

Handbok

BVH 510.01001



Giltig från
2006-12-18

Versionsnummer
01

Antal sidor
54

Diarienummer
HK 06-5434/EL30

Antal bilagor
0

Beslutsfattare
CB

Handläggande enhet, Handläggare
BKA, Bengt-Erik Rusk, 0243-44 55 92

Ersätter
BVH 510.04001, BVH 510.05001 och BVH 510.07001



Jordning och skärmning i Banverkets anläggningar

Innehållsförteckning

Förord/Orientering	7
1 Omfattning	8
2 Referenser	9
2.1 Bindande referenser	9
2.2 Övriga referenser	9
3 Definitioner och förkortningar.....	10
3.1 Definitioner.....	10
3.2 Förkortningar.....	10
4 Grundläggande jordningsprinciper	11
4.1 Allmänt	11
4.1.1 (n-1)-kriteriet	11
4.1.2 Markförläggning	11
4.2 Anslutningsmetoder	11
4.2.1 Anslutning på målade ytor	11
4.2.2 Anslutning till galvaniserat underlag och aluminiumunderlag.....	11
4.3 Beräkning av jordledarareor	12
4.4 Mätmetoder	12
4.4.1 Allmänt	12
4.4.2 Mätning av beröringsspänning.....	12
4.4.3 Mätning av rälspotential	12
4.4.4 Lämpliga mätplatser längs banan	15
4.4.5 Mätning av markresistivitet.....	16
4.5 Potentialutjämning	16
4.5.1 Allmänt	16
4.5.2 Jordningsskenor	16
4.5.3 Potentialutjämning vid elektrifierad bana.....	17
4.5.4 Avstånd till anläggningar med främmande jordsystem	17
4.6 Samlingsjordledare.....	17
4.6.1 Ritningar	20
5 Förbindningar	22

6 Jordning av anläggningar med nominell spänning om högst 1 000 V AC23

6.1	Allmänt	23
6.2	Jordning av utsatta delar	23
6.2.1	Belysning	23
6.3	Tågvärmeanläggningar	24

7 Jordning av anläggningar med nominell spänning över 1 000 V AC 25**8 Utförande av jordning av anläggningar med nominell spänning över 1 000 V AC..... 26**

8.1	Allmänt	26
8.2	Stängsel/staket och räcken	26
8.2.1	Kompletterande jordlinor	26
8.2.2	Jordning av stängsel/staket och räcken innanför kontaktledningsområdet	26
8.2.3	Jordning av stängsel/staket och räcken utanför kontaktledningsområdet	28
8.2.4	Sektionering och skyddsjordning av stängsel/staket	29
8.2.5	Elektrisk sektionering av stängsel/staket	29
8.2.6	Skyddsjordning av skyddsnät och gabioner	30
8.2.7	Skyddsjordning av plåttak och takrännor	30
8.3	Oelektrifierade spår parallella med elektrifierade spår	30
8.4	Jordning av betongkonstruktioner	31
8.4.1	Allmänt	31
8.4.2	Dokumentation	31
8.5	Jordning av tunnlar	31
8.5.1	Jordning av tunnelväggar	31
8.5.2	Skyddsjordning i tunnlar	33
8.5.3	Samlingsjordledare i tunnlar	33
8.5.4	Tunnlar med lining	34
8.6	Jordning av broar	34
8.6.1	Allmänt	34
8.6.2	Överbyggnadselement	35
8.6.3	Pelare	35
8.6.4	Pelarfundament och landfästen	36
8.6.5	Jordning på järnvägsbroar	37
8.6.6	Jordning på vägbroar och andra broar som korsar järnväg	37
8.6.7	Vägräcken	38

9 Betongkonstruktioner som jordtag 39

9.1	Allmänt	39
10	Förbindningar i spår	40
10.1	Allmänt	40
10.2	Kontaktförbindning över rälsskarvar	40
10.3	Skyddsjordning av skyddsräler	40
10.4	Kontaktförbindning i spårväxelkorsningar	40
10.4.1	Kontaktförbindning i växelns tungrot	41
10.5	Jordanslutning till S-räl med Cu 50 och 70 mm ²	41
10.6	Skyddsjordning av kontaktledningsstolpar med Cu 50 mm ²	42
10.7	Z-förbindningar	42
10.7.1	Enkla Z-förbindningar med Cu 3 × 50 mm ² eller Cu 2 × 70 mm ²	42
10.7.2	Dubbla Z-förbindningar med Cu 50 och 70 mm ²	42
10.8	Tvärförbindningar i spår	43
10.8.1	Allmänt	43
10.8.2	Nybyggnation	43
10.8.3	Befintlig anläggning	43
10.9	Rälstvärförbindningar	43
10.9.1	Vid gräns mot spår utan spårledning	44
10.10	Driftjordning	44
10.10.1	Allmänt	44
10.10.2	Förbindningar vid driftjordpunkter i BT- och AT-system	44
11	Jordning av hjälpkraftanläggningar	46
11.1	Allmänt	46
11.2	Tvärförbindningar	46
11.3	Utlösningvillkoret	46
11.4	Jordning av lågspänningsnät	46
11.4.1	Lågspänningsnät matade från Banverkets hjälpkraftnät	46
11.4.2	Lågspänningsnäts anslutning till returströmkretsen	46
11.5	Mellantransformatorer	47
11.6	Behandling av PE-ledare i lågspänningskabel	47
11.6.1	Vid elektrifierad bana	47
11.6.2	Vid oelektrifierad bana	47
12	Jordning av kraftförsörjningsanläggningar	49
12.1	Allmänt	49
12.2	Sugtransformatorer	49

12.3	Jordkontakthållare på lastspårsfrånskiljare	49
12.4	Driftjordning	49
12.5	AT-system	49
12.5.1	Drift- och skyddsjordledare	49
12.5.2	Längsgående jordlinor	49
12.6	Omformar- och transformatorstationer	50
13	Jordning av kraft- och styrkablar	51
13.1	Jordning av kraftkablar med märkspänning över 1 kV	51
13.1.1	Anslutning av kabelskärmar	51
13.1.2	Krypströmfångare vid öppen och sluten skärm	51
13.1.3	Kabelskärm vid öppen skärm	51
13.1.4	Jordningsprincip för stolptransformatorer, kabelavslut och ventilavledare	51
13.2	Jordning av kraftkablar med märkspänning upp till 1 kV	51
14	Ritningsförteckning	53

Förord / Orientering

Denna handbok (BVH), som är en nyutgåva, har tagits fram för att underlätta tillämpningen av **BVS 510**.

Dokumentet ersätter BVH 510.04001 ”Jordningshandbok - Jordning av föremål i utsatt läge för spänning över 1 000 V”, BVH 510.05001 ”Jordningshandbok - Förbindningar i spåret” och BVH 510.07001 ”Jordningshandbok - Kontakt- och hjälpkraftledning”, som slopades i samband med utgivningen av detta dokument.

Förändringsförslag som berör denna BVH ska ställas till CBKA, Banverkets huvudkontor i Borlänge.

Rune Lindberg
CB

1 Omfattning

Denna BVH behandlar jordning och skärmning i Banverkets anläggningar.

Dokumentet kan tillämpas i samband med nybyggnation och större ombyggnader av Banverkets elanläggningar.

Dokumentet riktar sig till förvaltare, anbudsgivare, projekteringspersonal, produktionspersonal och besiktningsmän.

2 Referenser

I denna BVH refereras till följande dokument:

2.1 Bindande referenser

BVF 586.65	Skyddsräler. Regler för anordnande och konstruktiv utformning
BVS 510	Jordning och skärmning i Banverkets anläggningar
BVS 525.7	Kabelkanalisation
BVS 543.36331	Tekniska bestämmelser. Elkrafttekniska anläggningar. Skarvar och avslut för kraftkablar med märkspänningen 0,6/1 - 18/30(36) kV
BVS 544.91120	Grundläggande montagekrav för spårledningar
BVS 544.91125	Skyddsjordning på elektrifierad bana. Grundläggande montagekrav för signaltekniska ytterobjekt
ELSÄK-FS 1999:5	Starkströmsföreskrifterna
SS 4241437	Kabelförläggning i mark
SS 4370140	Anslutning av lågspänningsinstallationer till elnätet
SS-EN 50122-1	Järnvägsanläggningar – Fasta installationer – Del 1: Skyddsåtgärder med avseende på elsäkerhet och jordning

2.2 Övriga referenser

BVH 518.6001	Kabelförläggning i mark
---------------------	-------------------------

3 Definitioner och förkortningar

3.1 Definitioner

Se **BVS 510**.

3.2 Förkortningar

EST

El, Signal, Tele

KTL

Kontaktledning

Se även **BVS 510**.

4 Grundläggande jordningsprinciper

4.1 Allmänt

Minimering av antalet anslutningar till S-räl bör eftersträvas.

Ledare avsedda för jordning och potentialutjämning ska vara så korta som möjligt och skarvar bör undvikas.

Samtliga i dokumentet angivna ledarareor är att betrakta som minimiareor. I övrigt gäller dimensioneringsprinciper enligt **BVS 510**.

4.1.1 (n-1)-kriteriet

Ledare som omfattas av (n-1)-kriteriet:

- Driftjordledare förlagda i banvall eller anslutna till S-räl (se **BVS 510**)
- Systemjordledare anslutna till S-räl
- Funktionsjordledare anslutna till S-räl
- Samlingsjordledares anslutning till S-räl

4.1.2 Markförläggning

För förläggning av jordledare i mark eller i kabelrör, se **BVH 518.6001**, **BVS 525.7** och **SS 4241437**.

Kabelskyddsrör för ledare anslutna till S-räl bör anpassas till slipersände, se **ritning 1-801 823, position 16**.

4.2 Anslutningsmetoder

4.2.1 Anslutning på målade ytor

Galvanisk förbindelse kan utföras på något av följande sätt:

- Borttagning av färgskiktet. Eventuellt underliggande rotskydd (galvanisering) får inte skadas.
- Med hjälp av skärande brickor
- Med hjälp av pinnlödning

4.2.2 Anslutning till galvaniserat underlag och aluminiumunderlag

Vid anslutning av jordledare till galvaniserat underlag ska en rostfri bricka placeras mellan kabelskon och underlaget.

Vid anslutning av jordledare till aluminiumunderlag ska en cupalbricka alternativt en rostfri bricka placeras mellan kabelskon och underlaget.

Lågspänningsapparater i elektriskt ledande höljen monterade på kontaktledningsstolpar och/eller - bryggor anses – via sina infästningar i underlaget – skyddsjordade enligt kraven på jordning av anläggningar med nominell spänning över 1 000 V AC, se **BVS 510**.

4.3 Beräkning av jordledarareor

Flera av ritningarna i **kapitel 14** innehåller typlösningar med mer än en jordledararea. Den area som väljs ska uppfylla dimensioneringskraven för jordledarareor enligt beräkningsgrunderna i **BVS 510**.

4.4 Mätmetoder

4.4.1 Allmänt

Risker för personsäkerheten orsakade av berörings- och stegspänningar ska alltid bedömas separat för drift- och felförhållanden.

I de flesta fall orsakas berörings- och stegspänningar av rälspotentialen. Även andra fenomen som induktiva och kapacitiva inducerade spänningar, som ger upphov till beröringsspänningar, kan förekomma. Detta innebär att rälspotentialmätning och val av mätplats alltid måste ta hänsyn till såväl drift- som felförhållanden.

Observera att mätning av berörings- och stegspänningar måste utföras med rätt frekvens, det vill säga 16,7 Hz.

4.4.2 Mätning av beröringsspänning

Beröringsspänningen är spänningen mellan två samtidigt berörbara delar; främst hand till hand och händer till fötter, där fötterna har ett horisontellt avstånd på 1 meter till det berörbara föremålet.

