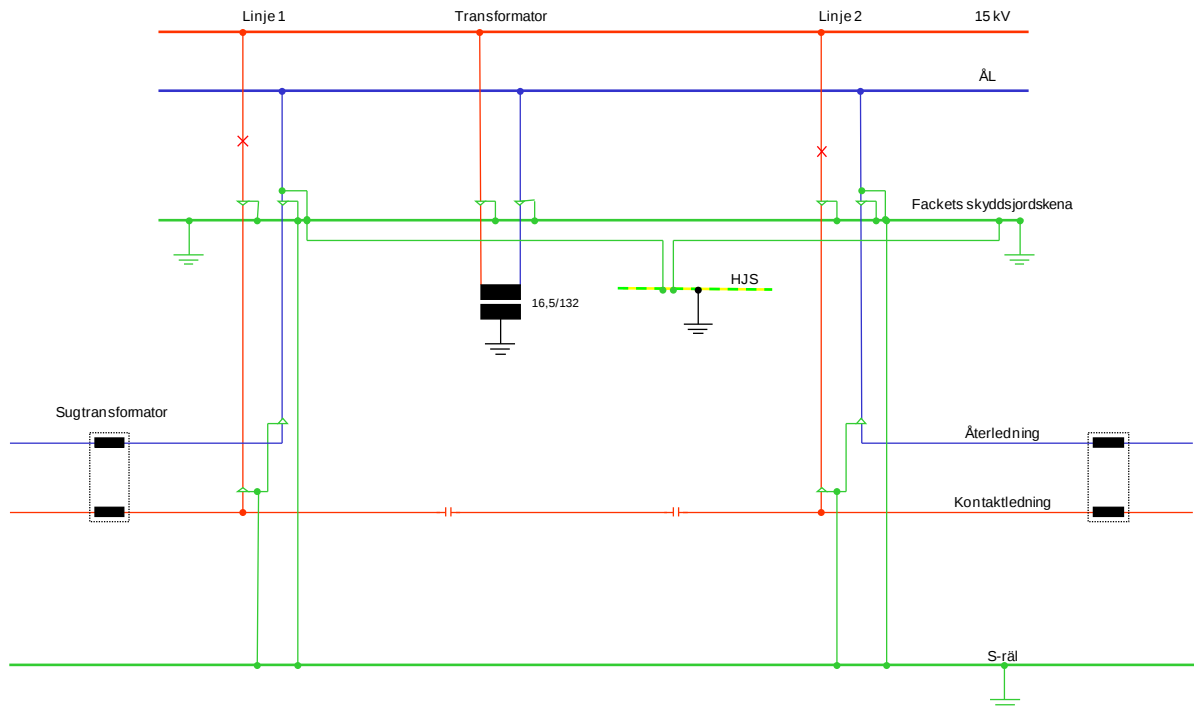
Kommentar: Detta medför att driftjordpunkten (förbindelse mellan återledning och S-räl) för stationen flyttas in i stationen, som förbindelse mellan återledningsskenan och S-rälen.



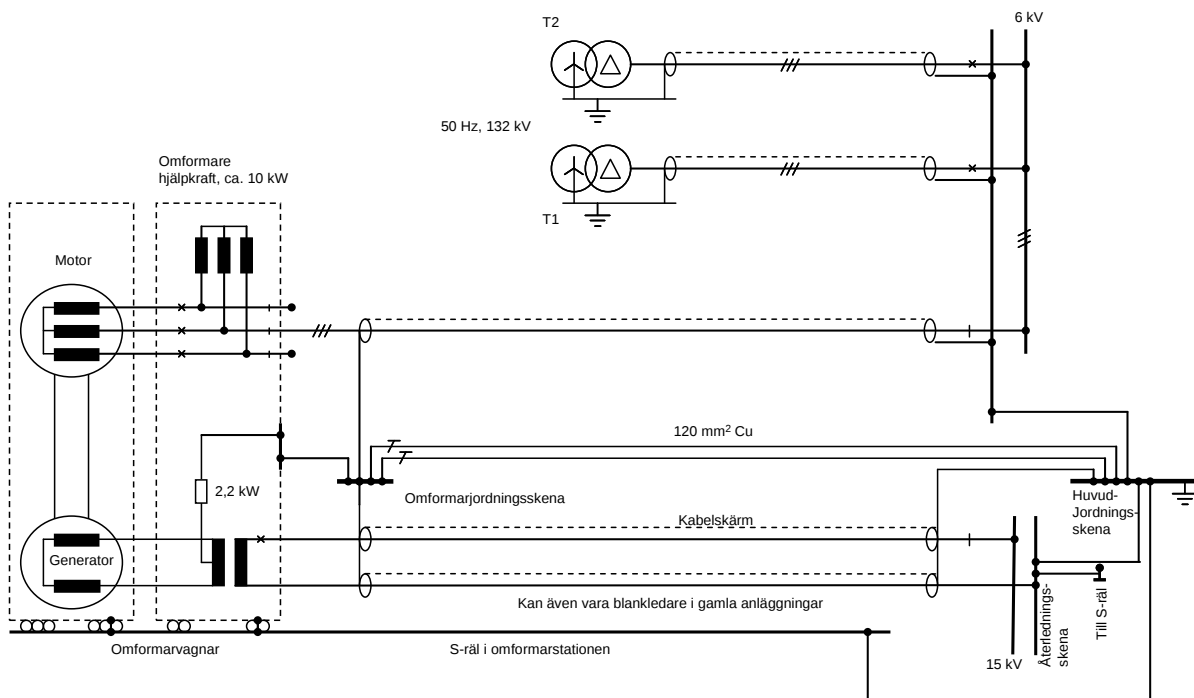
Figur 13-8: Princip för återgångskretsen i omformarstationer



Figur 13-9: Princip för jordning av matningsstation med utanför liggande återledningsskena



Figur 13-10: Princip för jordning av matningsstation med integrerad återledningsskena



Figur 13-11: Princip för jordning av omformare

13.4.3 Huvudjordningsskena

Huvudjordningsskenan anordnas så nära kabel- och ledningsintaget som möjligt. Alla inkommande kabelskärmar och metalliska ledningar potentialutjämnas till huvudjordningsskenan. Detta kan ske via fackets skyddsjordsskena.

Huvudjordningsskenan ansluts via dubbla isolerade 120 mm² Cu-linor till återledningsskenan och till stationens fundamentjordtag samt eventuell marklinenät.

I stationer med flera byggnader definieras en huvudjordningsskena för varje byggnad, som kopplas ihop till ett gemensamt jordsystem för stationen.

13.4.4 Återledningsskena

Återledningsskenan skall monteras på isolatorer med minst isolationsklass 3 kV och anordnas så nära tillhörande 15 kV-skena som möjligt, se Figur 13-7 till Figur 13-10. Anslutningen till huvudjordningsskenan utförs med 2 x 120 mm² Cu-lina.

Kommentar: Det är önskvärt att kunna mäta återgångsströmmen via jord. Därför bör anslutningen till huvudjordningsskenan ske via isolerad ledare.

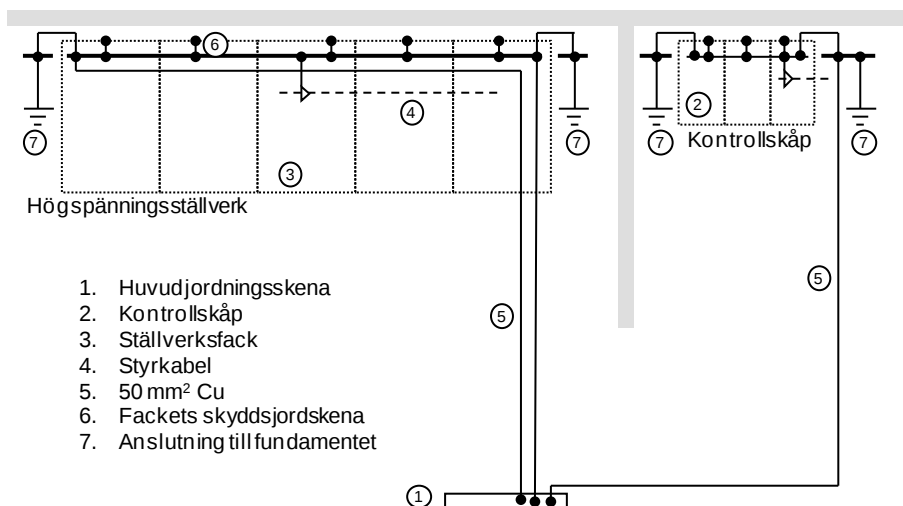
Omformarstationens återledningsskena ansluts med minst dubbla ledare till S-rälen, så att (n-1)-kriteriet uppfylls för drift- och kortslutningsströmmar. Anslutningen sker med totalt minst 4 x 70 mm² Cu-lina som delas upp så att minst dubbla 70 mm² Cu-linor följer varje kabelstråk ut till närmaste spår, se Figur 13-7. Vid anslutning till flerspår anordnas en dubblerad tvärförbindning med 70 mm² Cu-linor.

13.4.5 Skyddsjordning av ställverksfack och kontrollskåp

Skyddsjordsskenan i ställverksfacket skall förbindas till ställverkets huvudjordningsskena med minst 2 x 120 mm² Cu-ledare. Skyddsledarna skall anslutas i två punkter i ställverket, belägna så långt ifrån varandra som möjligt. Dock skall skyddsledarna förläggas med så liten separation som möjligt. Se Figur 13-9 och Figur 13-12.

Kommentar: Skyddsjordsskenan kan, beroende på ställverkstyp, utgöras av ställverkets ramkonstruktion.

Kontrollskåpen ansluts till en skyddsjordledare som ansluts till stationens potentialplan i minst två punkter enligt Figur 13-12.



Figur 13-12: Princip för skyddsjordning av ställverksfack

Samjordning med kraftleverantörens jordsystem skall om möjligt utföras. Samjordningen ansluts till omformarstationens huvudjordningsskena. Tillstånd skall dock alltid ges av kraftleverantören.

13.4.6 Yttre ringledare

En yttre ringledare för potentialutjämning skall läggas runt omformar- och transformatorstationens byggnader och anläggningens stängsel. Ringledaren ansluts till anläggningens jordsystem, se Figur 13-13.

13.4.7 Kabelstegar

Kabelstegar skall vara ihopkopplade så att det elektriska motståndet för både lägre och högre frekvenser över ihopkopplingen är ungefär lika som i kabelstegen.

Kommentar: Att t.ex. endast koppla samman kabelstegarna med en ”klen” ledare för grundtonen är inte tillräckligt eftersom de högfrekventa störningar in anläggningen då inte kan passera skarven.

13.4.8 Inre jordledare

En inre jordledare skall finnas i varje rum som har skyddsjordade objekt. Den inre jordledaren skall installeras synligt så att alla anslutningar kan kontrolleras och kopplas till stationens jordplan i alla anslutningspunkterna, som krävs i avsnitt 13.4.1.

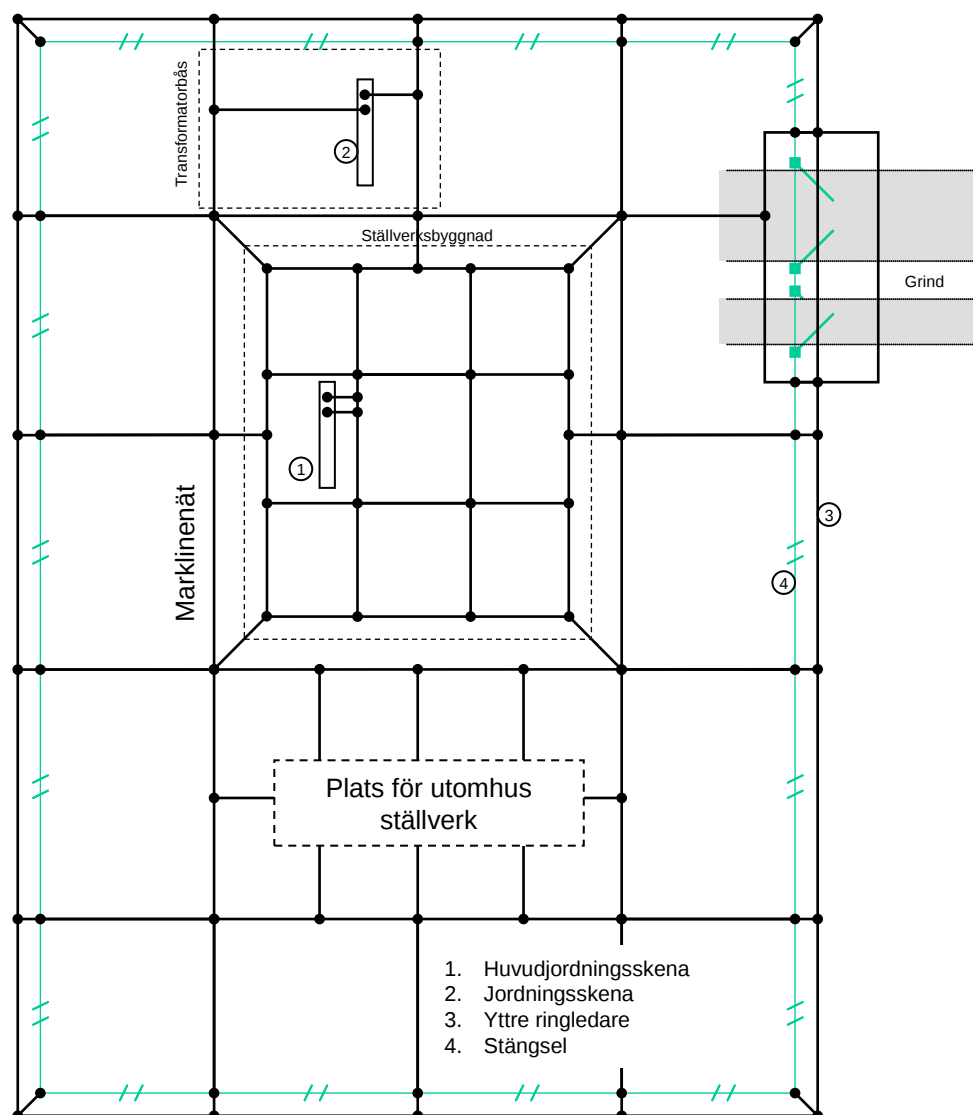
13.4.9 Samjordning med kraftleverantören

Trafikverkets jordsystem kopplas ihop med kraftleverantörens jordsystem med minst dubbla 50 mm² Cu-ledare med hänsyn till förekommande drift- och kortslutningsströmmar.