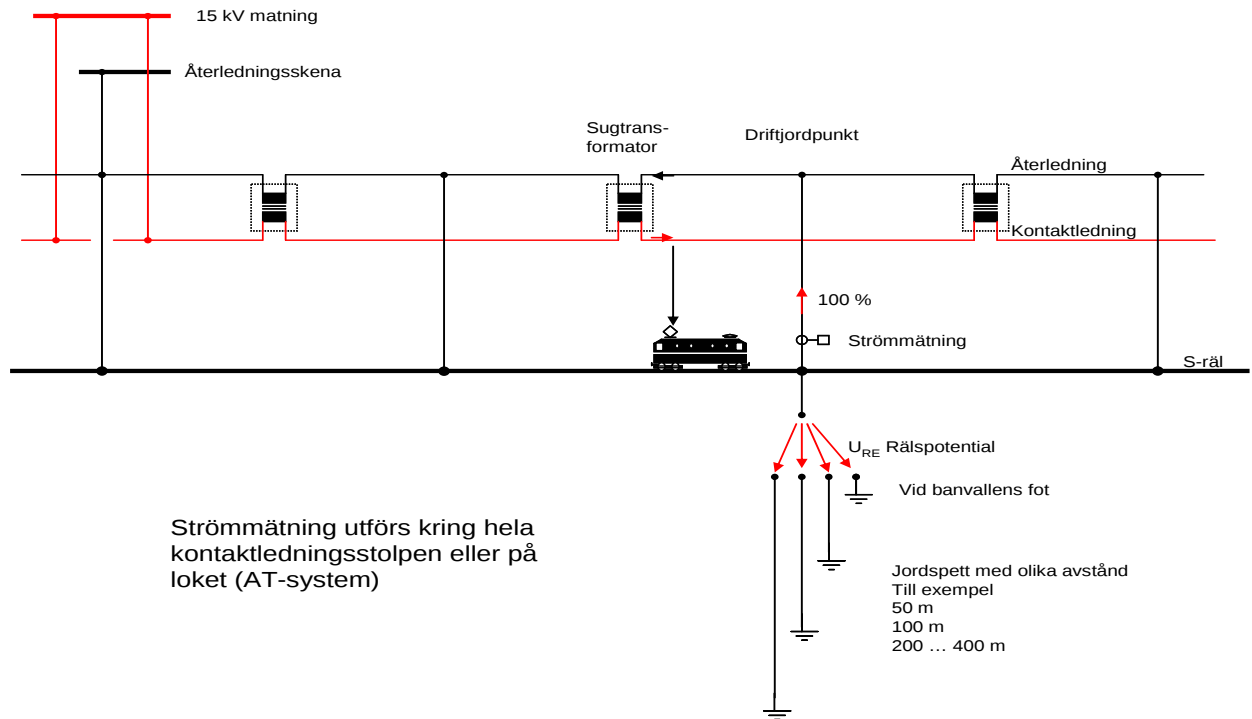
Den enklaste mätningen av beröringsspänning utförs med en obelastad voltmeter. Om för höga värden (se **BVS 510**) förekommer, kan en mer avancerad mätmetod användas, där mätinstrumentet belastas med ett externt motstånd på 1 k Ω för felförhållanden och 2,2 k Ω för driftförhållanden.

För att kunna bedöma mätresultatet krävs att mätvärdena anges i V/100 A av den ström som ger upphov till beröringsspänningen.

En mer noggrann beskrivning av mätningen finns i **SS-EN 50122-1, annex E**.

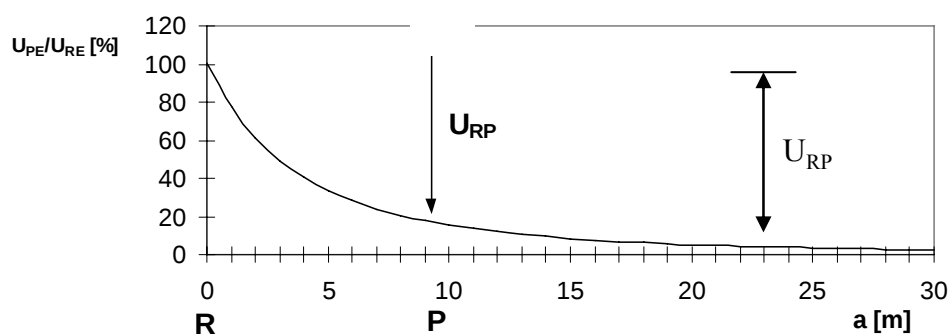
4.4.3 Mätning av rälspotential

För att kunna beräkna den maximala rälspotentialen krävs ett normerat värde i V/100 A.



Figur 4-1: Mätprincip för en rälspotentialmätning i BT-systemet

Utbredningen av rälspotentialen för homogen mark vinkelrätt ut från banan visas i **figur 4-2**.



a [m] = Avstånd i meter

E = Sann jord (earth)

P = Mät punkt

R = Räls

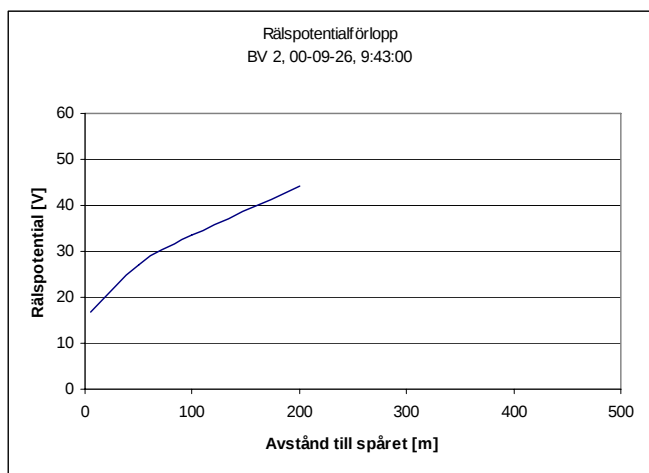
U_{PE} = Spänning mellan mät punkten och sann jord

U_{RE} = Rälspotential

U_{RP} = Spänning mellan S-räl och mätpunkten

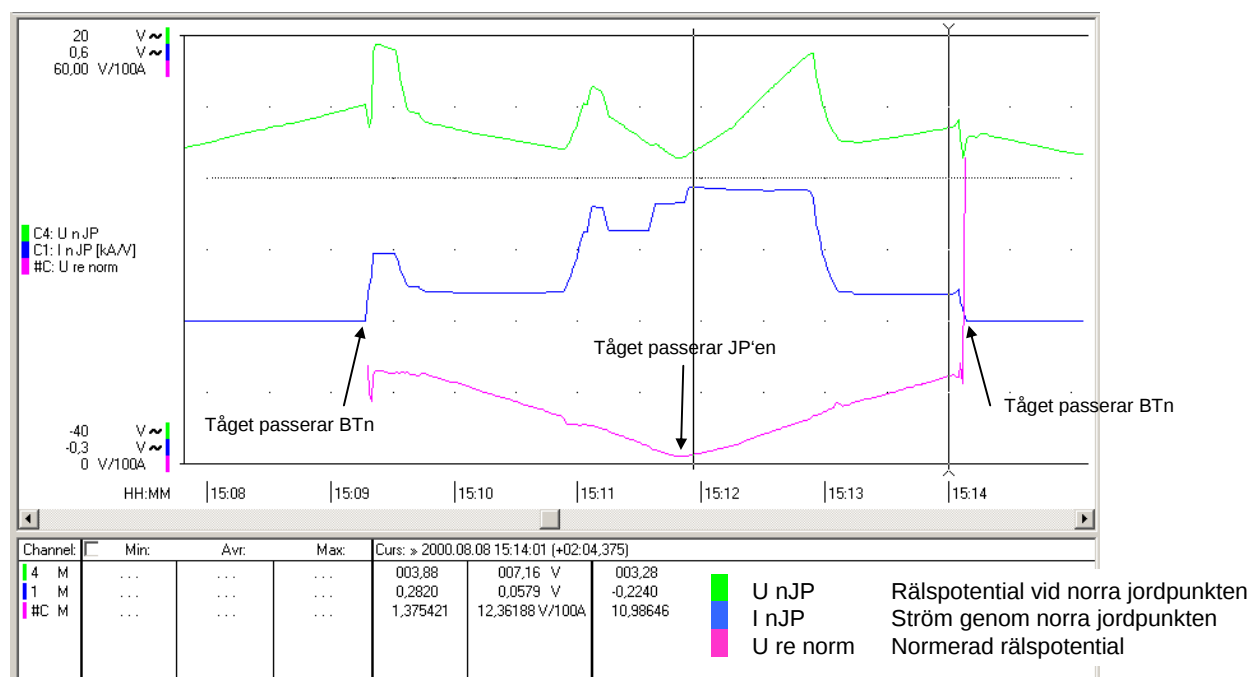
Figur 4-2: Utbredning av rälspotential för homogen mark vinkelrätt ut från banan

Figur 4-3 visar den uppmätta spänningen (U_{RP}) för olika avstånd på Malmbanan. Mätningen visar att U_{RP} inte har nått sitt slutvärde ännu vid 200 meter från banan.



Figur 4-3: Exempel på uppmätt rälspotential vinkelrätt ut från banan

Minimiatstånd till banan för placering av referensjordspett (jordspett) är 200 meter. För en mer noggrann bestämning av rälspotentialen kan större avstånd krävas samt att utbredningen av rälspotentialen mäts. Detta görs genom att placera ett antal referensjordspett med olika avstånd till banan och mäta deras spänningar mot banan samtidigt. Mätprincipen framgår av **figur 4-1**.



Figur 4-4: Uppmätt rälspotential (absolut och normerad)

I ett BT-system uppstår den högsta normerade rälspotentialen vid driftjordpunkterna samt vid sugtransformatorn just när tåget befinner sig vid denna.

I ett AT-system uppstår den högsta normerade rälspotentialen vid tåget när detta befinner sig mitt emellan två autotransformatorer.

För ett BT-system mäts ström vid tågdrift i driftjordpunkterna.

För ett AT-system mäts ström vid tågdrift på loket. Ett alternativ är att kortsluta kontaktledningen med S-rälen och mata in en begränsad ström via omformarstationen, vilket dock kräver driftstopp.

4.4.4 Lämpliga mätplatser längs banan

För att en rälspotentialmätning ska kunna vara representativ för en hel linje och inte bara för en enskild plats, har valet av mätplats stor betydelse.

4.4.4.1 Under drift

Under drift är rälspotentialen framför allt beroende av

- jordningsförhållandena på mätplatsen.
- inmatad driftström.
- tågets position i förhållande till banmatningssystemet.

Lämpliga mätplatser är platser där den normerade rälspotentialen är högst, det vill säga vid sugtransformatorer, driftjordpunkter och mitt i AT-fönster. För att få en någorlunda uppfattning om hur rälspotentialvärden sprider sig, utförs mätningen på ett antal olika platser längs banan.

4.4.4.2 Under felförhållanden

Under felförhållanden är rälspotentialen framför allt beroende av samma faktorer som under drift, se **avsnitt 4.4.4.1**. Den stora skillnaden är att den inmatade strömmen (kortslutningsströmmen) inte längre är densamma längs hela banan, utan är beroende av avståndet till matningsstationen.

Mätningarna utförs vid den första sugtransformatorn efter matningsstationen eller i ett AT-system mitt i det första AT-fönstret.

4.4.5 Mätning av markresistivitet

Mätning av markresistivitet utförs lämpligen med den så kallade Wenner-metoden.

Metoden går ut på att anordna fyra jordspett på en rät linje med avståndet "a" till varandra. Mätningen ger sedan ett resultat som är representativt för markresistiviteten på djupet "a".

För att undvika felmätningar på grund av metalliska föremål i marken, utförs alltid minst två mätningar vinkelrätt mot varandra.

Mätmetoden beskrivs i bruksanvisningen för mätbryggan.

4.5 Potentialutjämning

4.5.1 Allmänt

För att undvika höga beröringsspänningar mellan utsatta delar och främmande, ledande delar är potentialutjämning ett sätt att uppfylla kraven på skydd mot elchock enligt **ELSÄK-FS 1999:5**.

I Banverkets elanläggningar gäller en högsta tillåten beröringsspänning på 65 V.

Där allmänheten frekvent uppehåller sig ska den förväntade beröringsspänningen hållas under 25 V, se **BVS 510**.

En potentialutjämningsledare ska vara så kort som möjligt för att kunna fungera även vid låga spänningar.

4.5.2 Jordningsskenor

4.5.2.1 Huvudjordningsskena

Varje elinstallation ska ha en huvudjordningsskena. Denna skena ska vara lätt åtkomlig och placerad så nära inkommande ledare som möjligt.

4.5.2.2 Jordningsskena

En jordningsskena kan vid behov komplettera en elinstallation, men däremot inte ersätta en huvudjordningsskena.

Jordningsskenan placeras på lämplig plats för att underlätta exempelvis skyddsjordning, potentialutjämning och funktionsjordning.

4.5.3 Potentialutjämning vid elektrifierad bana

4.5.3.1 Innanför kontaktledningsområdet

Potentialutjämning innanför kontaktledningsområdet utförs som skyddsjordning med Cu 50 mm² till returströmkretsen.

4.5.3.2 Utanför kontaktledningsområdet

Utanför kontaktledningsområdet ska potentialutjämningsledaren motsvara Cu 25 mm².

Potentialutjämning av objekt utanför kontaktledningsområdet, men inom 2,5 meter från annan S-räljordad anläggningsdel, görs normalt till den S-räljordade anläggningsdelen.

4.5.4 Avstånd till anläggningar med främmande jordsystem

S-räljordade kabelskåp, signalskåp, elcentraler och dylikt bör inte placeras närmare än 2,5 meter från anläggning med främmande jordsystem; detta för att undvika potentialutjämnande åtgärder.

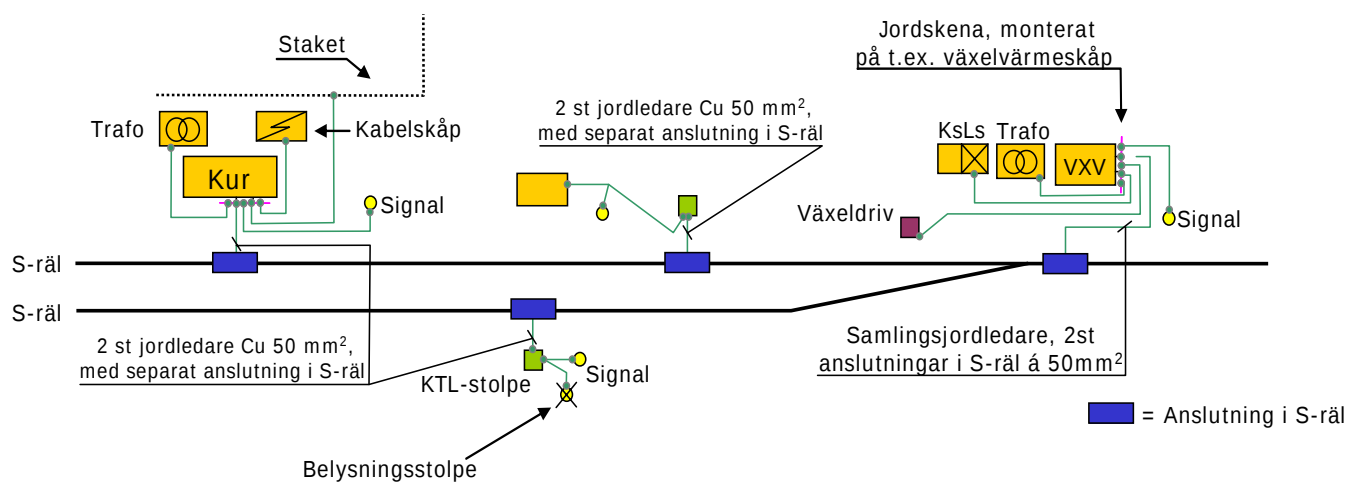
4.6 Samlingsjordledare

En del av ritningarna i **kapitel 15** behandlar kopplingspunkter, som benämns jordplint, anslutningspunkt och returströmkrets. Till dessa kopplingspunkter kan med fördel kringliggande objekt anslutas för att sedan kopplas till returströmkretsen via en gemensam samlingsjordledare.

Där flera objekt, som kräver skyddsjordning och/eller potentialutjämning, är placerade närmare varandra än 2,5 meter, ska dessa anslutas till samlingsjordledare.

Samlingsjordledare ska vara förbunden med returströmkretsen enligt (n-1)-kriteriet.

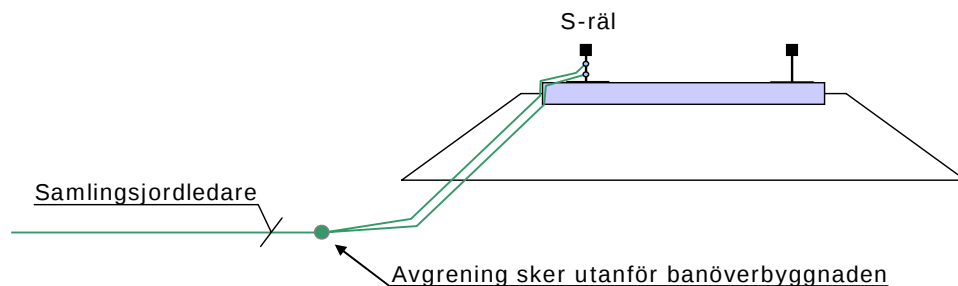
Jordningsskena placerad på skåp, kur, kiosk eller avgreningsplint monterad på exempelvis kontaktledningsstolpe eller portal, kan med fördel utgöra anslutningspunkt för samlingsjordledare. Anslutning av objekt kan även utföras som kontaktpressad avgrening från samlingsjordledare, se **figur 4-5**.



Figur 4-5: Princip för jordning med samlingsjordledare

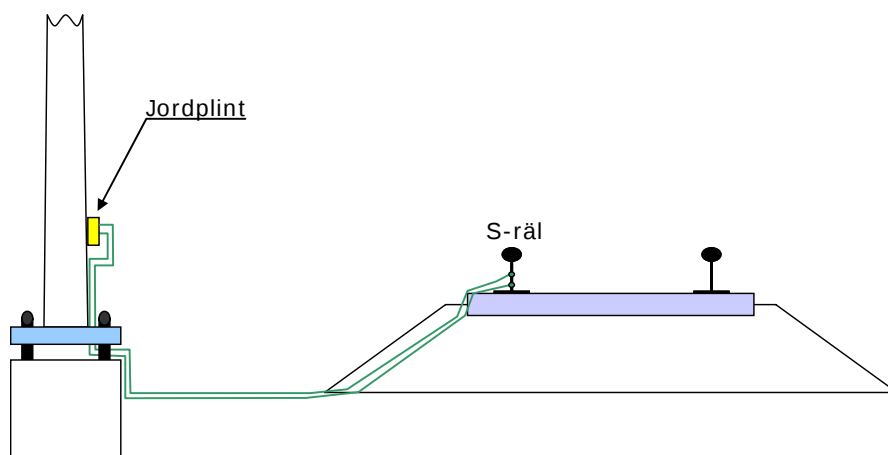
Även objekt med större inbördes avstånd än 2,5 meter ansluts med fördel till samlingsjordledare; detta för att minimera antalet anslutningar till S-räl.

Figur 4-6 beskriver principutförande för samlingsjordledares anslutning till S-räl.



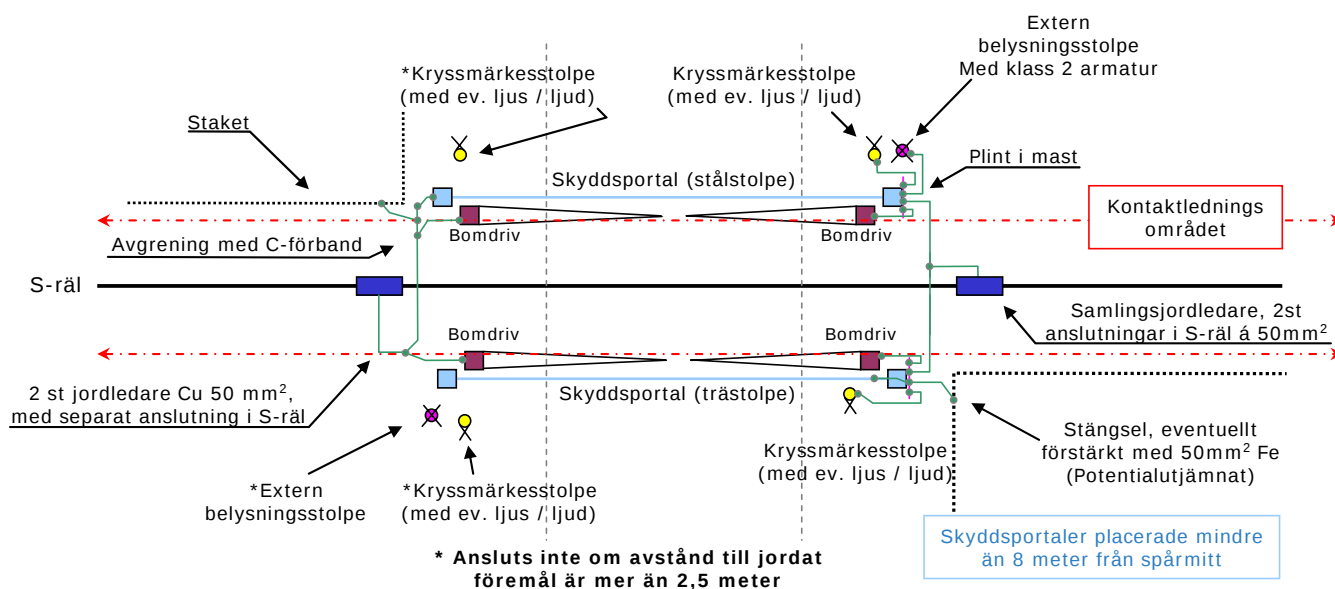
Figur 4-6: Samlingsjordledares anslutning till S-räl

Figur 4-7 beskriver principutförande för anslutning av jordplint till S-räl.



Figur 4-7: Jordplints anslutning till S-räl

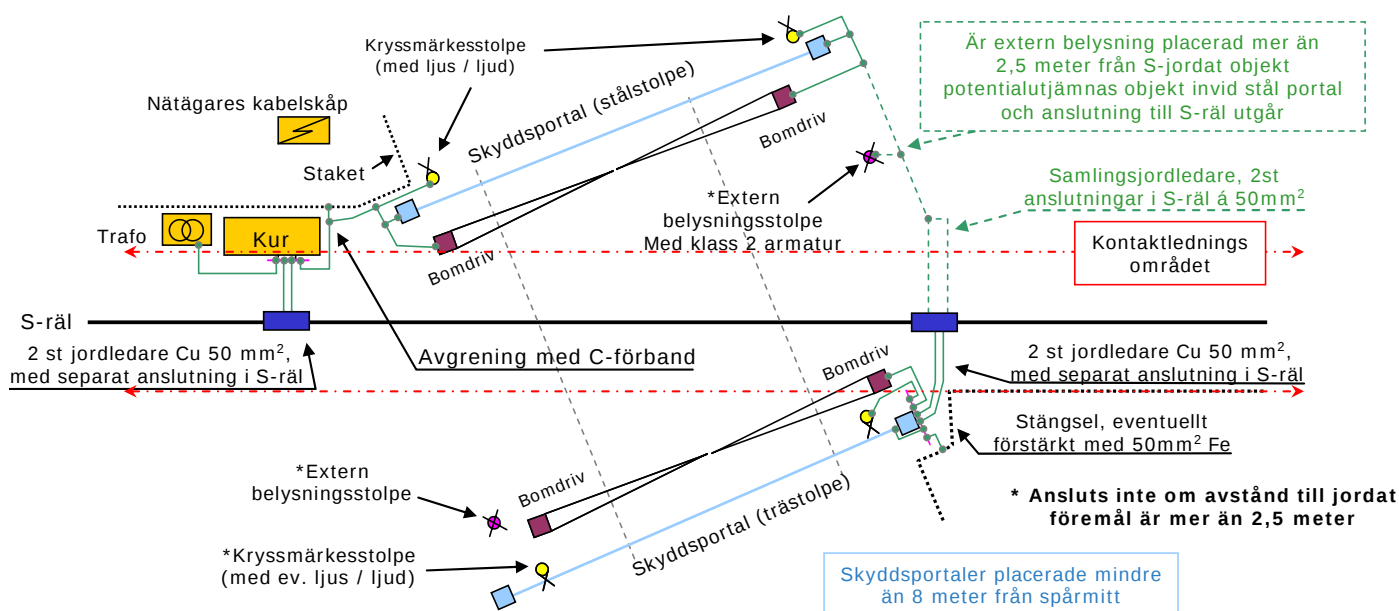
Figurerna 4-8 och 4-9 beskriver principutförande för plankorsning med vägskyddsanläggning med flera tillhörande objekt. Objekt inom 2,5 meter från annat S-räljordat objekt kan behöva åtgärdas enligt **avsnitt 4.5.4**.