13.5 Jordning av utomhusställverk / högspänningsanläggningar

13.5.1 Marklinenät

Marklinenätet förläggs på minst 0,5 m djup. Minsta area skall vara 50 mm² Cu-lina. Nätet byggs upp som ett symmetriskt rutnät där rutornas storlek utformas så att kraven på maximalt tillåtna steg- och beröringsspänningar uppfylls. Metallkonstruktioner skall dubbeljordas, dvs. jordas med två ledare. Var och en dimensioneras för hela felströmmen och ansluts till var sin gren i marklinenätet.



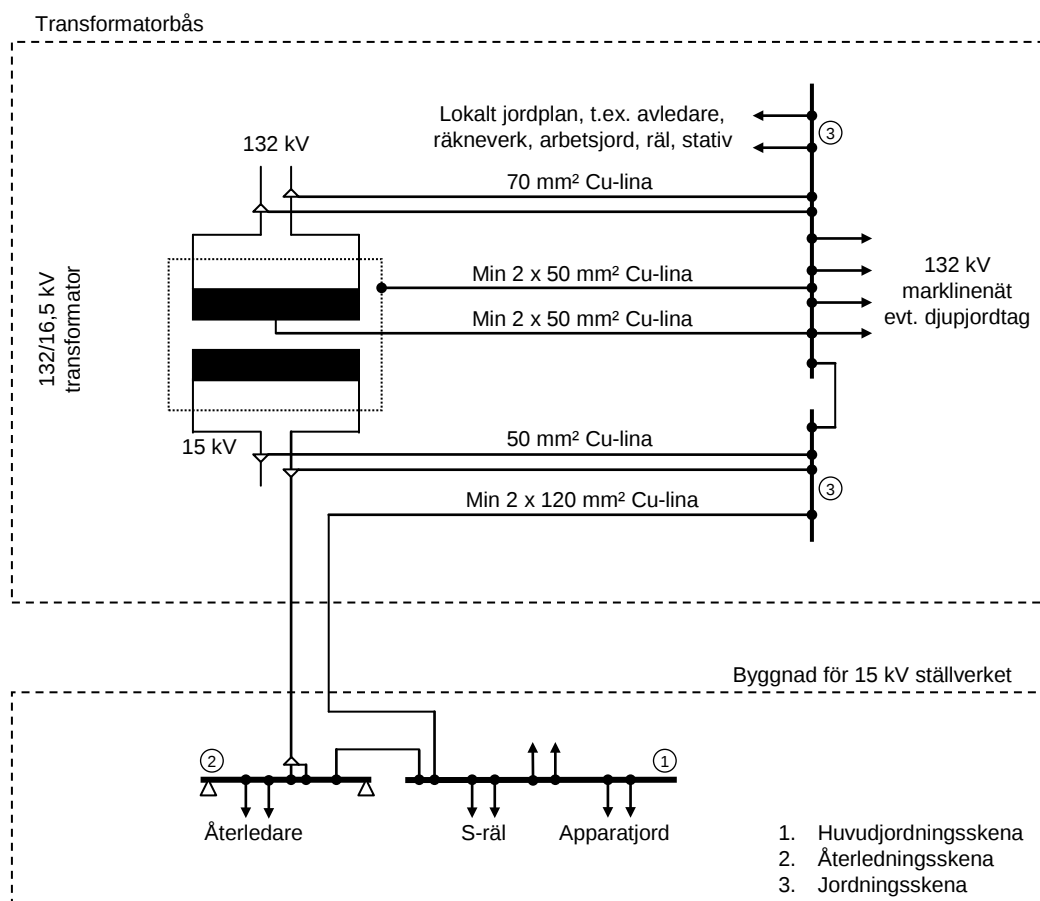
Figur 13-13: Princip för yttre ringledare och stängseljordning i en station med marklinenät

13.5.2 Transformator 132 kV/15 kV, 16,7 Hz

Transformatorns mittpunkt skall systemjordas med minst dubbla ledare så att kraven [2] uppfylls även vid avbrott i en ledare. Detta innebär minst 2 x 120 mm² Cu-linor. Transformatorn skyddsjordas med minst 2 x 50 mm² Cu-linor.

13.5.3 Transformatorbås

Jordskenornas utformning visas i Figur 13-14. Uppdelningen på två skenor är till för att kunna särskilja de olika jordningssystemen vid mätningar.



Figur 13-14: Princip för jordning av 132/15 kV transformatorstation

13.5.4 Apparatstativ

Stativ med ett ben ansluts med två linor till olika branscher i marklinenätet. På stativ med två eller flera ben som sinsemellan är väl sammanbundna med stålbalkar, ansluts de två nedledarna antingen till var sitt ben eller till ett av benen. Om arbetsjordningsdon ansluts till stativregeln eller stativben med en nedledare skall förband mellan stativregel och stativben med nedledare överbryggas med en jordlina. Om donet ansluts till stativben med två nedledare behöver förbanden inte överbryggas. Stativ för fristående manöverdon ansluts med två linor till marklinenätet.

Kommentar: För markförlagda (icke synliga) skyddsledare finns risk för att de grävs av. Därför krävs en dubblering av nedgrävda skyddsledare.

13.5.5 Apparater

Apparater som är fastskruvade till stativ anses ha säker jordning. Det får dock inte finnas färgskikt eller dylikt mellan apparater och stativ. De apparater som står på hjul och dylikt anses inte ha säker jordning.

13.5.6 Manöverdon

Manöverdon som har god metallisk kontakt med apparatstativet behöver inte ha separat jordledare.

13.5.7 Stängsel

Stängsel skall jordas genom att den nedre spänntråden ansluts till marklinenätet på ungefär var 50:e meter med en kort slack från jordlinan vid stolpen. Slacken skall vara minst 35 mm² Cu. Jordningen märks ut genom att närmaste stängselstolpe märks med röd färg både upptill och nedtill. Dessutom

skall en 50 mm² Cu-lina grävas ned på ca 0,5 m djup, 1 m utanför stängslet. Linan ansluts till marklinenätet i de punkter där stängslet är anslutet till detta.

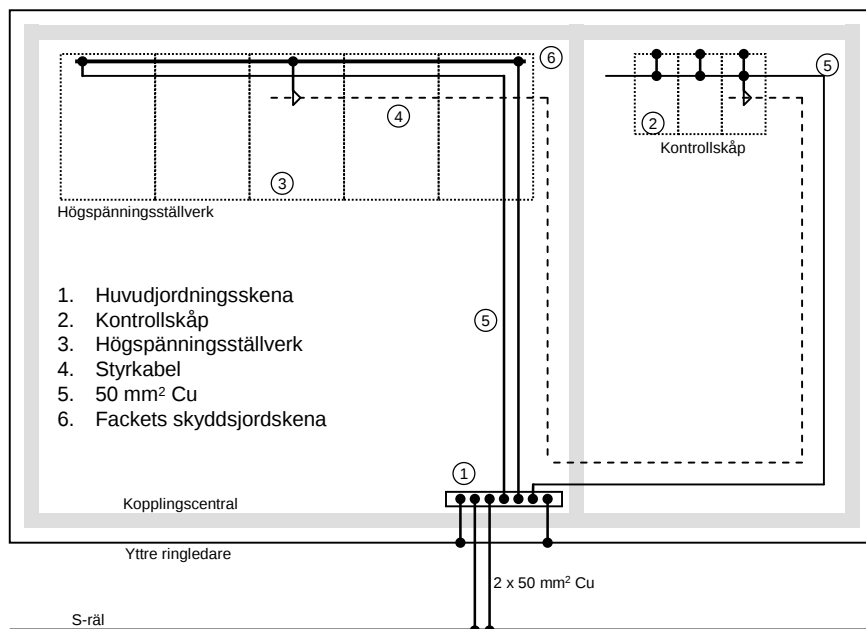
Alla avbrott i inhägnaden kring en matningsstation, t.ex. grindar, skall vara förbundna på ett sådant sätt att inga farliga potentialer kan uppstå mellan inhägnadens olika delar.

13.5.8 Grindstolpar

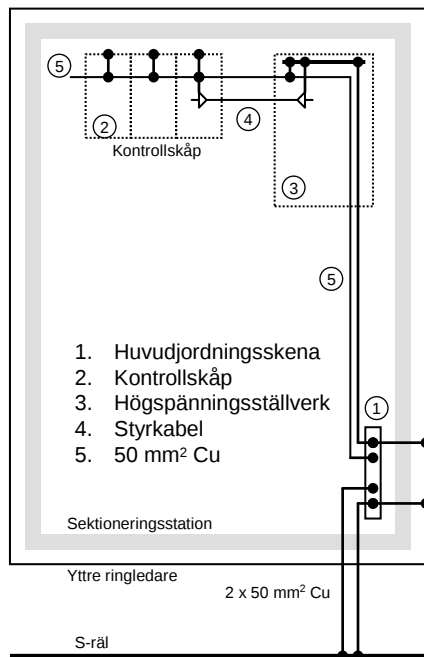
Marklinor läggs tvärs över vägen, ca 0,5 meter djupt, ca 1 meter innanför grinden och ca 1 meter utanför öppen grind. Marklinorna skall även i sidled nå 1 meter utanför grindstolparna. Marklinorna ansluts till stationens marklinenät. Detta gäller även om ett plastbelagt stängsel används.

13.6 Jordning av sektioneringsstationer och kopplingscentraler

Skyddsjorden in till sektioneringsstationen och kopplingscentralen skall vara av minst 2 x 50 mm² Cu-lina. Ställverks skyddsjord skall ha en area på min 2 x 50 mm² Cu-lina. Se Figur 13-15 och Figur 13-16. En yttre ringledare av minst 50 mm² Cu-lina anordnas kring stationen. Skyddsjordning av ställverksfack, se avsnitt 13.4.5. Styrkabelns skärm jordas i båda ändarna.



Figur 13-15: Princip för jordning av kopplingscentral



Figur 13-16: Princip för jordning av sektioneringsstation

14 Jordning och förläggning av kraft- och styrkablar

14.1 Grundläggande förläggningsprinciper för kablar

Kabelförläggningen har avgörande betydelse för kraftkabelns belastningsförmåga, hur stora magnetiska störningar som uppstår samt hur stor kopplingen till andra kablar blir. Därför skall kabelförläggningen utföras enligt följande principer:

- Jämn strömfördelning mellan kablarna av samma fas; detta innebär:
 - Lika långa kablar
 - Samma reaktans för kablarna genom symmetrisk förläggning av kraftkablar (cykling av fasledarna, t.ex. Kraftkabelhandboken från Ericsson)
- Att undvika parallellförläggning av kraft- och styrkablar och därmed kopplingen mellan dem
- Samförläggning av fram- och returledningar så långt som möjligt
- Symmetrisk anslutning av större komponenter så långt möjligt.