Figur 4-8: Principutförande för plankorsning med vägskyddsanläggning med flera tillhörande objekt

Konstruktionen med skyddsportal på stålstolpe ansluten till returströmkretsen antar rälspotential, vilket innebär att det krävs potentialutjämning av närliggande objekt.

Figur 4-9 visar kryssmärkesstolpe och bomdriv, som ansluts till skyddsportal på stålstolpe när avståndet mellan två samtidigt berörbara delar är mindre än 2,5 meter.



Figur 4-9: Principlösning med samlingsjordledare

Enligt **BVS 544.91125** ska även exempelvis kryssmärkesstolpar utan kabelanslutning skyddsjordas om de är placerade innanför kontaktledningsområdet på platser där allmänheten normalt vistas.

Extern belysning (se **avsnitt 6.2.1**) placerad mellan skyddsportal och spår eller innanför kontaktledningsområdet bör undvikas; detta bland annat på grund av att åtkomligheten för underhåll begränsas.

4.6.1 Ritningar

4.6.1.1 Kopplingspunkt

Kopplingspunkt för samordnad jordning kan vara huvudjordningsskena, jordningsplint eller samlingsjordledare.

Kopplingspunkt av typen jordningsplint ska ha anslutningshål med 13 mm diameter. Avståndet mellan anslutningshålen ska vara c/c 35 mm.

Vid anslutning av flera ledare till jordningsplint (kopplingspunkt) i kontaktledningsstolpe och där ledarna kan vara exempelvis skyddsjordledare, funktionsjordledare, systemjordledare, samlingsjordledare och driftjordledare, ansluts dessa till jordningsplint monterad enligt **ritning 2-801 831**.

Kontaktledningsstolpens skyddsjord får ingå som en del i (n-1)-kriteriet.

4.6.1.2 EST-anläggning inom teknikhusområde

Principutförande av jordning av EST-anläggning inom teknikhusområde framgår av **ritningarna 3-801 828** och **3-801 827**.

På **ritning 3-801 828** visas ett mer detaljerat utförande av jordning av signalkur och radiokiosk. Utrustningen är placerad innanför kontaktledningsområdet.

På **ritning 3-801 827** visas ett mer detaljerat utförande av elkraftmatning via kabelskåp med mellantransformator och radiokiosk. Utrustningen är placerad utanför kontaktledningsområdet.

4.6.1.3 Kabelstege

Förläggning av jordledare på kabelstege framgår av **ritning 4-800 294**. Jordledare ska alltid förläggas med ett avstånd av 20 mm till närmaste kabel; detta för att de inte ska komma i direkt kontakt med kablarna på kabelstegen. Fastsättningen av jordtagsledarna på kabelstegen ska utföras med brandhårdiga klämmor eller band.

För information om kabelstegar i tunnlar, se **BVS 510**.

5 Förbindningar

För information om förbindningar, se **BVS 510**.

6 Jordning av anläggningar med nominell spänning om högst 1 000 V AC

6.1 Allmänt

För lågspänningsapparater och andra kabelanslutna apparater monterade innanför kontaktledningsområdet ska skyddsjordning utföras direkt till returströmkretsen. Undantag, se **avsnitt 4.2** och **BVS 510**.

PE-ledare i matande kabel ska kapas och/eller isoleras. På bana med säker returströmkrets får PE-ledare anslutas om rälspotentialen är lägre än 50 V.

För ytterligare information, se **BVS 510**.

6.2 Jordning av utsatta delar

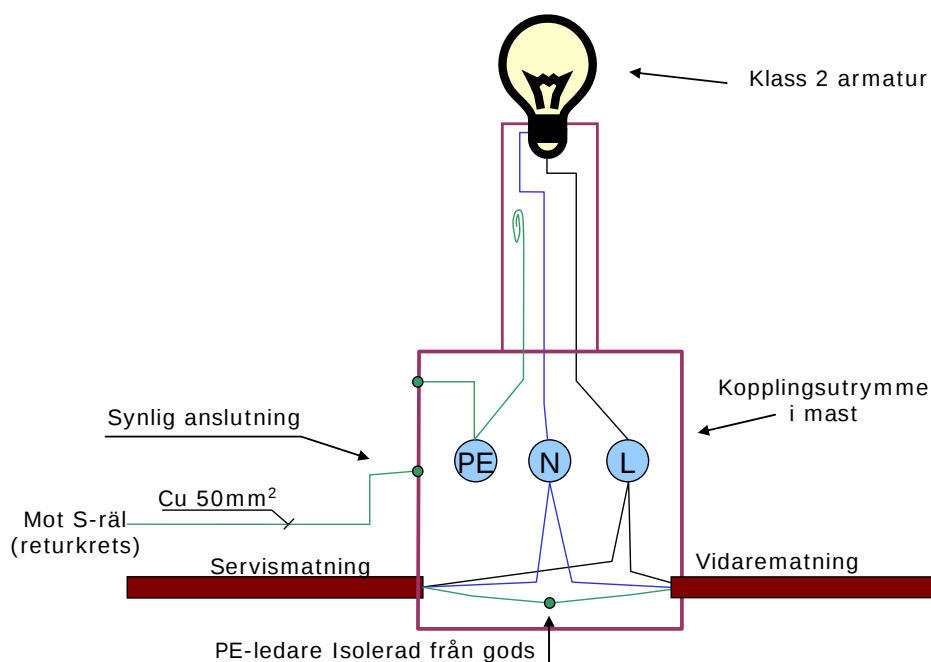
6.2.1 Belysning

Belysningsarmatur på vägbro ansluten till returströmkretsen ska vara av klass 2-utförande. PE-ledare ska isoleras från belysningsstolpe/konsol, som förbinds med returströmkretsen. Lämplig skyltning av åtgärden utförs i samråd med innehavaren av belysningsinstallationen.

Klass 1-armatur med ansluten PE-ledare är tillåten vid matning av belysningen via mellantransformator eller när ortsnätet är samjordat med returströmkretsen.

PE-ledare får kopplas till belysningsinstallation på bana med säker returströmkrets.

Figur 6-1 visar principlösning för belysningsinstallation med klass 2-armatur, där belysningsstolpen/konsolen är ansluten till returströmkretsen.



Figur 6-1: Belysningsinstallation med klass 2-armatur, där belysningsstolpen/konsolen är ansluten till returströmkretsen

6.3 Tågvärmeanläggningar

Tågvärmetransformator ansluts med två skyddsjordledare med Cu 50 mm² till returströmkretsen. I anslutningspunkten utförs en tvärförbindning.

Längs tågvärmekabel mellan transformator och tågvärmepost förläggs en returledare med Cu 120 mm² alternativt Cu 2 × 70 mm². Tågvärmeposten ansluts till S-räl med Cu 2 × 50 mm²; detta för att möjliggöra anslutning av arbetsjordning direkt i värmeposten.

Jordning av tågvärmetransformator utförs enligt **ritning 2-801 825**.

Jordning av radialmatad tågvärmeanläggning utförs enligt **ritning 3-801 824**.

7 Jordning av anläggningar med nominell spänning över 1 000 V AC

För information om jordning av anläggningar med nominell spänning över 1 000 V AC, se **BVS 510**.

8 Utförande av jordning av anläggningar med nominell spänning över 1 000 V AC

8.1 Allmänt

Jordledarareor ska generellt dimensioneras enligt **BVS 510**. Kompletterande anvisningar till dimensioneringskraven i **BVS 510** återfinns i **avsnitt 8.2.1**.

8.2 Stängsel/staket och räcken

Stängsel/staket och räcken bör i möjligaste mån placeras utanför kontaktledningsområdet.

Plastbelagt stängsel/staket får inte användas innanför kontaktledningsområdet.

Stängsel/staket/räcke, som är anslutet till S-räl, får inte anslutas till annat jordsystem.

8.2.1 Kompletterande jordlinor

Skyddsjordning innanför kontaktledningsområdet utförs med Cu 50 mm² till returströmkretsen.

Stängsel/staket av ledande material kompletteras med Fe-lina 50 mm² om stängslets/staketets totala area är mindre än Fe 200 mm².

8.2.1.1 Anslutning till Fe-lina

Anslutning av Cu-lina till Fe-lina utförs med rostfria, syrafasta linlås. Detsamma gäller för anslutning av Fe-lina till Fe-lina.

8.2.2 Jordning av stängsel/staket och räcken innanför kontaktledningsområdet

Stängsel/staket och räcken, som löper parallellt med banan innanför kontaktledningsområdet, ska skyddsjordas.

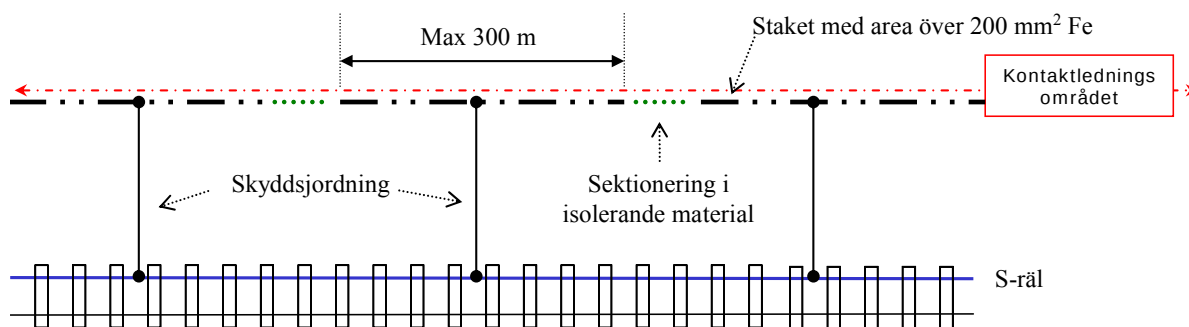
När stängsel/staket/räcke vinklar ut från banan med mer än 15 meter från spårmitt, anordnas sektionering utanför kontaktledningsområdet.

Sektioneringen ska vara av isolerande material, se **avsnitten 8.2.4 och 8.2.5**.

8.2.2.1 Stängsel/staket och räcken parallellt med spår utan säker returströmkrets

Avståndet mellan sektioneringar i stängsel/staket och räcken får inte överstiga 300 meter, se **figur 8-1**.

Stängsel/staket och räcken skyddsjordas normalt mitt på varje delsektion.

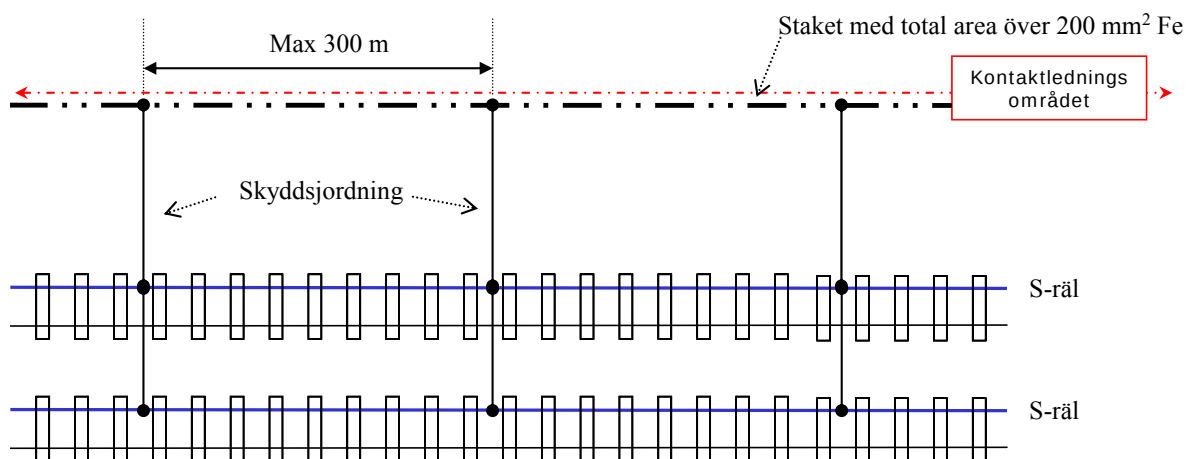


Figur 8-1: Skyddsjordning av stängsel/staket parallellt med spår utan säker returströmkrets

8.2.2.2 Stängsel/staket och räcken parallellt med spår med säker returströmkrets

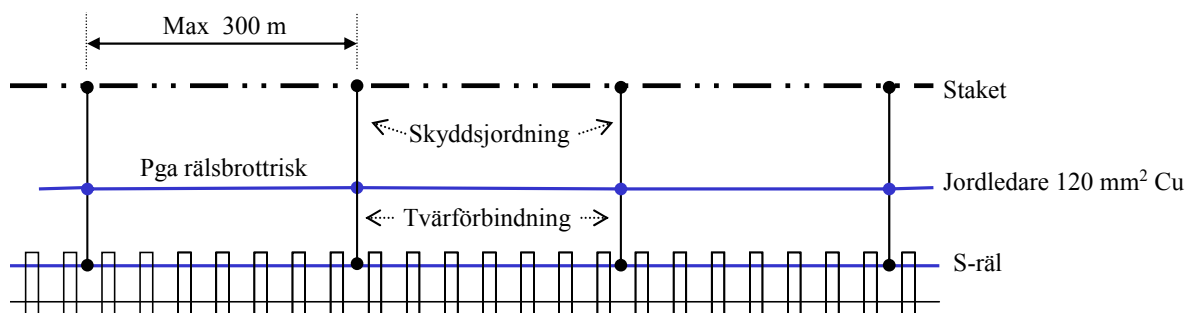
Stängsel/staket och räcken parallellt med spår med säker returströmkrets får utföras utan sektionering, men ska skyddsjordas till returströmkretsen minst var trehundra meter.

Figureerna 8-2 och 8-3 beskriver olika utföranden av jordning av stängsel/staket till spår med säker returströmkrets.



Figur 8-2: Jordning av stängsel/staket vid flerspår

Vid enkelspår kan en extra jordledare förläggas utmed banan. Jordledaren ska ha en area på Cu 120 mm² eller motsvarande och placeras på lämpligt ställe, exempelvis i kabelränna, på kontaktledningsstolpe eller i mark, se **figur 8-3**.



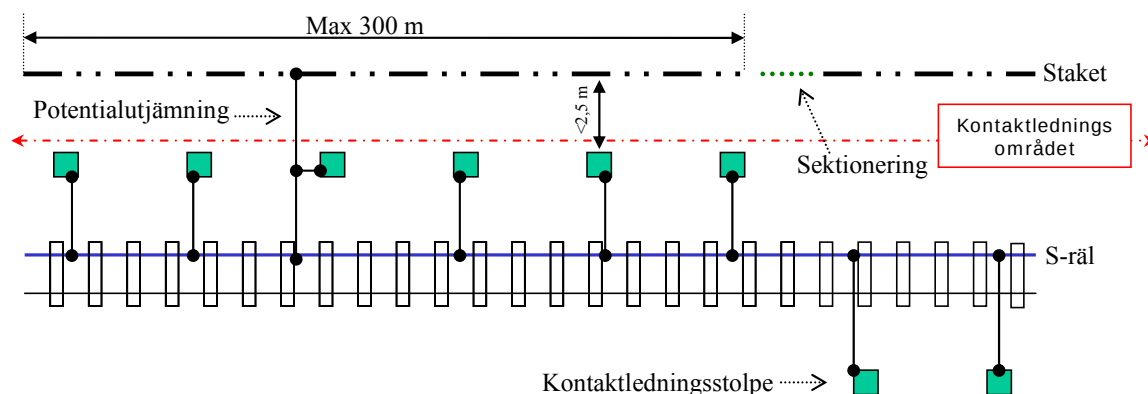
Figur 8-3: Jordning av stängsel/staket vid enkelspår med parallell jordledare Cu 120 mm²

8.2.3 Jordning av stängsel/staket och räcken utanför kontaktledningsområdet

Om stängsel/staket eller räcke är placerat utanför kontaktledningsområdet och avståndet till S-räljordade objekt är mindre än 2,5 meter, ska stängslet/staketet/räcket potentialutjämnas till S-räljordade objekt, se **figur 8-4**.

För att förebygga potentialskillnader mellan objekt anslutna till returströmkretsen och anläggning ansluten till främmande jordsystem, kan en neutralsektion utgöra avskärmning eller hinder, se **avsnitt 4.5.4**. Neutralsektionen får vara av oisolerat material, se **avsnitten 8.2.4 och 8.2.5**.

Skyddsavståndet mellan två samtidigt berörbara objekt är 2,5 meter. För plastbelagt stängsel/staket krävs dock ingen skyddsjordning även om avståndet till S-räljordade objekt är mindre än 2,5 meter.



Figur 8-4: Stängsel/staket utanför kontaktledningsområdet med mindre än 2,5 meters avstånd till S-räljordade objekt

8.2.4 Sektionering och skyddsjordning av stängsel/staket

Ritning 3-800 289 beskriver principen för sektionering och skyddsjordning av stängsel/ staket.

8.2.4.1 Stängsel/staket parallellt med banan innanför kontaktledningsområdet

Sektionering av stängsel/staket parallellt med banan utförs var trehundra meter. En sektionering med isolerande material anordnas enligt **ritning 3-801 830, variant 1**.

Banstängsel som är placerat där allmänheten frekvent uppehåller sig skyddsjordas och förstärks med en Fe-lina 50 mm².

Taggtråd och liknande skyddsjordas normalt inte.

8.2.4.2 Stängsel/staket parallellt med banan utanför kontaktledningsområdet

Stängsel/staket som är placerat på ett avstånd upp till 50 meter från närmaste spårmitt ska sektioneras med 1 250 meters mellanrum.

Om stängslet/staketet är byggt med ledande ståndare, som har elektrisk kontakt med jord, krävs ingen sektionering.

Sektionering av stängsel/staket anordnas när detta vinklar ut från banan, se **avsnitt 8.2.2** samt **BVS 510**.

8.2.5 Elektrisk sektionering av stängsel/staket

Ritning 3-801 830 redovisar fyra olika utföranden av elektrisk sektionering av stängsel/staket:

- Variant 1 beskriver en neutralsektion av icke elektriskt ledande material. Utförandet är det enda som får förekomma innanför kontaktledningsområdet.
- Varianterna 2 och 4 beskriver en neutral sektion upphängd på stolpar.
Stolparna i variant 2 är monterade i separata fundament, som är isolerade sinsemellan.
- Variant 3 beskriver en neutralsektion utförd med avspänningsisolatorer.
- Variant 4 har gemensamt fundament. Stolparna i neutralsektionen är isolerade i fundamentet.

Stolparna i neutralsektionen i varianterna 2 och 4 ska ha ett avstånd om 5 - 10 cm till övriga stängsel-/staketstolpar.

Observera att neutralsektionen inte ska skyddsjordas.

8.2.6 Skyddsjordning av skyddsnät och gabioner

Ritning 3-800 290 beskriver skyddsjordning av skyddsnät och gabioner.

När Cu-lina ansluts till galvaniserad Fe-lina ska ett korrosionsskyddande band användas som mellanlägg mellan linorna.

Skyddsnät ansluts till returströmkretsen med ett inbördes avstånd motsvarande var tredje kontaktledningsstolpe.

Om del av skyddsnätet befinner sig innanför kontaktledningsområdet ska anslutande ledare ha en area på Cu 50 mm². För potentialutjämning av skyddsnät utanför kontaktledningsområdet kan anslutande ledare ha en area på Cu 25 mm².

Vid komplettering med längsgående ställina i skyddsnät och gabioner ska denna ha en area om minst 50 mm².

8.2.7 Skyddsjordning av plåttak och takrännor

Ritning 3-800 291 beskriver skyddsjordning av plåttak och takrännor.

Skyddsjordning av takrännor utan stuprör krävs inte om dessa är placerade så att nedfallande kontaktledning inte kan fastna i rännorna.

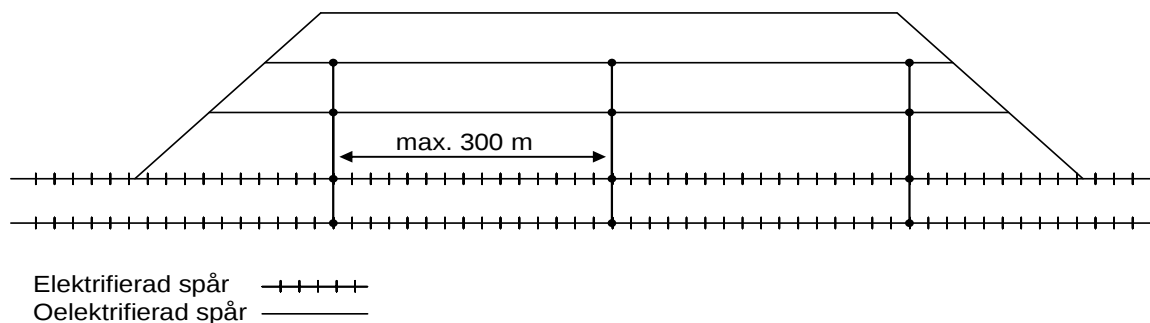
Notera: Med kraftigt mekaniskt förband på **ritning 3-800 291** avses takkonstruktioner med falsad plåt, där plåten inte är belagd med plastbaserat korrosionsskikt.

8.3 Oelektrifierade spår parallella med elektrifierade spår

Om avståndet mellan oelektrifierade spår och elektrifierade spår är mindre än 10 meter ansluts de två närmaste oelektrifierade spåren i tvärförbindningen, se **figur 8-5**.

Om avståndet mellan de två oelektrifierade spåren däremot är mer än 10 meter ansluts endast det närmaste oelektrifierade spåret till tvärförbindningen, se **figur 8-5**.

Principen för anslutning av oelektrifierat spår till tvärförbindning enligt **avsnitt 10.4** framgår av **ritning 2-801 822**.



Figur 8-5: Tvärförbindning av spår på bangård med oelektrifierade spår parallella med elektrifierade spår

8.4 Jordning av betongkonstruktioner

8.4.1 Allmänt

Elektrisk förbindning av armering i betong kan utföras som:

- Svetsad
- Pressad
- Skruvad

Standardiserade jordanslutningspunkter ska vara av rostfritt, syrafast utförande med skruvanslutning, dimension M12.

Armeringsjärn och tillhörande jordanslutningspunkter ska ha en area om minst 200 mm².

Om oisolerad Cu-ledare gjuts in i betong ska ett mellanlägg av korrosionsskyddande band förläggas mellan Cu-ledaren och armeringen; detta för att undvika direkt galvanisk kontakt.

8.4.2 Dokumentation

Jordningsåtgärder för betongkonstruktioner ska framgå av tillverknings- och anläggningsritningar.

Typritningar för jordning av broar och tunnlar kan användas som stöd vid upprättande av objekt-specifika ritningar.

8.5 Jordning av tunnlar

8.5.1 Jordning av tunnelväggar

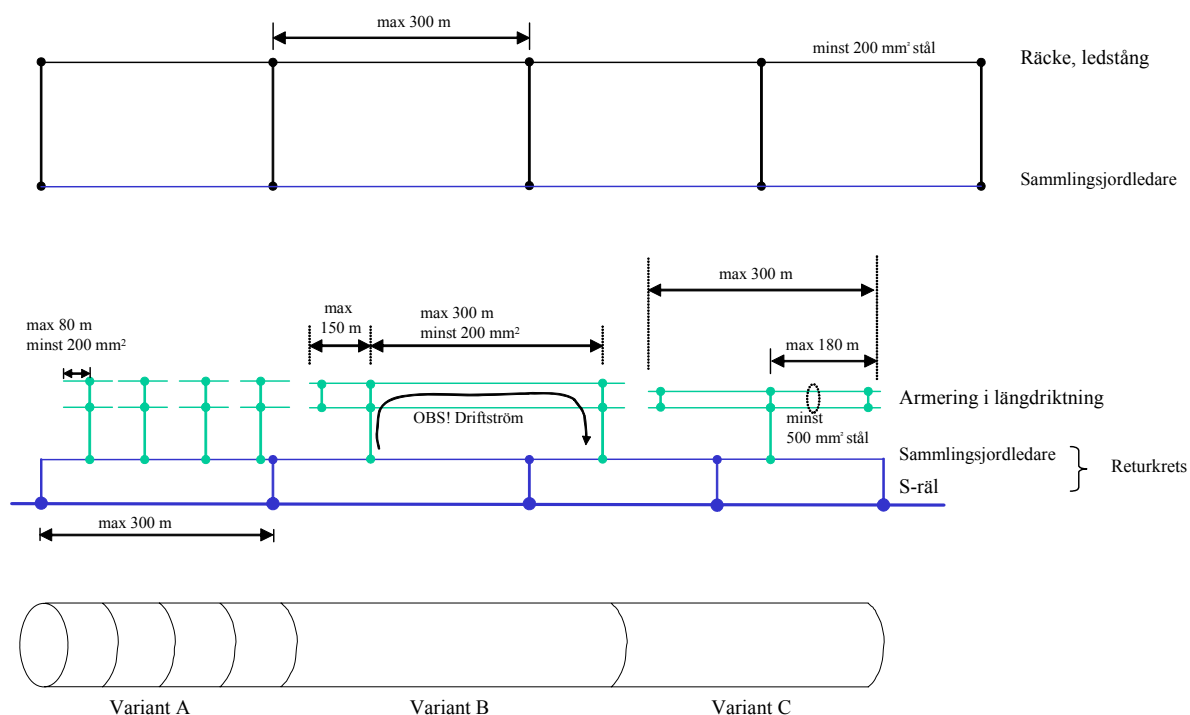
Samtliga armerade tunnelväggar innanför kontaktledningsområdet ska jordas var trehundra meter. Jordningen görs genom anslutning av armeringen till returströmkretsen.