14.2 Jordning av kraftkablar med märkspänning över 1 kV

14.2.1 Utförande av skyddsjordningen

Skärmar till kablar med märkspänning över 1 kV skall jordas. Vid sluten skärm kan jordningen utföras i kabelns (-förbandets) ena eller båda ändar. Vid öppen skärm sker jordningen i änden där skärmarna är förbundna med varandra. Skärmens anslutning till jord eller returströmkrets skall ske genom kontaktpressning till en framdragen jordlina eller med en kontaktpressad kabelsko och skruvförband till stativ, kontaktledningsstolpe eller jordplint. Kabelskärmar till 3 kV och 36 kV enledarkablar skall dock alltid anslutas via en 50 mm² Cu-lina till S-räl alternativt jordplint.

Kommentar: Om skärmarna är förbundna med varandra i kabelns/kabelförbandets båda ändar och jordade i minst den ena änden kallas detta sluten skärm (Vid 1-fas: Skärmarna till utmatningskabeln och tillhörande återledningskabeln är förbundna med varandra). Om skärmarna är förbundna med varandra och jordade endast i kabelns/kabelförbandets ena ände kallas detta öppen skärm.

I ett kabelförband med sluten skärm uppstår en cirkulerande ström som ger upphov till förluster som i sin tur minskar kablarnas belastningsförmåga (ca 10 %). I ett kabelförband med öppen skärm induceras en spänning mellan skärm och jord. Det är därför viktigt att anslutningar och skärmar i den ojordade änden är beröringsskyddade och effektivt isolerade mot jord. Kabelskärmen skall även vara isolerad mot jord längs hela kabelsträckningen, dvs. manteln skall vara felfri. Då den inducerade spänningen är proportionell mot kabelns längd och belastning, kan spänningen anta höga värden, speciellt vid kortslutning.

Vid sluten skärm kopplas skärmarna för samma kabelförband ihop med korta ledningar i samma punkt. (3-fas, eller tur- och returförband vid 1-fas)

14.2.2 1-fas kabelförband

14.2.2.1 16,7 Hz kablar

I Trafikverkets järnvägsanläggningar skall skärmen i enledarkablar för 3 kV (returströmkrets) och 36 kV (15 kV matning) jordas i kabelns båda ändar. Kablarna jordas genom att deras skärmar ansluts till jord eller returströmkrets. Skärmar av utmatnings- och återgångskablar kopplas ihop med varandra där möjligt för att uppnå en sluten skärmkrets. Korta kablar förlagda mellan två kontaktledningsstolpar får jordas i endast en ände, t.ex. vid X-frånskiljare.

I matningsstationer skall även korta kablar jordas i kabelns båda ändar. Kablar och ledningar i omformarstationer tillhörande omriktaren (dvs. mellan A- och E-brytaren) jordas och skärmas dock enligt omriktarleverantörens anvisningar. Undantaget är kabelförbandet från omriktaren till E-brytaren som jordas i båda ändarna.

I de enledarkablar som idag används för återledning/tågvärme och kraftförsörjning/kontaktledning skall skärmen dimensioneras för att klara den högre cirkulerande strömmen.

14.2.2.2 Kablar och ledningar för frekvenser högre än grundtonen

Ledningsdragningen i mellanledet i en omriktare skall utformas enligt principen för samförläggning i den mån som det är möjligt. Ingår kablar i ledningsdragningen skall de utföras med sluten skärm där samförläggning är möjligt. Korta kablar får utföras med öppen skärm när samförläggning inte är möjlig.

14.2.3 3-fas kabelförband

14.2.3.1 3-ledarkablar

I Trafikverkets anläggningar skall skärmen i 3-ledarkablar jordas i kabelns båda ändar. Kablarna jordas genom att deras skärmar ansluts till jord eller returströmkrets. Korta kablar förlagda mellan två kontaktledningsstolpar får jordas i endast en ände, t.ex. vid broar.

14.2.3.2 Kabelförband för 3-fas med en eller flera parallella enledare per fas

För 3-fas kabelförband med flera parallella enledare per fas vid inmatning från kraftleverantörer till Trafikverkets kraftförsörjningsanläggningar bestäms valet av lämplig skärmanlutning genom överenskommelse mellan kraftleverantören och Trafikverket.

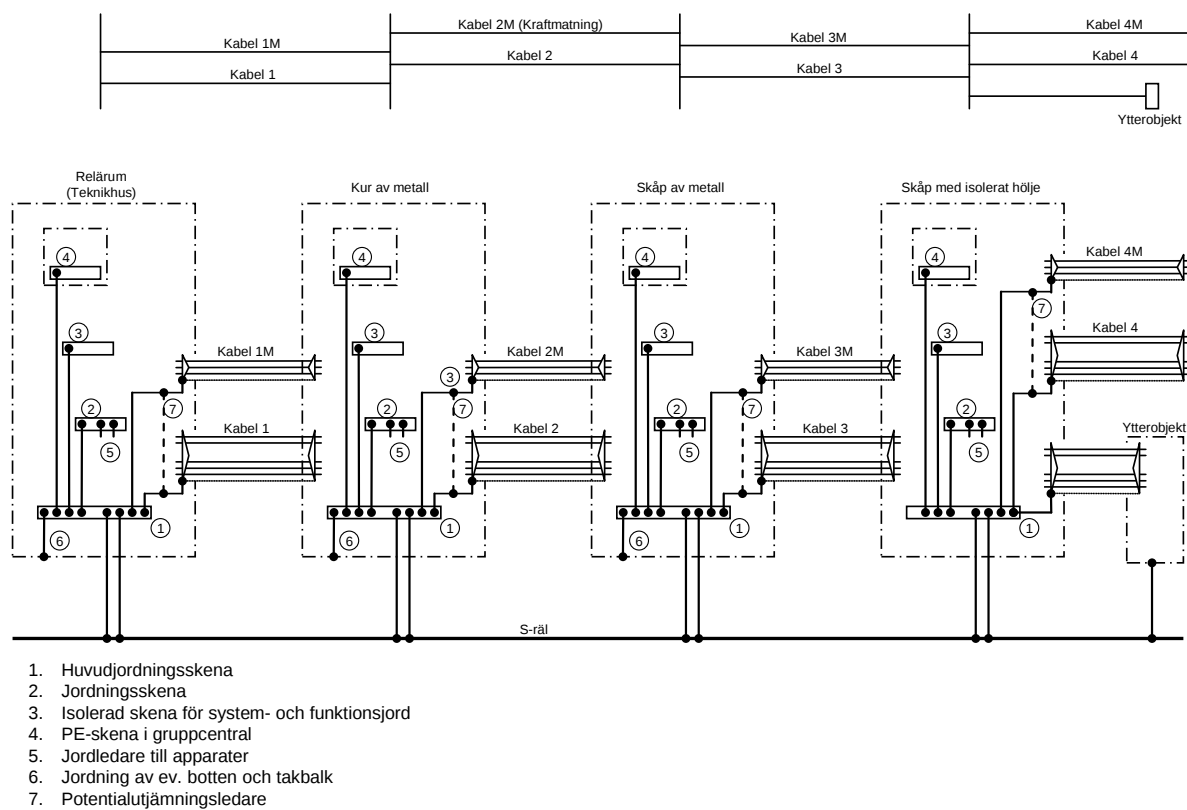
Andra kabelförband för trefas utförs generellt i triangelförläggning och dimensioneras för sluten skärmkrets. Detta inkluderar även kabelförbandet från A-brytaren till omriktaren.

14.3 Jordning av kraftkablar med märkspänning upp till 1 kV

Kraftkablar med märkspänning upp till 1 kV skall jordas i båda ändarna. Undantag se avsnitt 7.5 och 15.4.4.

14.4 Jordning av styrkablar

För styrkablar på samma lokala jord gäller generellt att skärmen ansluts i båda ändarna. Undantag från detta är mätkablar inomhus. Kablar som skulle koppla ihop olika lokala jordar, jordas endast i kabelns matande ände, till exempel styrkablar till fjärrstyrda fränskiljare. Den öppna sidan av skärmen utförs beröringsskyddad. Kablar för signalanläggningar se kapitel 15 och för teleanläggningar se kapitel 16.



Figur 14-1: Princip för jordning av kraft- och styrkablar längs banan

15 Jordning av signalanläggningar

15.1 Allmänt

Signalanläggningar uppdelas i denna standard i följande tre grupper:

- Inre objekt, dvs. den utrustning avsedd för signaltekniska ändamål som kan finnas i teknikhus, kiosker, kurar, skåp etc.
- Yttre objekt, dvs. utrustning avsedd för signaltekniska ändamål som är placerad i spårets omedelbara närhet. Observera att t.ex. ett skåp är ett yttre objekt medan innehållet i skåpet är inre objekt.
- Kablar som enbart är avsedda för signaltekniska ändamål.

Utöver jordning för att tillgodose kraven enligt starkströmsföreskrifterna behövs, beroende på vald teknisk lösning, jordning för att förhindra att överledningar i en krets medför att signaltekniska beroenden blir förbikopplade. Dessutom kan jordning krävas för att uppfylla EMC-krav etc. Jordning av apparater skall ske enligt de anvisningar som lämnas av leverantören. Om ett inre eller yttre objekt skall jordas eller inte beror på den tekniska lösningen, såvida inte starkströmsföreskrifterna kräver jordning.

När huvudjordningsskenan ansluts till S-rälen, skall anslutningen utföras minst med dubbla linor. Förbindelsen utgör en del av skyddsledaren och dimensioneras enligt avsnitt 7.2.2. För förläggning i mark och anslutning till S-räl gäller dock en area på minst 50 mm².

Kraftmatning av signalanläggningar utförs enligt principen som visas i Figur 12-3.

15.2 Jordning av inre objekt

15.2.1 Jordskenor

För att få en ändamålsenlig och överskådlig jordning av inre objekt skall jordskenor monteras i nödvändig omfattning. Dessa ansluts i sin tur med en ledare på minst 10 mm² till huvudjordningsskenan.

Varje uttags användning på en jordskena skall vara dokumenterad. På en jordskena får endast en anslutning per uttag förekomma.

15.2.2 Gruppcentral

Jordskenan i en gruppcentral förbinds med huvudjordningsskenan med en ledare på minst 10 mm². Om det finns flera gruppcentraler vid teknikhus, kiosker etc. skall huvudjordningsskenan anslutas enbart till den gruppcentral där den inkommande kraftmatningen är ansluten.

15.2.3 Förbindning av inre objekt

Inre objekt skall jordas genom att de ansluts till en jordskena. Om objektet matas från en gruppcentral skall det jordas i gruppcentralen via den matande kabelns PE-ledare.

För övriga inre objekt kan slingformig förbindning tillämpas. Vid en slingformig förbindning ansluts det första och sista objektet till jordskenan. Det andra objektet ansluts till det första objektet, det tredje till det andra osv. Ett inre objekt skall alltså ha två förbindelser till en och samma jordskena vid en slingformig förbindning. Se även Figur 15-1 på sidan 72.

När en slingformig förbindning väljs skall ledarna förläggas så nära varandra att några maskor inte uppstår eftersom dessa kan förorsaka störningar. Beroende på vald teknisk lösning kan jordning ske via kablage eller en-ledare eller en kombination av båda.

Jordning av ett inre objekt eller en konstruktionsdetalj behöver inte ske via en ledare om metallisk kontakt finns med ett jordat underlag. Med metallisk kontakt menas att en apparat eller en konstruktionsdetalj i och med fastsättningen har en tillförlitlig elektriskt ledande förbindning med underlaget.

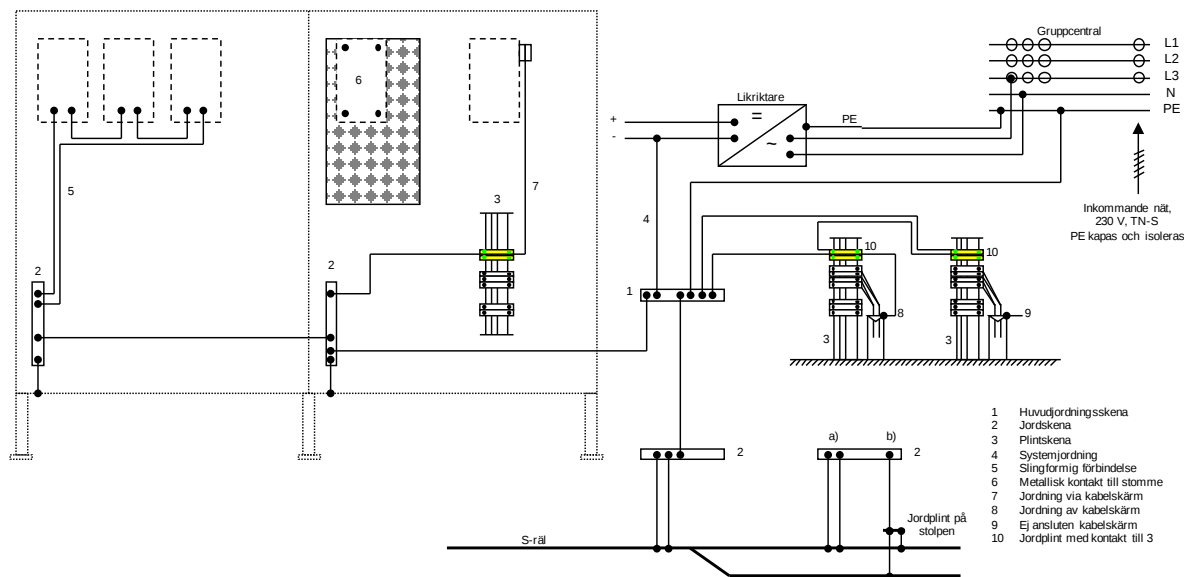
15.2.4 Jordning av matningskälla

När en matningskälla skall jordas skall det ske i endast en punkt och så nära matningskällan som möjligt. Jordningen skall ske med en separat ledare till matningskällans ena pol.

Kommentar: Syftet med jordningen är att förhindra att överledningar i en krets medför att signaltekniska beroenden blir bortkopplade

15.2.5 Stativ

Med stativ menas en ram på vilken inre objekt kan monteras och som i huvudsak har full takhöjd. Minst en jordskena skall finnas i ett stativ. Ett stativ som är elektriskt ledande skall jordas till en jordskena i stativet med en ledare på minst 10 mm².



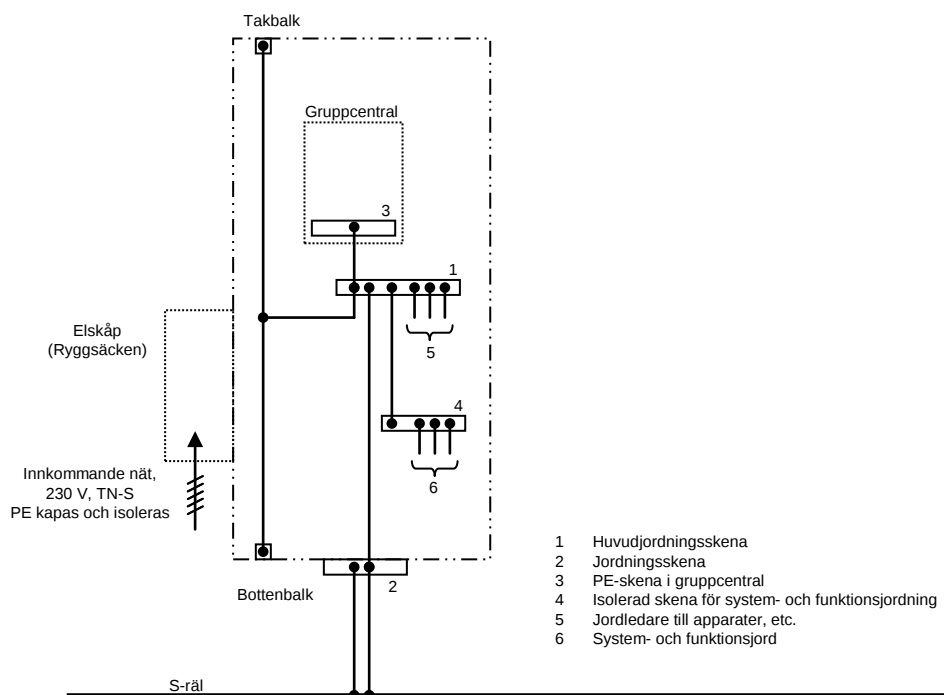
Figur 15-1: Princip för jordning av inre objekt för signaländamål

15.3 Jordning av yttre objekt

Yttre objekt inom kontaktledningsområdet skall skyddsjordas till S-räl eller annan del av järnvägens returströmkrets med en minimiarea enligt 8.3.

Huvudjordningsskenan skall anslutas till järnvägens returströmkrets. Markförlagda ledare samt anslutningen till S-räl utförs dubblerad. Se vidare avsnitt 7.1 och 8.5.4.

Principritning på jordning av yttre objekt visas i Figur 15-2.



Figur 15-2: Princip för jordning av yttre objekt för signaländamål

Oelektrifierad bana

Om ett yttre objekt på en oelektrifierad bana skall jordas, skall det ske via den kabel som det yttre objektet är anslutet med. Någon jordning till räl får inte förekomma.

15.4 Jordning av kabelskärmar

15.4.1 Jordning av linjekabel med isolerad yttermantel

Jordning av kabelskärmen skall ske i kabelns ändar på något av följande sätt:

- anslutning till mellanortskabelns skärm
- anslutning till ett separat jordtag.

Jordning skall finnas vid minst var 1600:e meter. Kabelskärmen får inte förbindas med S-rälen.

15.4.2 Jordning av linjekabel med ledande yttermantel

Kabelns skärm och hölje jordas kontinuerligt genom att manteln är elektriskt ledande. Vid kurar, kiosker etc. skall samtliga linjekablars skärmar förbindas med varandra. På så sätt erhålls ett separat sammanhängande jordsystem. Kabelskärmen får inte förbindas med S-rälen. Den får dock anslutas till mellanortskabelns skärm. Kabeln får inte läggas i kabelränna.

15.4.3 Jordning av slingkabeln för signalställverk

Slingkabeln utförs med öppen skärm. Det vill säga en sida jordas till S-rälen och den andra sidan är öppen och skyddas med överspänningsskydd.

15.4.4 Övriga kablar

På en oelektrifierad bana skall kabelskärmen på en kabel mellan två yttre objekt vara jordad i minst en ände.

På en elektrifierad bana skall kabelskärmen på en kabel mellan två yttre objekt vara jordad i endast en ände. Krav på överspänningsskydd framgår av BVS 560.3101 [13].



Kommentar: Sker anslutning i båda ändarna finns risk att banströmmar vid rälsbrott förs in i kabeln.

En plintskena för montage av kopplingsklämmor avsedda för anslutning av en kabels ledare får utnyttjas som jordledare om dess tekniska prestanda medger det. Plintskenan skall vara jordad enligt samma princip som ett inre objekt.

Kommentar: Avsikten med denna särjordning är att förhindra att ström från tågdriften och andra högspänningsnät, går genom telekabelns mantel och ger upphov till störningar i teleanläggningen. Genom att kabeln förbinds med jordtag reduceras farliga, skadliga och störande spänningar och strömmar i kabeln på grund av induktion. Den ström som induceras i manteln och avleds till jord motverkar de primärt inducerade spänningar och strömmar i kabelledarna. Metallmantlad mellanortskabel utan isolerande hölje (yttermantel av plast) som ligger i marken, behöver i regel inte anslutas med separata jordtag eftersom den kontinuerligt har ledande förbindelse med marken.

Mellanorts- och linjekablar skall föras in i nära anslutning till övriga kablers (S-rälsjordad skärm) intagspunkt men hållas isolerade från dessa. En särskild isolerad och beröringsskyddad T-jordsplint anordnas invid kabelintaget.

Kablar med ledande mantel skall vara försedda med plasthölje eller isoleras med plastslang, som skall börja minst en meter utanför kabelintaget.

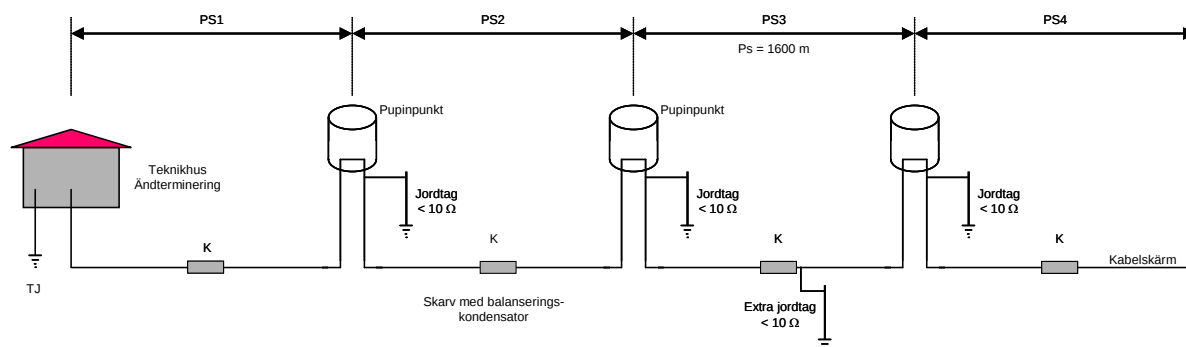
En transparent plastisolerad Cu-lina min 25 mm² skall kopplas till kabelskärmen på lämpligt sätt (under eventuell isolerpropp) och anslutas till T-jordtagsplinten. Om flera kablar finns intagna, ansluts linorna till samma jordtagsplint. Varje jordlina skall vara försedd med märkning som anger från vilken kabel den kommer. Jordlinorna skall vara så korta som möjligt.

16.3.2 Jordning av avgreningskablar

Avgreningskabeln skall jordas till mellanorts- eller linjekabelns skärm och läggas upp i andra änden på en isolerad plint, till exempel i ett signalskåp.

16.3.3 Jordning av plastmantlade kablar och kablar med ledande mantel i kabelränna

Skärmar till plastmantlade kablar och kablar med ledande mantel i kabelrännor skall försees med jordtag var 1600:e meter eller i varje pupinpunkt (PP). Avståndet mellan två jordtag får aldrig överstiga pupinsektionslängden (PS), se Figur 16-2. Jordtagens resistans skall om möjligt vara mindre än 10 Ω. Om man inte får godkänt värde på ett jordtag vid en pupinpunkt skall extra jordtag göras på ömse sidor om pupinpunkten. Om markförhållanden eller geografisk inverkan (t.ex. grunda markförhållanden eller tunnlar) inte medger att man anlägger ett jordtag, kan jordtaget flyttas till en annan plats utefter kabelsträckningen, exempelvis till en skarv.



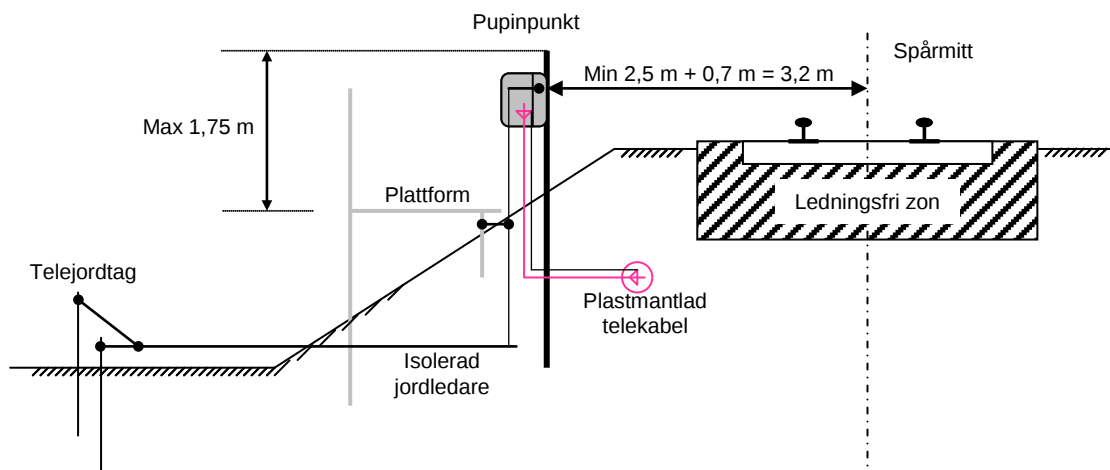
Figur 16-2: Jordning av kabelskärm i plastmantlade kablar och kablar i kabelränna

16.3.4 Jordning av pupinpunkt alternativt teleavgrening på plastmantlad kabel vid elektrifierad bana

Figur 16-3 visar hur en pupinpunkt ovan jord, teleavgreningsstolpe och eventuell plattform av metall som inte jordas till S-räl skall placeras.

Stolpar och eventuella plattformar/plattformar placeras minst 2,5 m från närmaste S-rälsjordade föremål. Jordning av stolpar och eventuella plattformar/plattformar skall ske genom jordtag för kommunikationskabel. Jordning till S-räl eller returströmkrets utförs inte.

Telejordtag anordnas så, att avståndet till S-räljordtag (t.ex. kontaktledningsstolpe) blir så långt som det praktiskt är möjligt.



Figur 16-3: Princip för jordning av pupinpunkt, avgreningskabel och eventuell plattform

16.4 Lokala kommunikationskablar

16.4.1 Allmänt

Lokala kommunikationskablar förekommer inom stationsområden och på linjen, för anslutning av objekt direkt eller via mellanortskablar till telesystemen. Kablarna är i allmänhet skärmade, trådarmerade och plastmantlade.

16.4.2 Jordning av skärmar och metallarmering

Lokala kommunikationskablers skärmar och metallarmeringar på elektrifierade linjer skall jordas endast i den matande änden och till den jord som den matade utrustningen eller kabeln har. Då det matade objektet är jordat till samma punkt i S-rälen (returströmkrets) som matande objekt, jordas skärmarna och metallarmering i båda ändarna. På oelektrifierade linjer skall kablar (ej kabeln förstås utan de andra rätta grejorna) jordas i båda ändarna.