Om tunneln består av sektioner och det saknas genomgående armering mellan sektionerna, ska varje sektion anslutas till returströmkretsen.

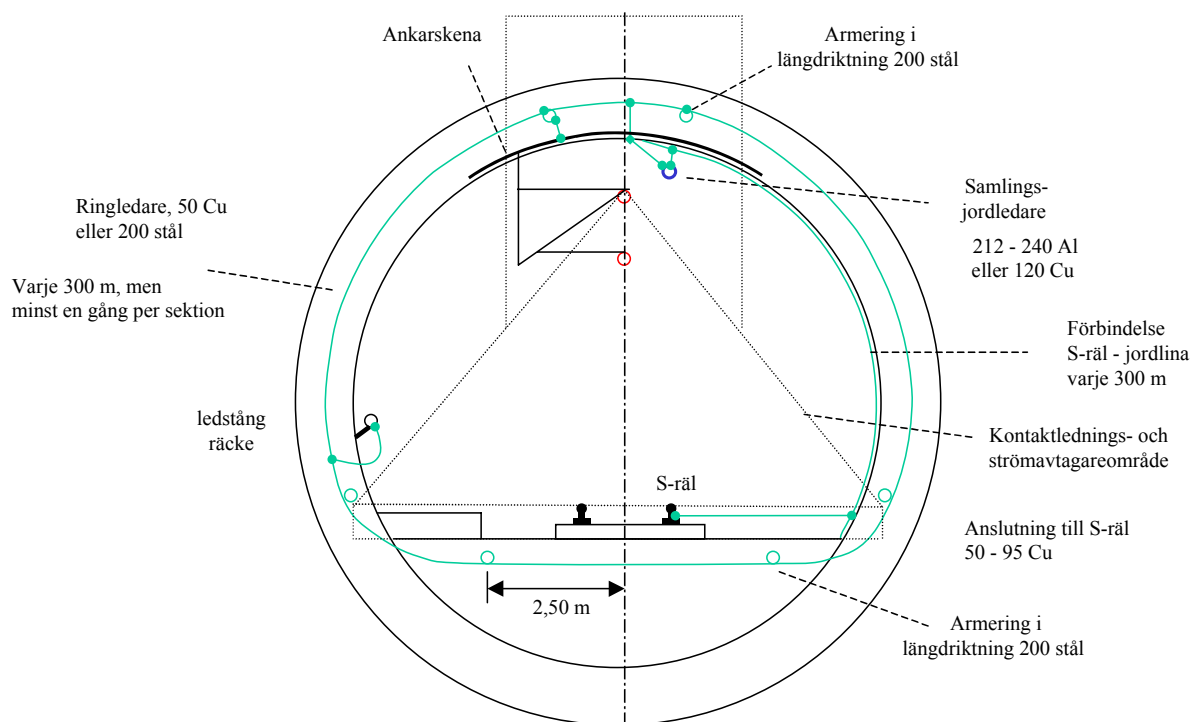
Armeringen ska klara driftströmmen mellan två anslutningspunkter inom en sektion, se **figur 8-6**. Avståndet till den närmaste anslutningspunkten får inte överstiga 150 meter.

Om det finns genomgående armering genom hela tunneln måste armeringen klara återgångsströmmen samt vara ansluten till returströmkretsen var trehundra meter.

Även väggarna i tvärtunnlar ska jordas på grund av potentialutjämningskrav.



Figur 8-6: Jordning av tunnlar



Figur 8-7: Tunneltvårsnitt

8.5.2 Skyddsjordning i tunnlar

I tunnlar kan samtliga objekt skyddsjordas till en eller flera samlingsjordledare, se **avsnitt 8.5.3**. För att minimera störningar i telekabel ska ett så stort avstånd som möjligt mellan samlingsjordledare och telekabel eftersträvas.

Räcken och ledstänger skyddsjordas minst var trehundra meter. Om dessa har en area mindre än Fe 200 mm² måste kortare avstånd för skyddsjordningen tillämpas.

8.5.3 Samlingsjordledare i tunnlar

Samlingsjordledare i tunnlar ska utgöras av koppar.

Utsatta delar, som utgör upphängningspunkter för Banverkets jordlinehållare, är skyddsjordade via jordlinehållaren och samlingsjordledarens installation i densamma.

Infästningen av jordlinehållaren med hakskruv eller skruvförband utgör en kortslutningssäker anslutning.

Minsta tvärsnittsarea som kan nyttjas i jordlinehållaren är Cu 70 mm².

Principutförande för samlingsjordledare med tillhörande jordlinehållare (Banverkets artikelnummer för jordlinehållaren: 0424012) framgår av **ritning 1-801 834**.

8.5.3.1 Tunnlar upp till 300 meter

I tunnlar upp till 300 meter ansluts samlingsjordledaren till S-räl mitt på samlingsjordledaren enligt (n-1)-kriteriet. Vid flera längsgående samlingsjordledare tvärförbinds dessa i samma punkt.

En Al-lina får dras genom tunneln. Om linan är förlagd på jordlinehållare (Banverkets artikelnummer: 0424009) krävs ingen extra skyddsjordning av upphängningspunkterna. Övrig skyddsjordning av objekt till Al-linan är inte tillåten.

8.5.3.2 Tunnlar längre än 300 meter

Samplingsjordledare i tunnlar längre än 300 meter ska vara minst Cu 120 mm², men får delas upp på flera ledare med minst Cu 50 mm². Dock måste Cu-ledare på jordlinehållare (Banverkets artikelnummer för jordlinehållaren: 0424012) vara minst 70 mm².

Vid säker returströmkrets kan samlingsjordledaren minskas till Cu 50 mm².

Anslutning enligt (n-1)-kriteriet görs från samlingsjordledaren till S-räl var trehundra meter, dock minst två gånger. Vid användning av flera längsgående jordledare tvärförbinds dessa i samma punkt.

I tunnlar längre än 300 meter övergår Al-lina till Cu-lina.

8.5.4 Tunnlar med lining

Tunnlar som har en tätning mellan inner- och yttervägg (lining eller membran) får en så kallad svävande potential, som kan röra sig fritt mot sann jord. Potentialen kan där bli farlig vid tunnelns samtliga in- och utgångar (exempelvis i början och slut av tunnlarna samt vid nödutgångar) om inga särskilda åtgärder vidtas. För varje in- och utgång måste därför kontrolleras om det finns risk för överskridande av tillåten beröringsspänning. Om så är fallet ska potentialutjämning och jordningsåtgärder vidtas i samråd med Banverkets huvudkontor.

På grund av potentialutjämnings- och skyddsjordningskraven ska den inre tunnelväggen vara ansluten till returströmkretsen.

8.6 Jordning av broar

8.6.1 Allmänt

Järnvägs- och vägbroar kräver jordningsåtgärder om någon del av dem ligger innanför kontaktledningsområdet. En bro kan – genom sin storlek – överföra potential från avlägsen jord till järnvägen eller vice versa genom exempelvis ett broräcke. Av den anledningen är potentialutjämning ett krav vid jordning av broar.

Ur jordningssynpunkt består en bro av överbyggnadselement, pelare, pelarfundament och landfästen, se **figur 8-8**.



Anslutningspunkter anordnas på pelarens topp och fot. Anslutningspunkterna ska vara tillgängliga för mätning och kontroll även efter byggtiden.

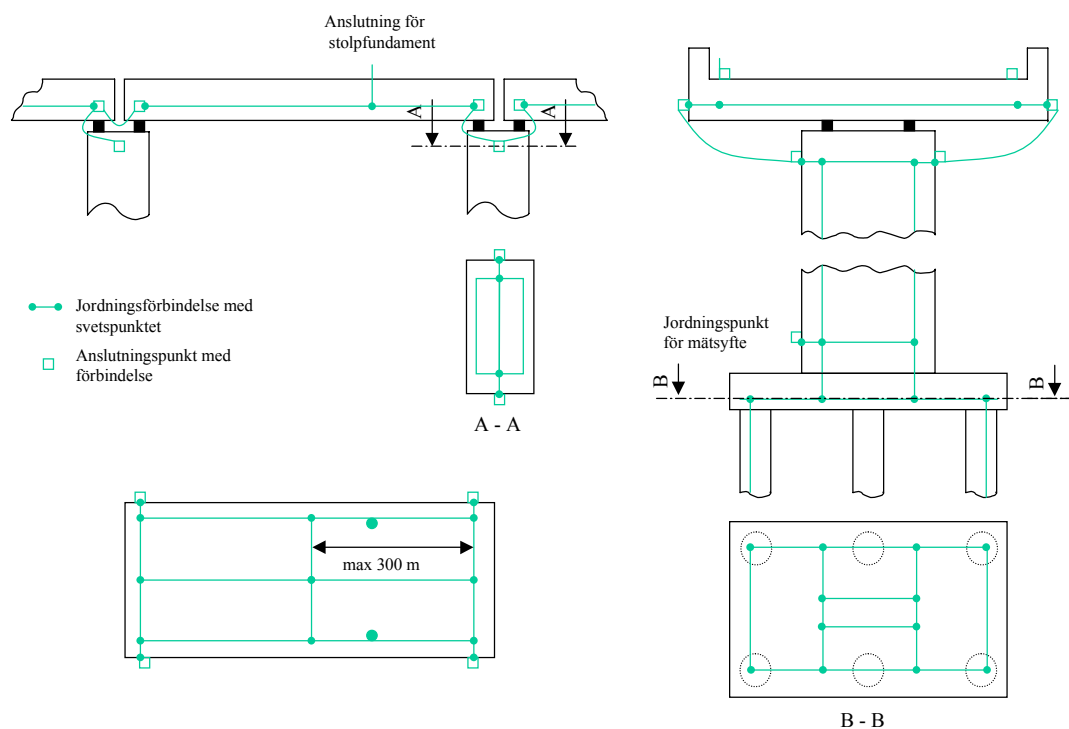
Jordledaren genom pelaren ska utföras med dubbla ledare, så att varje enskild ledare uppfyller drift- och kortslutningskraven. Mellan pelarfoten och bottenplattan ska det finnas en strömsäker förbindelse.

8.6.4 Pelarfundament och landfästen

Pelarfundament och landfästen utgör brons jordtag.

Armeringen i fundament och fästen får således funktionen av djupjordtag/marklinenät och bidrar därmed till att sänka jordtagsresistansen, se **figur 8-9**.