En lokal kabel mellan ett teknikhus och en radioanläggning som kraftmatas från teknikhuset och därmed blir ansluten till samma punkt på S-rälen (returströmkrets) som teknikhuset, skall jordas i båda ändarna.

16.5 Jordning av detektoranläggningar

Detektoranläggningar jordas enligt samma principer som tele- och signalanläggningar.

17 Jordning av radioanläggningar

17.1 Allmänt

Radioanläggningar är mer utsatta för åska än andra anläggningar p.g.a. deras master. Åskskyddet skall byggas med det zontänkande som finns beskrivet i BVH 510.13001. För åskskyddets funktion är de beskrivna jordningsförbindningarna viktigare än att tillhörande jordtag har ett visst högsta värde.

Radiomaster och teknikutrymmen för radioanläggningar anordnas utanför kontaktledningsområdet.

17.2 Kraftmatning av radioanläggningar

17.2.1 Allmänt

Intagsskåp placeras, om möjligt, under intagsplåten för antennkablarna för att få kortast möjliga förbindelse mellan intagsplåt och intagsskåp. Detta gäller inte helsvetsade teknikhus.

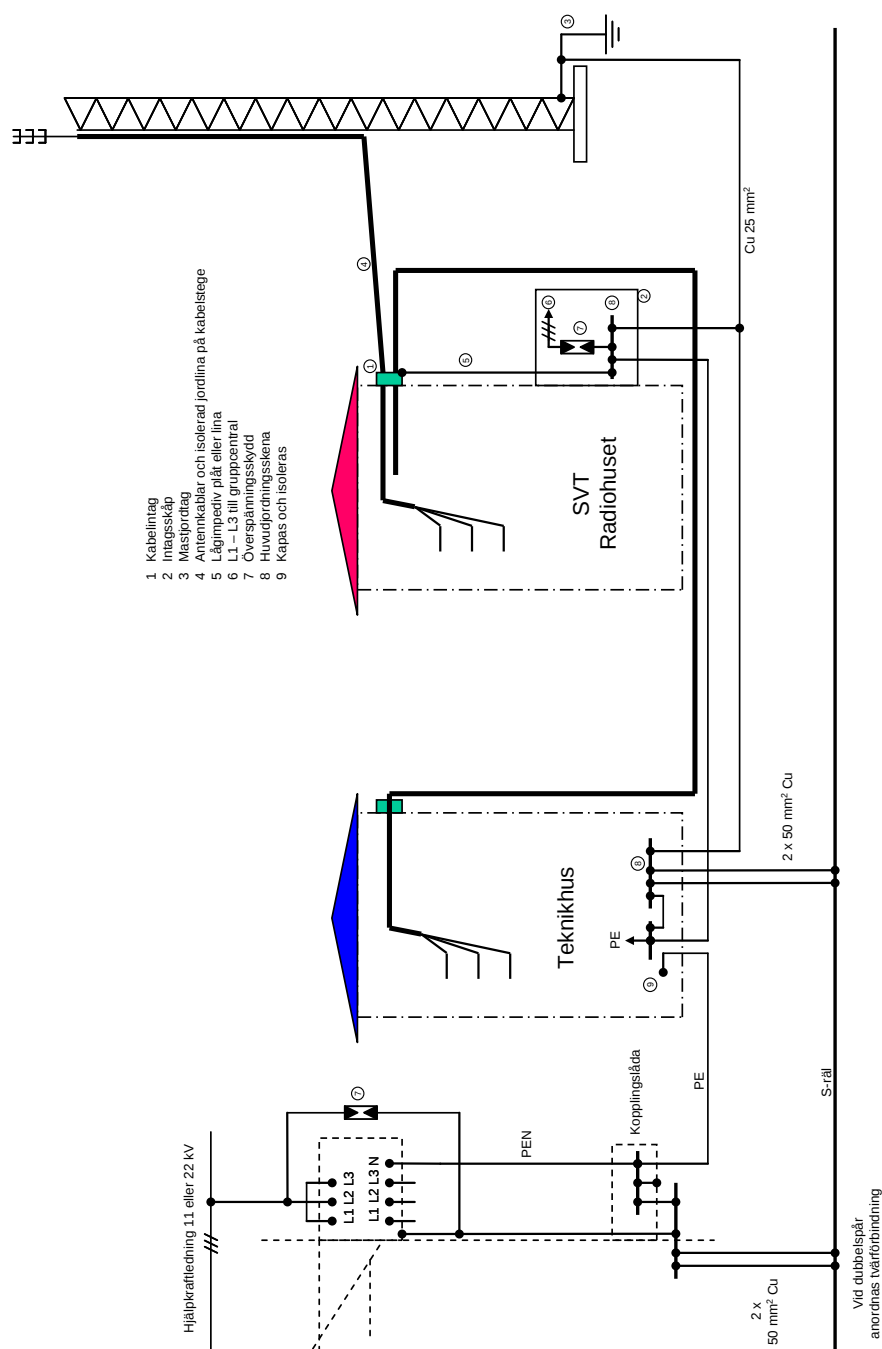
Intagsskåpet placeras utvändigt på en kioskvägg. Till jordskenan ansluts PE-ledaren från gruppcentralen, kioskens metallstomme och eventuella skärmar samt inre ringledare och intagsplåt. Intagsplåten fungerar som motvikt och anslutningspunkt för kabelskärmar. Inkommande fasmatning och övriga kablar där överspänning kan uppstå, förses med överspänningsskydd till jordskenan.

17.2.2 Radioanläggning med kraftmatning från BV hjälpkraft

Finns det en koaxialkabel mellan teknikhuset och radiohuset, så måste de jordas i samma punkt, se Figur 17-1.

Matning från TRV hjälpkraft utförs enligt avsnitt 12.2.2.

Om det är lämpligt att ansluta teknikhuset och hjälpkraftstransformatorn i samma punkt behöver PE-ledaren inte kapas och isoleras.



Figur 17-1: Princip vid matning från BV hjälpkraft, yttre kopplingar

Om jordning till S-rälen (returströmkrets) krävs, skall den göras i samma punkt som kraftmatningen till radioanläggningars teknikutrymme.

Om en radioanläggning matas från en transformator på linjen skall transformatorstolpen och antennmasten sammanbindas med en separat lina, se Figur 17-2.

Jordledarens avstånd till en metallmantlad kommunikationskabel får ingenstans understiga 0,5 m. Vid korsning med en kommunikationskabel skall jordledaren isoleras.

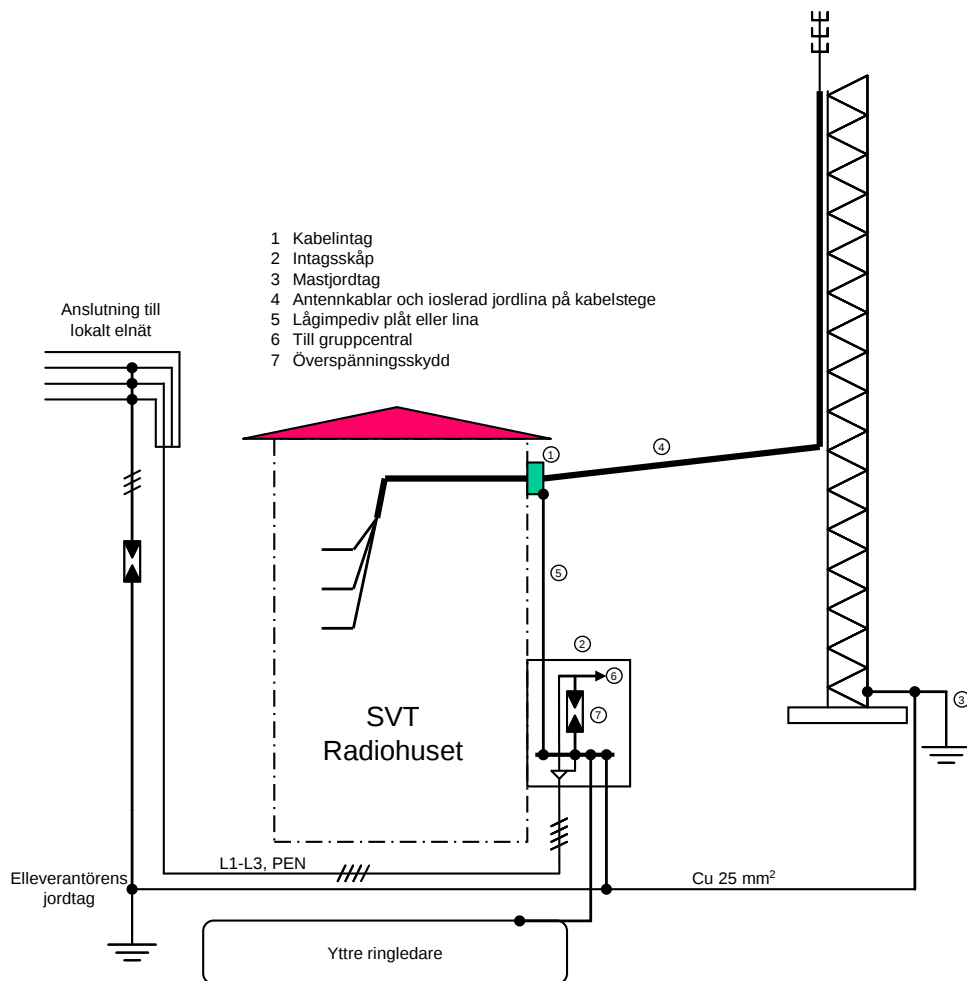
Om en radioanläggning matas från ett teknikhus skall en jordlina på minst 25 mm² Cu förbinda respektive byggnads huvudjordningsskena.

17.2.3 Radioanläggning med kraftmatning från lokalt elnät

Vid kraftmatning från ortsnät via luftledning skall inkommande näts PEN- eller PE-ledare sammankopplas med anläggningens jordtag via en separat jordförlagd lina mellan inmatningsstolpen och antennmasten. Linan skall följa kraftkabeln till dess upptag ur marken invid radioanläggningens teknikutrymme. Där skall linan avgränsas och tillsammans med kabeln tas in till ett skåp på teknikhusets utsida eller i en nisch i teknikhuset.

Ventilavledare och separat jordtag för dessa och för PEN-ledaren bör finnas vid inmatningsstolpen. Ventilavledarna anordnas på begäran av elleverantören, se Figur 17-2.

Om radioanläggningen befinner sig närmare än 25 m från järnvägen (närmaste spårmitt) utreds behovet av mellantransformatorn vid matning från lokalt elnät enligt avsnitt 12.3.



Figur 17-2: Jordningsprincip vid matning av radioanläggningar från ortsnät, yttre kopplingar

17.3 Intag för antennkablar

Antennkablarnas skärm skall anslutas 360° till ett jordat kabelintag. Kabelintagen skall ha effektiv elektrisk kontakt med teknikhusets plåtbeklädnad och huvudjordningsskena.

17.4 Radioantenners konstruktion

Antenner i masten skall vara så konstruerade att det strålände elementet är likströmsmässigt jordat till kabelskärmen.

17.5 Inkommande teleledningar till radioanläggningar

17.5.1 Anläggningar som inte är S-rälsjordade

Inkommande huvud- och mellanortskablar och övriga kablar som inte är S-rälsjordade skall liksom antennkablar föras in genom kabelintaget. Överspänningsskydd skall monteras på kabelns ledare intill kabelintaget. Vid helsvetsade hus kan hela husplåten betraktas som kabelintag.

17.5.2 S-rälsjordade anläggningar på linjen

Installation av huvud- och mellanortskablar skall utföras enligt Figur 20-1 på sidan 86. Övriga kablares skärmar skall inte tas in i anläggningen. Ledarna förses med överspänningsskydd som kopplas till kabelintaget.

17.5.3 S-rälsjordade anläggningar som matas från teknikhus på station

Det skall finnas en jordlina mellan teknikhus och radioanläggningens teknikutrymme enligt kapitel 17.2.2. Huvud- och mellanortskablar är inte aktuella. Lokala kablar jordas i husens kabelintag.

17.6 Kabelförläggning och jordförbindningar i radioanläggningar

Kablarna förläggs i jordade kabelrännor av metall. Apparatstativ och chassin i apparatstativen ansluts till dessa rännor. Strömförsörjningsanläggningen jordas i princip i tillämpliga delar enligt Figur 16-1 på sidan 75.

17.7 Jordtag för radiomast

En ringledare skall förläggas ca 0,5 m utanför mastfundamentet. Den skall anslutas till masten med minst två separata linor. Jordtag skall där det är möjligt utföras som djupjordtag. Se Figur 17-3.