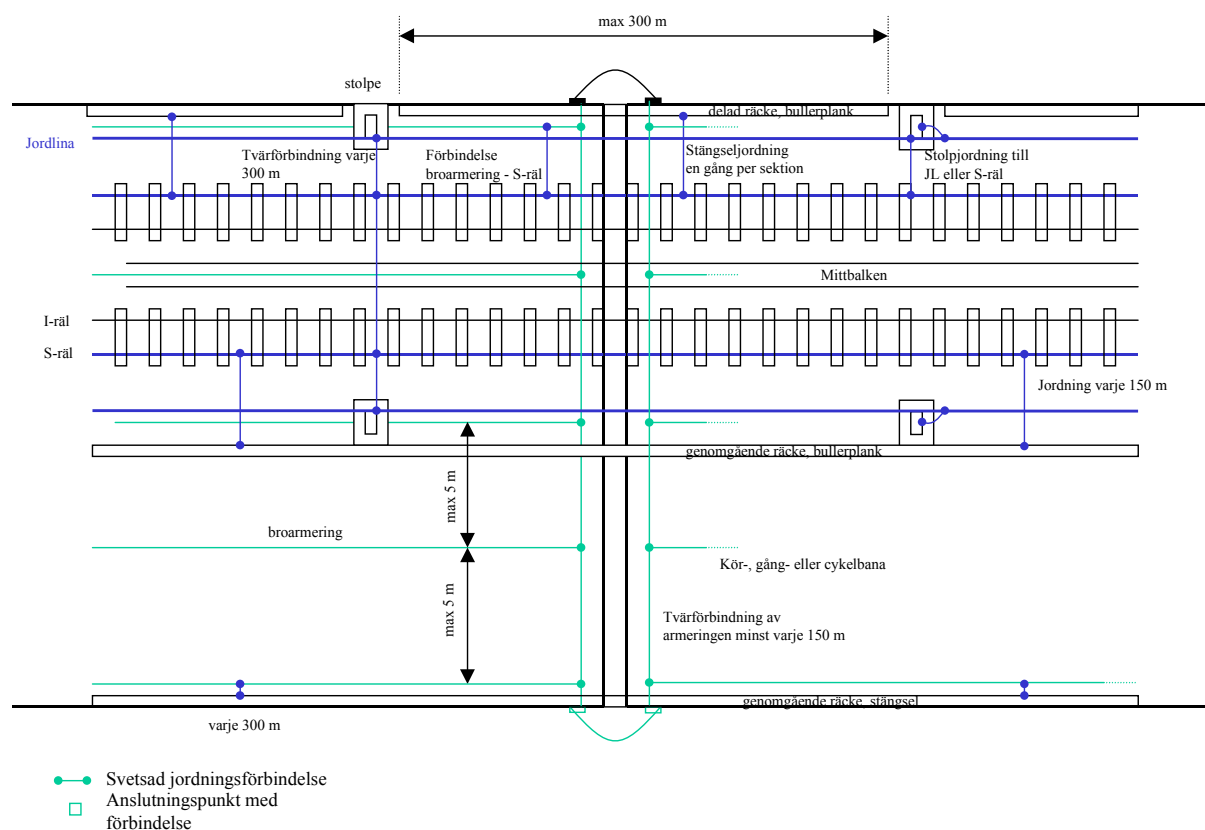
I landfästet och i bottenplattan förbinds armeringen så att man erhåller ett grovt rutnät med en maskstorlek på cirka 5 meter. Om det finns pålar med åtkomligt stål eller åtkomlig armering ansluts maximalt fyra av dessa till bottenplattan.



Figur 8-9: Översikt över jordningsförbindelser i järnvägsbro

8.6.5 Jordning på järnvägsbroar

Figur 8-10 visar skyddsjordning och potentialutjämning på en järnvägsbro.



Figur 8-10: Skyddsjordning och potentialutjämning på järnvägsbro

8.6.6 Jordning på vägbroar och andra broar som korsar järnväg

Vägbroar och andra broar som korsar järnväg eller delar av sådana broar som ligger innanför kontaktledningsområdet ska skyddsjordas. Även väg- och broräcken ansluts då till returströmkretsen.

Belysningsstolpar som befinner sig inom 2,5 meter från S-räljordade anläggningsdelar eller har kontakt med broarmeringen måste potentialutjämnas genom anslutning till S-räl.

För jordning av belysning på vägbroar och andra broar som korsar järnväg, se **avsnitt 6.2.1**.

Om rälspotentialen överstiger tillåten beröringsspänning ska samtliga brodelar anslutas till returströmkretsen; detta för att undvika farliga potentialskillnader.

8.6.7 Vägräcken

Vägräcken som går vinkelrätt med banan innanför kontaktledningsområdet (exempelvis på vägbroar som korsar järnväg) eller är monterade på konstruktioner som kräver jordning ska skyddsjordas.

Om vägräcket genom sin konstruktion har en ledande anslutning till jord, exempelvis genom stålståndare direkt i marken eller betongfundamentet, är kravet på skyddsjordning uppfyllt.

9 Betongkonstruktioner som jordtag

9.1 Allmänt

Jordtag anordnas för att säkerställa att personal och utrustning inte utsätts för farliga spänningar och/eller störningar. Detta gäller såväl vid kontinuerlig drift som vid kortvariga jordfel och överspänningar. Genom anslutning av betongkonstruktioner i mark till returströmkretsen kan beröringsspänningen mellan returströmkretsen och sann jord reduceras.

Alla större stålarmerade betongkonstruktioner ska nyttjas som jordtag och anslutas till returströmkretsen.

Cu-ledare ska – på grund av korrosionsrisken – vara isolerade i betong, se även **avsnitt 8.4.1**.

10 Förbindningar i spår

10.1 Allmänt

Jordledarareor dimensioneras enligt **avsnitt 4.3**.

De ritningar i **kapitel 15** som kan hänföras till detta kapitel visar infästning med ”Spike” i betongsliper. Hålet för ”Spike” ska alltid borraras minst 50 mm från sliperns överkant.

För infästning i träsliper ersätts ”Spike” med klockspik (Banverkets artikelnummer: 0676536).

Samtliga anslutningar till räler ska placeras i rälslivets neutralzon. Med ett avstånd från räls huvudet till anslutningspunkten på mellan 70 och 90 mm täcks neutralzonen in för de tre vanligaste rälsprofilerna.

Observera att det är viktigt att slingan för anslutande ledare till sliper inte fästs med klammer i slipersändan.

10.2 Kontaktförbindning över rälsskarvar

Kontaktförbindningen över rälsskarvar med skarvjärn utförs med minst två Cu 50 mm² enligt **ritning 3-800 295, variant A**.

För information om kontaktförbindning i I-räl, se **BVS 544.91120**.

10.3 Skyddsjordning av skyddsräler

För skyddsräler längre än 2 meter med öppna skarvar utförs jordförbindning med minst en Cu 50 mm² enligt **ritning 3-800 295, variant B**.

Skyddsräler ansluts till tvärförbindningar och/eller S-räl enligt **ritning 2-800 286**.

Skyddsräler intill baliser skyddsjordas enligt **ritning 2-800 286**.

För information om kapning av skyddsräler, se **BVF 586.65**.

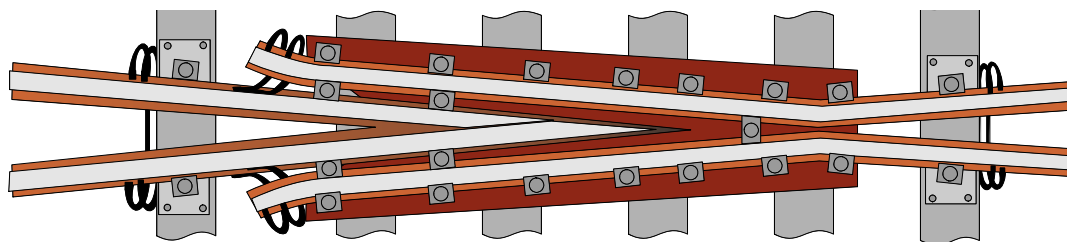
10.4 Kontaktförbindning i spårväxelkorsningar

Vissa äldre spårväxelkorsningar (se **figur 10-1**) har korsningspartier som är sammansatta av flera delar. I dessa ska dubbla Cu 50 mm² förbinda

- rälerna i spårväxelkorsningen.
- korsningsvingarna till respektive räl.

Varje Cu-lina ska vara kontaktpressad på en anslutningslina (Banverkets artikelnummer: 0420207), som ska vara pinnlödd i rälens neutralaxel.

Kontaktförbindningarna monteras så att de är skyddade mot mekanisk åverkan.



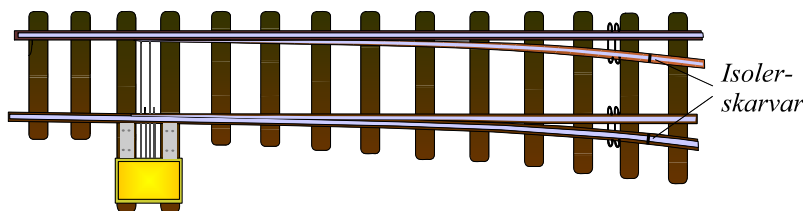
Figur 10-1: Kontaktförbindning i spårväxelkorsning

10.4.1 Kontaktförbindning i växels tungrot

I växels tungrot (se **figur 10-2**) ska dubbla Cu 50 mm² förbinda

- den stödräl som är S-räl med tillhörande växeltunga.
- den stödräl som är I-räl med tillhörande växeltunga.

Varje Cu-ledare ska vara kontaktpressad på en anslutningslina (Banverkets artikelnummer: 0420207), som ska vara pinnlödd i rälens neutralaxel.



Figur 10-2: Kontaktförbindning i växels tungrot

10.5 Jordanslutning till S-räl med Cu 50 och 70 mm²

Följande gäller **ritning 1-801 821**:

Förläggning av kabelskyddsrör samt deras längder och dimensioner bestäms utifrån lokala förhållanden och förutsättningar vid beredning av underballast med mera. Vid korsning av kabel gäller dock alltid krav på kabelskyddsrör kring jordledare.

Ett kabelskydds rör som sträcker sig hela vägen mellan fundament och slipersände underlättar besiktning av förbindningen tack vare möjlighet till mekanisk kontroll.

Jordledare ovan mark anses skyddad mot mekanisk åverkan om den – genom sitt läge – är skyddad mot skador från passerande fordon, redskap och dylikt.

10.6 Skyddsjordning av kontaktledningsstolpar med Cu 50 mm²

Följande gäller **ritning 3-516 680**:

Som alternativ till anslutning till kontaktledningsstolpe med skruvförband kan även pinnlödning användas. Dock gäller alltid krav på rostskyddsbehandling efter pinnlödning.

Följande gäller **ritning 2-801 831**:

Förbindningen för skyddsjordsanslutningen till kontaktledningsstolpen kan även göras från jordningsplint monterad i stolpen.

Stolpens skyddsjordsanslutning till S-räl får ingå i (n-1)-kriteriet. Förbindning med stolpens skyddsjordledare görs då med kontaktpressat C-förband eller via anslutning till jordningsplint.

För information om skydd mot mekanisk åverkan, se **avsnitt 10.5**.

10.7 Z-förbindningar

På utsatta platser, exempelvis platser med mekanisk snöröjning, kan jordtrådsskydd (Banverkets artikelnummer: 0424256) ersättas med kabelskydd av metall.

10.7.1 Enkla Z-förbindningar med Cu 3 × 50 mm² eller Cu 2 × 70 mm²

Nya Z-förbindningar utförs med minst Cu 2 × 70 mm² enligt **ritning 3-800 281, utförande B**.

I entreprenadarbetsområde med befintliga Z-förbindningar utförda med två ledare kompletteras förbindningarna med en Cu 50 mm² och utförs enligt **ritning 3-800 281, utförande A**.

10.7.2 Dubbla Z-förbindningar med Cu 50 och 70 mm²

Vid dubbla Z-förbindningar utförs förbindningarna av S-räl med Cu 2 × 70 mm² enligt **ritning 3-801 833** alternativt med Cu 3 × 50 mm² enligt **ritning 3-800 282**.

Förbindningar av I-räl utförs med 2 × 10 mm² RQ, se **BVS 544.91120** samt **ritningarna 3-800 282 och 3-801 833**.

I entreprenadarbetsområde med dubbla, befintliga Z-förbindningar utförda med två ledare kompletteras förbindningarna av S-räl med en Cu 50 mm² enligt **ritning 3-800 282**.

Flyttning av anslutningsläge på sliper utförs inte.

10.8 Tvärförbindningar i spår

10.8.1 Allmänt

Utförandet av tvärförbindningar i spår är uppdelat i nybyggnation respektive befintlig anläggning.

Tvärförbindningar på bangård ansluts med fördel till kopplingsplint i kontaktledningsstolpe. Därmed kan närliggande skyddsjordning räknas in i (n-1)-kriteriet.

Jordplint monteras i kontaktledningsstolpe enligt **ritning 2-801 831**.

Tvärförbindningens anslutningsände märks med en syrafast märkbricka med erforderliga relationsdata, exempelvis stolpnummer.