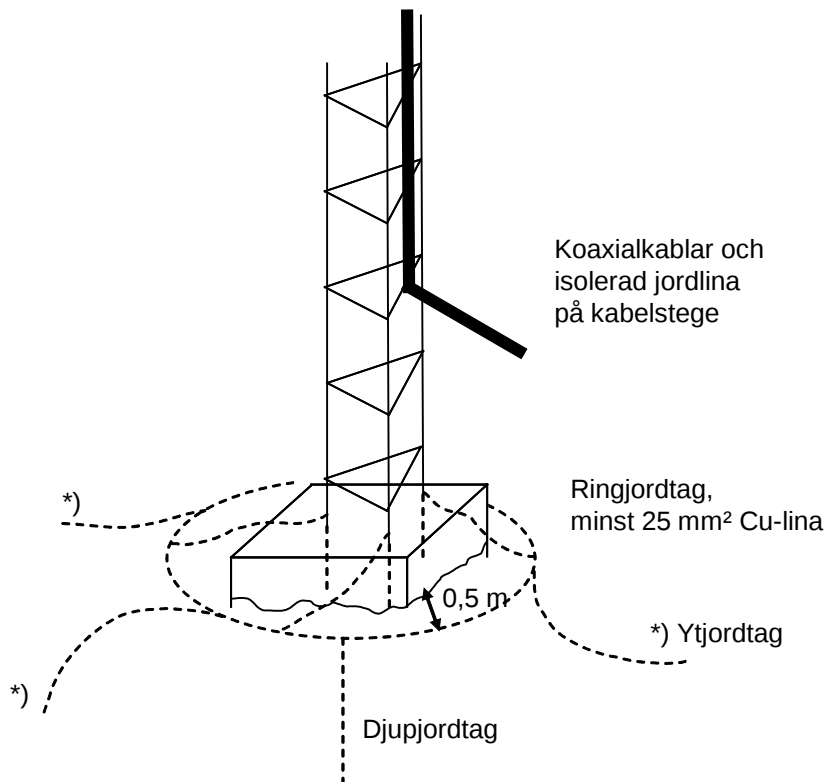
Om jordtaget tillsammans med mastfundament, ringledare och utjämningslina till inmatningsstolpen (men utan elleverantörens jordtag) resulterar i högst 20 Ω övergångsresistans till sann jord, krävs inte djupare neddrivning eller ytterligare jordtag.

Kan värdet på 20 Ω inte uppnås, skall jordningsanläggningen kompletteras med maximalt åtta ytterligare djupjordtag på ett avstånd av minst 5 m till radiomasten.

Om djupjordtag inte kan anordnas i mastens närhet, skall i stället ett stråljordtag utföras. Det skall bestå av minst 3 linor som utgår från en ringledare med så symmetrisk inbördes fördelning som möjligt och om möjligt på minst 0,5 m djup.

Vid grunda markförhållanden får ett visst avsteg från den symmetriska förläggningen göras om det förbättrar möjligheten till god jordtäckning över linorna. På berg bör linornas antal utökas. Saknas möjlighet till god jordtäckning, skall linorna förankras till berget.

Längden per lina skall inte överstiga 50 m. Flera linor än 6 skall inte läggas ut. Dessa skall vara jämnt fördelade över markytan.



Figur 17-3: Jordningsprincip för radiomast

17.8 Varningsljus i radiomaster

Varningsljus i master matas från gruppcentralen via kabelintaget där kabelskärmen och skyddsledaren ansluts till samlingsskenan för jordanslutningar. Fas- och neutralledare ansluts till en ventilavledare.

18 Jordning av radioanläggningar i tunnlar

18.1 Allmänt

För att få radiotäckning i tunnlar installeras oftast som antenn en så kallad läckande antennkabel genom hela tunneln. Kabeln matas av radiosändare som är placerade i teknikhus vid tunnelmynningen. Mellanförstärkare på kabeln kan förekomma eller förberedas. Sådana förstärkare placeras i teknikhus eller skåp i tunneln.

18.2 Jordning av radioutrustning i tunnlar

Teknikhus och skåp jordas till returströmkretsen. Kapitlet 17.2 till 17.6 gäller i tillämpliga delar. Den läckande antennkabeln tas in i teknikhus eller skåp via kabelintag enligt Figur 17-1 och Figur 17-2.

18.3 Åtgärder för att reducera traktionsströmmar och spänningar i läckande antennkablar

Då kabelskärmen ansluts till returströmkretsen på flera ställen kommer ström att flyta genom skärmen. Vid avbrott i skärmen kan farliga spänningar uppstå vid avbrottet. Detta kan inträffa vid normal drift och framförallt vid rälsbrott.

Följande åtgärder skall vidtas:

1. Vid enkelspår:

En 120 mm² Cu-lina skall läggas mellan teknikhusen i respektive tunnelände.

- Cu-linan skall anslutas till S-rälen i samma punkter som radiokioskerna och skåpen.
- Cu-linan skall även vara ansluten på minst var 300:e meter till S-rälen.
- Cu-linan kan vara den lina som förläggs för att jorda övrig utrustning i tunneln.

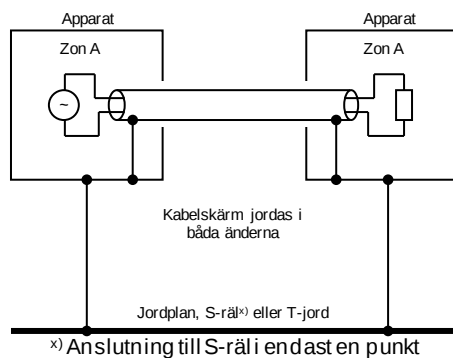
2. Vid dubbelspår:

- Radiokiosker och skåp skall vara anslutna till S-rälen.
- Båda S-rälerna skall vara anslutna till varandra vid tunneländarna och på minst var 300:e meter. Se även kapitel 9.13.2.3 på sidan 41.

19 Förläggning av kablar

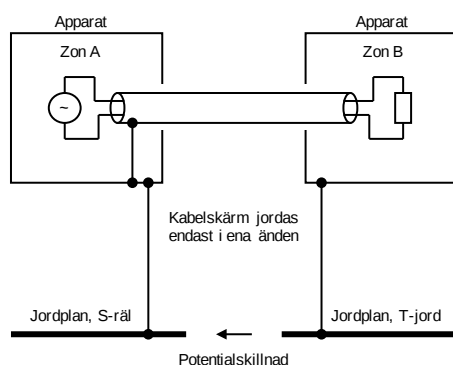
19.1 Allmänt

Kabelskärmar mellan objekt som är jordade till samma jord, skall jordas i båda ändarna. Se Figur 19-1.



Figur 19-1: Gemensamt jordplan - S-räl eller T-jord.

Kabelskärmar till objekt med olika lokala jordar skall endast jordas i ena änden. Se Figur 19-2.



Figur 19-2: Olika jordplan - S-räl eller T-jord

19.2 Mellanorts- och linjekablar

Förläggning av mellanorts- och linjekablar skall utföras så att

- de inte kan komma i kontakt med andra jordsystem
- otillåtna störningar från elkraftsystem inte uppstår.

19.3 Förläggning utomhus

19.3.1 Allmänt

Kablar med ledande mantel skall förläggas så att de inte kan komma i kontakt med andra kablar med ledande mantel eller oisolerade ledare. Om det finns risk för metallisk kontakt skall isolationsåtgärder vidtas.

19.3.2 Förläggning på S-rälsjordade konstruktioner

Mellanorts- och linjekablar med ledande mantel skall vid förläggning på S-rälsjordade konstruktioner och armerade betongkonstruktioner vara isolerade. De får inte förläggas på kontaktledningsstolpar.

19.3.3 Förläggning i samma kabelgrav eller kabelränna

Vid förläggning i samma kabelränna eller kabelgrav skall varje kabelmantel vara isolerande, eller isolerad genom förläggning i plastslang.

19.3.4 Parallellföringar av BV kommunikationskabel med starkströmskablar och andra S-rälsanslutna ledningar

19.3.4.1 Allmänt

Kommunikationskablar kan störas över tillåtna gränser av närliggande parallella starkströmsledningar. Kommunikationskablar skall förläggas så att avstånden till kontakt- och återledning blir ungefär lika. Normalt är avstånden till dessa högspänningsledningar relativt stort och induktionen är måttlig. I vissa fall måste högspänningskablar läggas i närheten (mindre än 2 m avstånd) av kommunikationskablar. Då gäller nedanstående:

19.3.4.2 Parallellföring av TRV kommunikationskabel med TRV enfas kraftkabel med märkspänning över 1 kV.

Parallellföring av TRV kommunikationskabel med TRV enfas kraftkabel med märkspänning över 1 kV tillåts om:

- parallellföringen uppgår till max 1 km och
- kablarna förläggs med minst 0,5 m avstånd från varandra vid fri förläggning. Då kablarna förläggs i en kabelränna skall de placeras i kabelrännans botten, i var sin ränna eller åtskilda med en betongvägg.

19.3.4.3 Parallellföring av TRV kommunikationskabel med TRV 3-fas kraftkabel med märkspänning över 1 kV

Parallellföring av TRV kommunikationskabel med TRV 3-fas kraftkabel med märkspänning över 1 kV tillåts om:

- parallellföringen uppgår till max 5 km och
- kablarna förläggs med minst 0,5 m avstånd från varandra vid fri förläggning. Då kablarna förläggs i en kabelränna skall de placeras i kabelrännans botten, i var sin ränna eller åtskilda med en betongvägg.

19.3.4.4 Parallellföring av TRV kommunikationskabel med främmande 3-fas kraftkabel med märkspänning över 1 kV

Parallellföring av TRV kommunikationskabel med främmande 3-fas kraftkabel med märkspänning över 1 kV tillåts om:

- parallellföringslängden uppgår till max 1 km,
- starkströmskablen jordfelsström uppgår till max 500 A,
- min 3 meters inbördes avstånd mellan kablarna och
- starkströmskabeln inte är ansluten via kabelskärm till stationsjord med direktjordad transformatornollpunkt i system för 132 kV, 220 kV eller 400 kV.

19.3.4.5 Blanka drift- och skyddsjordledare

Kommunikationskablar skall vid parallellföring med blanka drift- och skyddsjordledare förläggas på minst 0,5 meters avstånd från dessa. Kommunikationskablar med halvledande mantel isoleras från sådana ledare genom förläggning i plastslang.

19.3.4.6 Övriga fall av parallellföring mellan TRV kommunikationskabel och starkströmskablar eller kraftledningar

Övriga fall av parallellföring mellan TRV kommunikationskabel och egna eller främmande starkströmskablar eller kraftledningar utreds av Elkraftenheten.

19.3.5 Kommunikationskablar med ledande eller halvledande mantel i förhållande till främmande jordtag

Om avståndet mellan kommunikationskabeln och kontaktledningsfundamentet understiger 0,5 m, skall kommunikationskabeln isoleras mot jord på 1 m längd. Isoleringen skall anordnas symmetriskt i förhållande till kontaktledningsfundamentet. Samma resonemang gäller även andra jordtag, som är anslutna till ett annat jordsystem än telejorden.

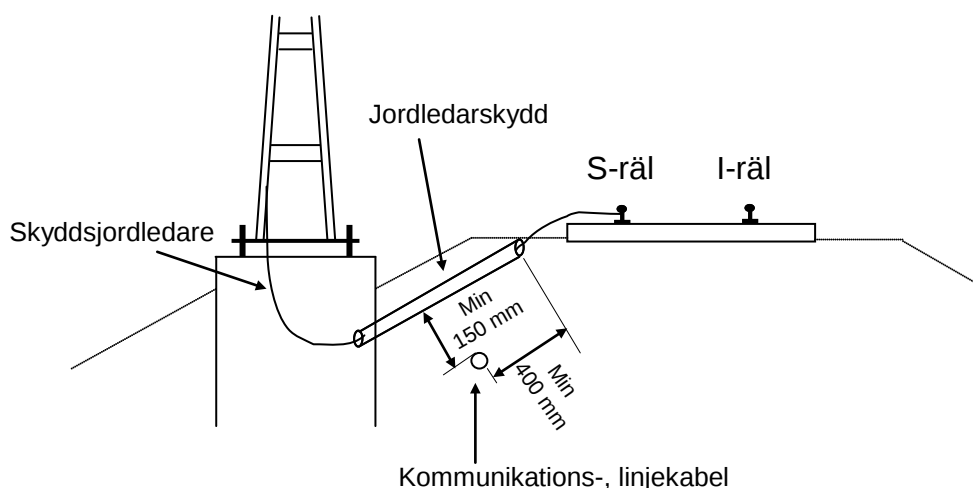
19.3.6 Korsningar mellan kommunikationskablar och högspänningskablar

Kommunikationskablar som korsar högspänningskablar förläggs i ett plan ovanför högspänningskabeln. Det vertikala avståndet skall vara minst 0,3 m. Såväl högspänningskablar som kommunikationskablar isoleras med plastslang en meter på ömse sidor om korsningspunkten.

Detta behövs inte för kablar med ytterhölje av plast.

19.3.7 Korsning mellan kommunikationskabel och drift- eller skyddsjordledare

Kommunikationskablar som korsar drift- eller skyddsjordledare skyddas med jordledarskydd. Se Figur 19-3.



Figur 19-3: Framdragning av skyddsjordledare mellan S-räl och stolpe

20 Överspänningsskydd

20.1 Kraftmatning

Se BVS 560.3101 Årskyddsåtgärder för kraftmatning.

20.2 Kommunikationskablar

20.2.1 Allmänt

För att skydda personer och material mot överspänningar skall överspänningsskydd kopplas in mellan ledare och kabelskärm på utsatta sträckor. Skydden placeras i huvudsak i tekniklokaler (t.ex. teknikhus eller signalkåp).

Om det vid beräkningar konstateras att otillåtna spänningar induceras i Trafikverkets kablar vid jordfel i kraftledningarna, skall överspänningsskydd installeras. När äldre kablar byts mot nya skall överspänningsskydd installeras om de funnits på de äldre kablarna. Då nya kablar projekteras skall behovet av skydd utredas. Utredningen skall göras i samråd med förvaltningsenheten för signalställverk.

Linjeblockparets avgreningsboxar skadas ofta vid spårledningsupptag på vissa linjesträckor. Detta medför trafikstörningar och kostsamma reparationer. Överspänningsskydd rekommenderas i avgreningskabelns ändterminering.

20.2.2 Tekniskt utförande

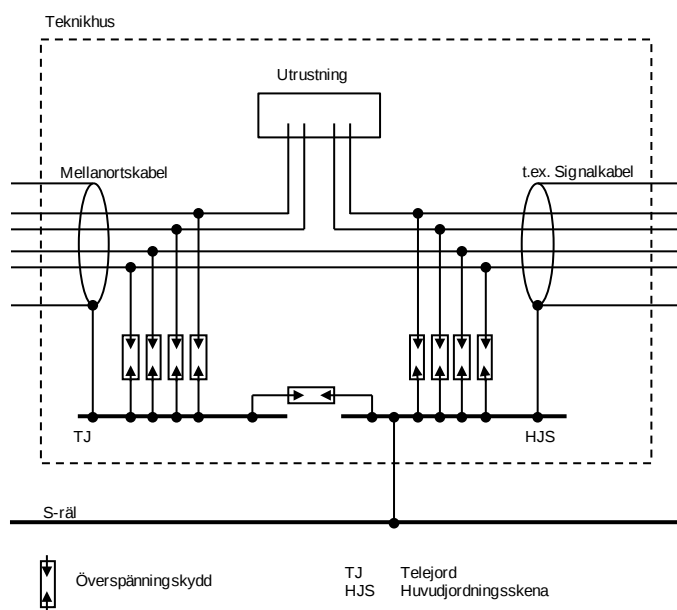
Överspänningar på mellanorts- och linjekabeln skall avledas till telekabelmantelns jord, T-jord. Överspänningsskydden dimensioneras för en tändspänning på 350 V (absolutvärde) och skall tåla en ström av 20 kA vid 8/20 μ S stigtid. Skydden placeras i direkt anslutning till kabelns ändterminering. Montageanordningen för överspänningsskydd skall vara isolerad från S-rälen.

Överspänningsskyddens montageanordningar skall jordas till T-jordplint. Jordningen skall göras med transparent plastisolerad 10 mm² Cu-lina.

Om det behövs kabling för anslutningen av överspänningsskyddet i befintliga anläggningar, skall den utföras med skärmad kabel och så kort som möjligt. Skärmen jordas till överspänningsskyddens montageanordningar och T-jord.

Kablingen mellan överspänningsskydd och mellankoppling alternativt S-jordat stativ skall utföras med skärmad kabel. Skärmen jordas i ena änden till den S-rälsanslutna utrustningen. Principen för anslutning av kabelskärmar i anläggningar med både T-jord och S-räl framgår av Figur 20-1.

För att begränsa sådana spänningsskillnader skall S-rälsanslutna intagsplåtar och T-jord förbindas med ett överspänningsskydd med 350 V tändspänning. För att få en godtagbar spänningsutjämning vid transienter bör ledningen mellan en T-jordad intagsplåt och en S-rälsansluten intagsplåt inte överstiga 10 cm.



Figur 20-1: Princip för jordning av kabelskärmar och överspänningsskydd

20.3 Överspänningsskydd på lokala kommunikationskablar

Lokala kommunikationskablar som terminerar i teknikhus skall förses med överspänningsskydd. Skydden ansluts till kabelskärmen i ändtermineringen.

Överspänningsskydden dimensioneras för en tändspänning på 350 V och skall tåla en ström av 20 kA vid 8/20 μ S stigtid.

20.4 Kontroll av överspänningsskydd

Skydden skall enligt Telestörningsnämndens rekommendationer [21] kontrolleras vart 4:e år, såvida inte särskilda förhållanden kräver tätare eller extra kontroller.

Extra kontroller kan behövas om förvaltaren rapporterar om inträffat jordfel på angränsande elkraftanläggning. Kontroller kan också behövas vid ökad risk för skador från åska.

21 Förutsättningar

21.1 Inledning

Kapitlet redovisar vilka förutsättningar som använts vid framtagandet av denna standard.

21.2 Strömmar

21.2.1 Kortslutningsströmmar

I Trafikverkets 15 kV kontaktledningsnät hålls kortslutningsströmmen genom driftåtgärder normalt lägre än:

- max kortslutningsström 25 kA

I Tabell 21-1 visas de högsta kortslutningsströmmarna 2011 utan begränsningar genom driftåtgärder. Beräkningen visar att kortslutningsströmmarna normalt ligger under 20 kA i hela landet.

Kommentar: Kortslutningsvärdena skall inte betraktas som statiska utan de förändras med olika förutsättningar i nätet.

Tabell 21-1: Maximala kortslutningsströmmar i Trafikverkets 15 kV kontaktledningsnät

	Plats	Belopp		Vinkel	
FEL_HGV	Häggvik	27,00 kA		-62,7	DEG
FEL_SO	Solna	21,90 kA		-50,6	DEG
FEL_MOG	Mogrinda	20,61 kA		-62,1	DEG
FEL_ÄS	Älvsjö	19,52 kA		-46,7	DEG
FEL_TÄL	Hallsberg, Tälle	18,19 kA		-58,7	DEG
FEL_ÄG	Änge	17,12 kA		-57,8	DEG
FEL_FV	Frövi	16,07 kA		-70,2	DEG
FEL_BLG	Borlänge	15,39 kA		-60,8	DEG
FEL_OSA	Odensala	14,23 kA		-63,7	DEG

Källa: 0014-60.xls

Fram tills Häggviks nya omformarstation är i drift (beräknad under 2011) gäller följande värden för:

Häggvik	29,3 kA	-71°
Solna	23,5 kA	-54°

21.2.2 Driftströmmar

Genom överströmsskyddet i linjefacket begränsas normalt linjeströmmen till maximalt 1350 A, beroende på vilken räckvidd som överströmsskyddet skall ha.

Max tågström:

- RC-lok: 475 A för ett RC-lok. Multipelkörning upp till tre RC-lok förekommer
- IORE: 840 A under pådrag, vid återmatning upp till 1200 A vid låg effektfaktor

Tabell 21-2: Tågströmmar för olika tågvikter och lokkonfigurationer

	Dubbel-RC	Trippel-RC	
	2400 t	3200 t	3600 t
	Tågström [A]		
5 min	700	900	1000
1 min	900	1200	1350
0,5 min	900	1200	1350

Källa: 0014-27-b1.xls

Tabell 21-2 visar ungefärliga maximala tågströmmar som förekommer utgående från en mätning (referens 0014-59) på ett 3200 t tåg. Helt ovetenskapligt har värdena för 2400 t räknats fram som 3/4

av 3200 t. Detta innebär för ett tåg med trippel RC och 3600 t vagnsvikt värdena som finns i sista kolumnen. Värdena räknas fram som 1,5 gånger värdena för 2400 t. Viss avrundning förekommer.

Tabell 21-3: Dimensionerande belastningsströmmar för BV's autotransformatorer

S	Ur	[min]	Belastning			
			Ström i mellanuttag			
			39	15	5	1
			39	54	59	60
[MVA]	[kV]		100%	150%	200%	300%
			[kA]	[kA]	[kA]	[kA]
5	16,5		0,303	0,455	0,606	0,909
3	16,5		0,182	0,273	0,364	0,545

Källa: 0014-27-b1.xls

I Tabell 21-4 sammanställs de dimensionerande tiderna och strömmarna för olika driftjordförbindningar. 5 minuter motsvarar en tågpassage i ett BT-fönster med en tänkt hastighet på 60 km/h.

Tabell 21-4: Strömmar och tider för olika driftjordförbindningar

	Tvärförbindning	Z-förbindning	Driftjordpunkt	Matningsstation	Autotrafo
Begynnelse-temp	35				
Sluttemp vid avbrott i en ledare	90	90	90	65	90
Värmeövergångstal	20 W/m ² /K				
Tågström 5 min	-	-	900	900	606
Tågström 1 min	600	-	1200	1200	909
Tågström 2,5 min	-	900	-	-	-
Tågström 0,5 min	900	1200	-	-	-

Källa: 0014-59.xls

Kommentar: Tabell 21-4 baserar på mätningar med trippel-RC-lok och 3200 t tåg eller ett malmtåg med IORE-loket.

21.3 Ledartemperaturer

Begynnelse-temperatur för obelastade ledare:

- utomhus 35 °C
- inomhus 25 °C

Tillåten sluttemperatur under driftförhållanden (= begynnelse-temperaturen för felförhållanden) för blank ledare:

- ej kabelstråk 90 °C
- förlagd i kabelstråk 65 °C

Tillåten sluttemperatur under kortslutningsförhållanden för blank ledare:

- ej kabelstråk 300 °C
- förlagd i kabelstråk 160 °C

22 Hjälpmedel och referenser

22.1 Hjälpmedel

22.1.1 Figurförteckning

Figur 7-1: Princip för skyddsjordning av lågspänningsapparater.....	25
Figur 7-2: Princip för jordning av tågvarme	26
Figur 7-3: Princip för jordning av lokvarme	26
Figur 7-4: Principschema för skyddsjordning av bangårdsbelysningen.....	27
Figur 7-5: Princip för jordning av växelvärmearrangeringar	27
Figur 8-1: Kontaktlednings- och strömvatagarområde enligt SS-EN 50122-1	28
Figur 8-2: Utökad av kontaktledningsområdet vid sektionsspunkt.....	29
Figur 8-3: Användning av minimiarean beroende på stationens bortkopplingstid.....	31
Figur 9-1: Princip för jordning av stängsel	35
Figur 9-2: Princip för bullerskydd delvis inom kontaktledningsområdet.....	36
Figur 9-3: Princip för bullerskydd utanför kontaktledningsområdet.....	36
Figur 9-4: Plattformskant	38
Figur 9-5: Kantplatta på plattformskant, armerad betongyta	38
Figur 9-6: Bangård med elektrifierade spår parallella med oelektrifierade spår	39
Figur 9-7: Princip för anordning av armeringsjärn för jordning i bron	41
Figur 9-8: Jordningsprincip för korta broar.....	42
Figur 9-9: Jordningsåtgärder vid broar över elektrifierad järnväg	43
Figur 9-10: Princip för jordning av vägbroar (mått i mm)	44
Figur 10-1: Principschema för betongkonstruktioner som jordtag.....	47
Figur 10-2: Förbindelser i stolpfundament med grundbult och fotplatta	48
Figur 11-1: Principutförande av tvärförbindningar	50
Figur 12-1: Princip för jordning av transformator ansluten till kontaktledning	51
Figur 12-2: Princip för jordning av transformatoriosk vid teknikhus.....	52
Figur 12-3: Princip för jordning av transformator ansluten till hjälpkraft.....	52
Figur 12-4: Princip för kraftmatning från lokalt elnät med mellantransformator.....	53
Figur 13-1: Principschema för sugtransformatorns koppling.....	54
Figur 13-2: Principschema för autotransformatorsystems koppling	55
Figur 13-3: Princip för anslutning av autotransformatorer längs linjen	56
Figur 13-4: Princip för anslutning av autotransformatorer vid matningsstation	57
Figur 13-5: Princip för övergång från BT- till AT-system på linjen	57
Figur 13-6: Princip för ett pålat stationsjordtag	58
Figur 13-7: Princip för jordning i omformar- och transformatorstationer.....	59
Figur 13-8: Princip för återgångskretsen i omformarstationer	60
Figur 13-9: Princip för jordning av matningsstation med utanför liggande återledningsskena.....	60
Figur 13-10: Princip för jordning av matningsstation med integrerad återledningsskena.....	61
Figur 13-11: Princip för jordning av omformare.....	61
Figur 13-12: Princip för skyddsjordning av ställverksfack	62
Figur 13-13: Princip för yttre ringledare och stängseljordning i en station med marklinenät.....	64
Figur 13-14: Princip för jordning av 132/15 kV transformatorstation	65
Figur 13-15: Princip för jordning av kopplingscentral.....	66
Figur 13-16: Princip för jordning av sektioneringsstation	67
Figur 14-1: Princip för jordning av kraft- och styrkablar längs banan	70
Figur 15-1: Princip för jordning av inre objekt för signaländamål.....	72
Figur 15-2: Princip för jordning av yttre objekt för signaländamål	73
Figur 16-1: Princip för jordning av strömförsörjningsanläggning för teleutrustning.....	75
Figur 16-2: Jordning av kabelskärm i plastmantlade kablar och kablar i kabelränna	76
Figur 16-3: Princip för jordning av pupinpunkt, avgreningskabel och eventuell plattform	77
Figur 17-1: Princip vid matning från BV hjälpkraft, yttre kopplingar	79
Figur 17-2: Jordningsprincip vid matning av radioanläggningar från ortsnät, yttre kopplingar	80
Figur 17-3: Jordningsprincip för radiomast.....	82
Figur 19-1: Gemensamt jordplan - S-räl eller T-jord.	84
Figur 19-2: Olika jordplan - S-räl eller T-jord	84
Figur 19-3: Framdragning av skyddsjordledare mellan S-räl och stolpe	86

Figur 20-1: Princip för jordning av kabelskärmar och överspänningsskydd.....	88
Figur 22-1: Tillämpning av olika dokument i Trafikverkets anläggningar	93

22.1.2 Tabellförteckning

Tabell 5-1: Allmänna jordningskrav	15
Tabell 5-2: Högsta tillåtna beröringsspänning beroende på varaktigheten	16
Tabell 5-3: Hantering av risker vid rälsbrott	18
Tabell 7-1: Förhållande mellan skyddsledarens och fasledarens areor	23
Tabell 8-1: Maximala dimensioner för mindre delar	30
Tabell 8-2: Maximal kortslutningsström för skyddsledare med 300 °C sluttemp.	32
Tabell 8-3: Tillåtna kortslutningsströmmar på befintliga skyddsjordade föremål	32
Tabell 8-4: Maximala kortslutningsströmmar för driftjordledare	33
Tabell 21-1: Maximala kortslutningsströmmar i Trafikverkets 15 kV kontaktledningsnät	89
Tabell 21-2: Tågströmmar för olika tågvikter och lokkonfigurationer	89
Tabell 21-3: Dimensionerande belastningsströmmar för BV's autotransformatorer	90
Tabell 21-4: Strömmar och tider för olika driftjordförbindningar	90

22.2 Referenser

22.2.1 Bindande Referenser

- | | | |
|------|---------------|--|
| [1] | ELSÄKS-FS | Elsäkerhetsverkets föreskrifter och allmänna råd om hur elektriska starkströmsanläggningar ska vara utförda, ELSÄK-FS 2008:1 |
| [2] | SS-EN 50122-1 | Järnvägsanläggningar, Fasta installationer – Del 1 Skyddsåtgärder med avseende på elsäkerhet och jordning |
| [3] | SS-EN 50341 | Elektriska friledningar över 45 kV AC |
| [4] | SS 421 0101 | Starkströmsanläggningar med nominell spänning överstigande 1 kV AC, utgåva 1, 1999-12-17 |
| [5] | SS 436 2110 | Fasta installationer för jordning i ställverk med systemspänning högre än 1 kV, utgåva 3, 1980-09-15 |
| [6] | SS 436 4000 | Elinstallationer i byggnader. Utförande av elinstallationer för lågspänning |
| [7] | BVS 517.1000 | Teknikhus |
| [8] | BVS 518.0004 | Kabelsystem; Märkning, markering och utsättning av kabelanläggningar |
| [9] | BVS 525.7 | Kanalisation, kabelkanalisation |
| [10] | BVS 543.10001 | Tillämpning av Elsäkerhetsverkets föreskrifter ELSÄK-FS 2008:1 |
| [11] | BVS 543.37710 | Skyddsanordningar på broar och bergskärningar |
| [12] | BVS 544.91120 | Spårledningar: Grundläggande montagekrav för signaltekniska yttreobjekt |
| [13] | BVS 560.3101 | Elmiljö; Åkskyddsåtgärder för kraftmatning |
| [14] | BVS 585.18 | Trummor och ledningar, geoteknik |
| [15] | BVF 807.2 | Säkerhetsbesiktning av fasta anläggningar |

-
- 132-kV-matarledning
(16,7 Hz)
- SS-EN 50341
- 3-fas, 50 Hz
- SS-EN 50341
- Driftplatser, linje,
kontaktledning, resecentrum, ...
- SS-EN 50122-1
- Ställverk, omformarstation,
transformatorstation
- SS 421 0101 (HD 637 S1),
samt SS-EN 50122-1
- Dessutom gäller
ELSÄK-FS 2008:1
För alla starkströmanläggningar

[19]	STRI: Anslutning av ett ortnåts PEN-ledare till Banverkets S-räl, 1996-02-28, Bo Wahlström och Frans Jonas
[20]	SS 424 14 37 Kabelförläggning i mark
[21]	TSN 16 Meddelande från Telestörningsnämnden, Ersättning för kontroll av skyddsplatser med överspänningsskydd
[22]	SS-EN 50153 Järnvägsanläggningar - Skydd mot elchock i rälsfordon
[23]	BVH 560.1701 Mätning av psofometervärde och grundton i Banverkets mellanortskabel
[24]	BVF 583.01 Broärendens handläggning Dokumentet är slopat, utgivning av ny utgåva pågår
[25]	BVS 1543.14020 Kraftförsörjningsanläggningar, Konstruktion och utförande av kraftförsörjningsanläggningar

Index

Apparater.....	23, 65	Inre objekt.....	71
Apparatstativ.....	65	Jordlina.....	49
Arbetsjordning.....	39	Anslutning till S-räl.....	49
Armering		genom tunnel.....	40, 41
förspänd.....	46	Jordning.....	17
Autotransformatorsystem.....	55	genom konstruktionsdel.....	34
Avgreningskabel.....	76	Öppen.....	17
Avskärmning.....	17	Jordtag	
Avvattningsränna.....	38	Betongkonstruktioner.....	46
Bangårdsbelysning.....	27	Järnvägsbro.....	41
Banstångsel.....	36	Konstruktionskrav.....	46
Begynnelsestemperatur.....	31	Kontaktledningsfundament.....	47
Driftjordledare.....	21, 90	Linjekabel.....	76
Driftjordledare för skyddsjordning.....	33	Mellanortskabel.....	76
Skyddsjordledare.....	21, 90	Mätning av.....	48
Belysning		Omformarstation.....	48
Bangård.....	26	Påle.....	58
Vägbro.....	44	Radiomast.....	81
Beröringsspänning.....	16	Transformatorstation.....	48
Betong		Tunnel.....	40
Stålfiberarmerad.....	34	Järnvägsbro.....	41
Betongkonstruktioner.....	40	Kabel	
förspänd armering.....	46	Antennkabel.....	80
Bro		Avgreningskabel.....	76
Järnvägsbro.....	41	Förläggning av.....	84
Vägbro.....	42	i kabelränna.....	76
Bullerskydd.....	36	Kommunikationskabel.....	87
Detektoranläggningar.....	77	Kraftkabel.....	68
Dimensionering.....	33, 89	Linjekabel.....	73
Driftjordledare.....	21	Läckande antennkabel.....	83
Driftjordledare för skyddsjordning.....	33	Parallellföring.....	85
Driftströmmar.....	89	Slingkabel.....	73
Funktionsjordledare.....	22	Styrkabel.....	68
Kortslutningsströmmar.....	89	Kabelintag.....	80
Potentialutjämningsledare.....	22	Kabelkorsningar.....	44, 86
Skyddsjordledare.....	21, 31	Klass 2 utförande.....	23
Systemjordledare.....	22	Kommunikationskabel.....	85
Dokumentation av skyddsjordning.....	19, 34	Avstånd till andra jordtag.....	86
Driftjordledare.....	21, 33	Överspänningsskydd.....	87
Driftjordning.....	15	Kommunikationskablar, lokal.....	77
Driftjordpunkt.....	50	Kontaktförbindning.....	49
Dubbel isolering.....	23	Kontaktledningsbrygga.....	37
Flera objekt.....	33	Kontaktledningsfundament	
Fundamentjordtag		som jordtag.....	47
Kontaktledningsstolpe.....	47	Kontaktledningsområde.....	28
Omformarstation.....	58	Kontaktledningsstolpe	
Funktionsjordledare.....	22, 33	Kontaktledningsbrygga.....	37
Förspänd armering.....	46	Skyddsjordning.....	37
Förstäkt isolering.....	23	som ledare.....	34
Gabion.....	37	Kopplingscentral.....	66
Grindstolpar.....	66	Korsande ledningar.....	44
Hjälpkraftledningar.....	51	Kraft- och styrkablar.....	68
Hjälpkrafttransformatorer.....	51	Linjekabel.....	73, 75
Huvudjordningsskena		Lokvärme.....	26
Anslutning till S-räl.....	23	Lågsänkning	
Högsänkningsanläggning.....	63	Klass 2 utförande.....	23
Inre jordledare.....	63	Skyddsjordning i utsatt läge.....	24

Läckande antennkabel.....	83	Skyddsjordledare.....	21
Manöverdon	65	Skyddsjordning	15
Marklinenät	63	Betongkonstruktioner	34
Matningsstation		Dokumentation	34
Inre jordledare	63	Flera objekt.....	33
Skyddsjordskena.....	62	Kontaktledningsbrygga	21, 37
Stängsel	65	Kontaktledningsstolpar.....	37
Stängseljordning.....	64	Lågspänningsutrustning i utsatt läge	24
Transformator.....	64	Signal	21
Transformatorbås.....	64	Stagfundament.....	37
Yttre ringledare	62	Säkerhetsutrustning.....	34
Återledningsskena	62	Utliggare.....	21
Mellanortskabel.....	75	Återledningskonsol	40
Mellantransformator.....	53	Skyddsnät.....	37
Mindre metalliska föremål	29	Skyddsportal	40
Minimiareor		Skyddsral	38
Högspänning.....	30	Skyddstak.....	38
Lågspänning	23	Slak armering	46
Märkning av ledare		Slingkabel	73
Färgmärkning högspänning.....	33	Sluttemperatur.....	31, 90
Färgmärkning lågspänning	24	Spårtvärförbindning	49
Skyltning	19	Spänningsbegränsning	17
Objekt		Staket	35
Flera.....	33	Strömavtagarområde	28
Oelektrifierade spår.....	39	Styrkabel	68
Omformar- och transformatorstation	57	Stålfiberarmerad betong.....	34
Parallella rörledningar	45	Ställverksfack.....	62
Pipelines.....	45	Stängsel	35, 65
Pisskydd	38	Sugtransformatorsystem	54
Plattform	38	Systemjordledare.....	22
Metalliska	39	Systemjordning	15
Potentialutjämning	16	Takströmskena	29
Potentialutjämningsledare	22	Teleanläggningar.....	75
Psofometrisk inducerad långsspänning	75	Teleavgrening	76
Pupinpunkt	76	Teleavgrening	37
Avstånd av.....	76	Telefonapparater	37
Påle		Transformator, 132/15 kV.....	64
Elektrisk längd.....	58	Transformatorbås	64
Radioanläggning	78	Transformatorkiosk.....	51
i tunnlar	83	Transformatorstation.....	57
Inkommande teleledningar	81	Tunnlar	40
Matning från lokalt elnät	80	Tvärförbindning	49
Radiomast, jordtag för.....	81	Tågvärmeanläggning.....	25
Räcke.....	35	Utomhusställverk	63
Rälsbrott.....	17	Utsatt del.....	33
Rälspotential	18	Varningsljus i radiomast	82
Rälstvärförbindning	50	Viltstängsel	36
Rör- och kabelkorsningar	44	Vägbro	42
Rörledningar	45	Belysning på.....	44
Sektioneringsstation.....	66	Vägräcke	44
Seriejordning.....	34	Vägportal	40
Signalanläggning		Växelvärme	27
Inre objekt	71	Yttre objekt	72
Inre objekt, förbindning.....	71	Z-förbindning.....	49
Matningskälla.....	72	Åskskydd	19
Stativ	72	Återledningskonsol	40
Yttre objekt.....	72	Återledningsskena.....	62
Signalanläggningar.....	71	Öppen jordning	17
Skyddsanordning.....	38	Överspänningsskydd	87

Tomt!