10.8.2 Nybyggnation

Vid nybyggnation och vid ballastbyte i befintlig anläggning utförs tvärförbindningar antingen enligt **ritning 2-801 822** eller enligt **ritning 1-801 823, variant 1**.

10.8.2.1 Anslutning till S-räl

Vid nybyggnation och vid ballastbyte i befintlig anläggning utförs anslutning till S-räl antingen enligt **ritning 1-801 821, montagealternativen 1 och 3** eller enligt **ritning 2-801 822 och ritning 1-801 823, variant 1**.

Vid krav på dubblerad tvärförbindning utförs anslutningen med två jordlinor från jordningsplint till S-räl enligt samma princip som i **ritning 2-801 822 och ritning 1-801 823, variant 1**.

10.8.3 Befintlig anläggning

Vid befintlig anläggning utförs tvärförbindningar antingen enligt **ritning 1-801 821, montagealternativen 3 och 4** eller enligt **ritning 1-801 823, variant 2**.

10.8.3.1 Anslutning till S-räl

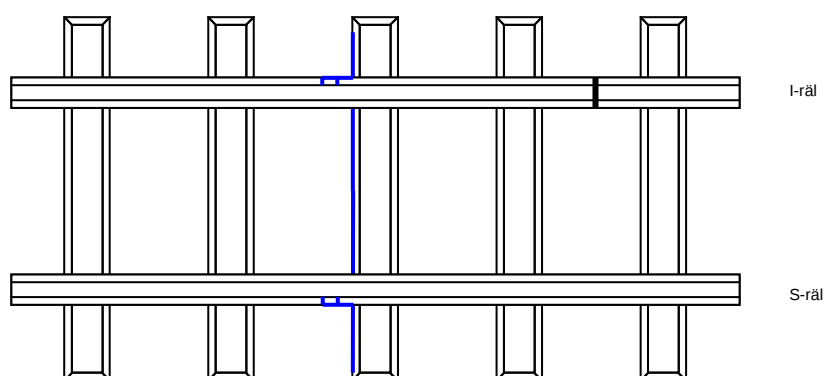
Vid befintlig anläggning utförs anslutning till S-räl antingen enligt **ritning 1-801 821, montagealternativen 4 och 5** eller enligt **ritning 1-801 823, variant 2**.

Vid krav på dubblerad tvärförbindning utförs anslutningen med två jordlinor från jordningsplint till S-räl enligt samma princip som i **ritning 1-801 821, montagealternativen 4, 5 och 3:B** eller enligt **ritning 1-801 823, variant 2**.

10.9 Rälstvärförbindningar

Rälstvärförbindningar utförs på elektrifierat spår utan I-räl, se **figur 10-3**.

Montaget utförs på en sliper med principlösning enligt **ritning 2-800 286**. Förbindningen utförs med $\text{Cu } 1 \times 50 \text{ mm}^2$ och med fördel i samband med tvärförbindning, se även **avsnitt 10.3**.



Figur 10-3: Rälsvärförbindning

10.9.1 Vid gräns mot spår utan spårledning

Där en spårledning (I-räl) gränsar mot/slutar intill ett område utan spårledningar ska rälerna utanför den avslutande isolerskarven förbindas med en rälsvärförbindning med $\text{Cu } 2 \times 50 \text{ mm}^2$.

10.10 Driftjordning

10.10.1 Allmänt

En driftjordledare ska vara kortslutnings- och driftströmssäker samt mekaniskt hållfast. För mekanisk hållfasthet krävs minst $\text{Cu } 50 \text{ mm}^2$.

Driftjordledare och deras anslutningar till S-räl ska uppfylla (n-1)-kriteriet.

10.10.2 Förbindningar vid driftjordpunkter i BT- och AT-system

Vid driftjordpunkter utförs tvärförbindningar enligt **avsnitt 10.8**.

10.10.2.1 BT-system

I BT-system ansluts driftjordpunkter till S-räl med fyra ledare med minst $\text{Cu } 50 \text{ mm}^2$.

Ritning 3-800 287 visar utförande av driftjordpunkt i stål stolpe. Av ritningen framgår erforderliga referensritningar för tvärförbindning respektive anslutning till S-räl.

Vid enkel återledning monteras dess anslutning till nedledaren med dubbla avgreningsklämmor.

Nedledaren behöver inte dimensioneras med mer än en lina, eftersom den maximala belastningsströmmen normalt inte utgörs av mer än belastningen mellan två sugtransformatorer.

Vid montage av driftjordpunkt i betongstolpe bör nedledaren utföras med minst Cu 120 mm².

10.10.2.2 AT-system

I AT-system ansluts driftjordpunkter till S-räl och utförs enligt **ritning 3-803 020**.

Vid flerspår kompletteras driftjordningen med dubblerad tvärförbindning.

10.10.2.3 Vid övergång mellan BT- och AT-system

Driftjordpunkter vid övergång mellan BT- och AT-system ska ha minst samma ledningsförmåga som återledningen och anslutas till autotransformatorns mittuttag, se motsvarande avsnitt i **BVS 510**.

Ritning 1-801 739 beskriver anslutning av jordledare till jordningsplint på kontaktledningsstolpe för återledning, driftjordning av autotransformator samt driftjordledares anslutning till S-räl.

11 Jordning av hjälpkraftanläggningar

11.1 Allmänt

Mätarkabelskåp placeras utanför kontaktledningsområdet och minst 2,5 meter från föremål med rälspotential.

En hjälpkrafttransformator ansluts till returkretsen enligt (n-1)-kriteriet.

För information om kablar, kabelavslut, stolptransformatorer och ventilavledare, se **kapitel 13**.

11.2 Tvärförbindningar

En tvärförbindning anordnas inom 150 meter från hjälpkrafttransformatorns anslutningspunkt enligt **avsnitt 10.7**.

11.3 Utlösningstvillkoret

Beräkning av utlösningstvillkoret ska alltid utgå från ingående kabels PE-ledararea. Detta gäller även i fall där del av PE-ledare utgörs av S-räl eller annan ledare som tillhör returströmkretsen.

PE-ledare i matande kabel ska isoleras i mottagande anslutningspunkt och ny förbindelse till returströmkretsen anordnas.

PE-ledare i vidarematande kabel ansluts till den nya förbindelsen till returströmkretsen.

11.4 Jordning av lågspänningsnät

11.4.1 Lågspänningsnät matade från Banverkets hjälpkraftnät

Jordning av lågspänningsnät matade från stolptransformatorer anslutna till Banverkets hjälpkraftnät utförs enligt **ritning 1-800 298** (se även **avsnitt 13.1.4**).

11.4.2 Lågspänningsnäts anslutning till returströmkretsen

Vid enkelspår ansluts lågspänningsnät till returströmkretsen enligt lämpligt alternativ som framgår av **ritningarna 1-801 821 och 1-801 823**.

Vid flerspår ansluts lågspänningsnät till returströmkretsen enligt lämpligt alternativ som framgår av **ritningarna 1-801 821, 1-801 823 och 2-801 822**.

11.5 Mellantransformatorer

Där lokal elnätsägare enligt **SS 4370140** kräver separering av eget nät och Banverkets lågspänningsnät ska mellantransformator monteras.

Mätarkabelskåp ska placeras minst 2,5 meter från ledande föremål anslutna till returströmkretsen.

För inkopplingsalternativ och placering av mellantransformatorer, se någon av följande ritningar:

- **Ritning 3-801 827**
- **Ritning 3-801 828**
- **Ritning 6-801 829, variant 1 eller 2**

11.6 Behandling av PE-ledare i lågspänningskabel

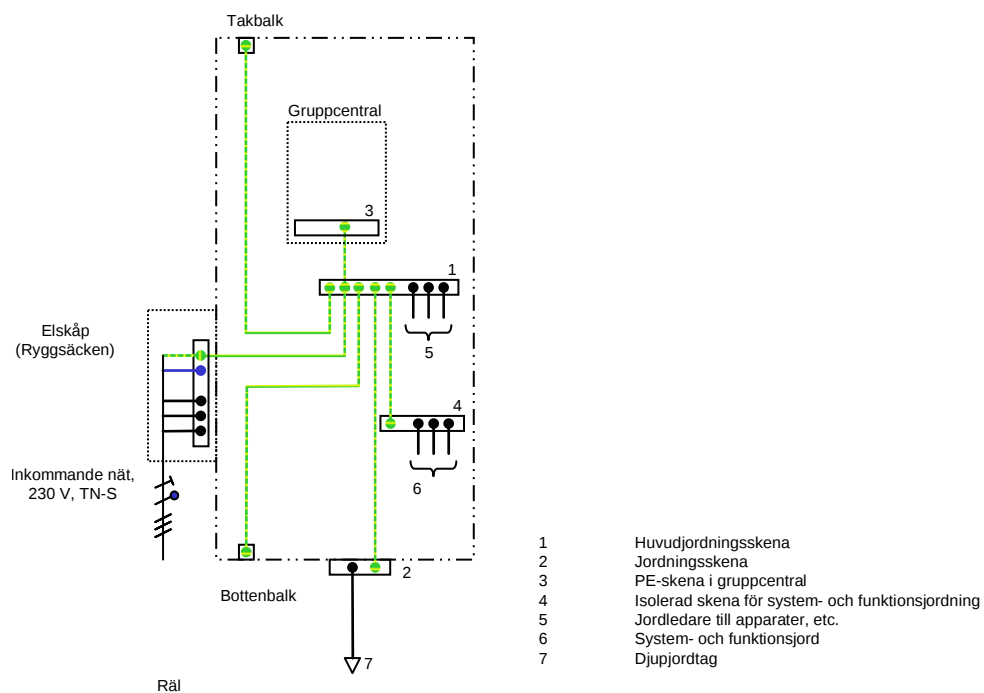
11.6.1 Vid elektrifierad bana

Vid elektrifierad bana ska kabelskärmar vara anslutna till jord i matande ände (lokal jord) fram till nästa kopplingspunkt, där ny anslutning till returströmkretsen är utförd. Detta innebär att om mottagande objekt har annan anslutning till returströmkretsen än matarkabel ska matande kabels PE-ledare inte anslutas till objektet. Om mottagande objekt saknar anslutning till returströmkretsen ska matande kabels PE-ledare anslutas till objektet, se även **ritning 3-801 827**.

11.6.2 Vid oelektrifierad bana

Vid oelektrifierad bana ska PE-ledare vara elektriskt kopplad genom hela kretsen.

En principritning över jordning av signalanläggning (yttre objekt) vid oelektrifierad bana visas i **figur 11-1**.



Figur 11-1: Principritning över jordning av signalanläggning (yttre objekt) vid oelektrifierad bana

12 Jordning av kraftförsörjningsanläggningar

12.1 Allmänt

För jordningsprinciper av olika anläggningstyper i Banverkets kraftförsörjningsanläggningar, se **BVS 510**.

För anslutning av kabelavslut, ventilavledare med mera, se **avsnitt 13.1.4**.

12.2 Sugtransformatorer

Jordning av markuppställda sugtransformatorer utförs enligt **ritning 2-801 826**.

12.3 Jordkontakthållare på lastspårsfrånskiljare

Jordkontakthållare (Banverkets artikelnummer: 0426135) enligt **ritning 2-800 288** passar till alla frånskiljare med stativ i svetsat utförande.

Anslutningen till S-räl ska uppfylla (n-1)-kriteriet. Kriteriet uppfylls genom att nedledaren från jordkontakthållaren till S-räl kopplas ihop med kontaktledningsstolpens skyddsjordledare med hjälp av en pressgrenklämma, se **ritning 2-800 288**. Alternativt monteras en jordningsplint med två anslutande ledare till S-räl samt en ledare till jordkontakthållare och kontaktledningsstolpe enligt **ritning 2-801 831**.

12.4 Driftjordning

För information om driftjordning, se **avsnitt 10.10**.

12.5 AT-system

12.5.1 Drift- och skyddsjordledare

För autotransformatorer gäller krav på dubbla systemjordledare.

Drift- och skyddsjordledare dimensioneras enligt **avsnitt 4.3**.

Minst en skyddsjordledare ska förbinda autotransformatorn med returströmkretsen.

För information om driftjordpunkter, se **avsnitt 10.10**.

12.5.2 Längsgående jordlinor

Vid installation av längsgående jordlina i jordlinehållare är linan kortslutningssäkert förbunden med kontaktledningsstolpen via jordlinehållarens montage i stolpen. Således är kontaktledningsstolpens skyddsjordning säkerställd genom jordlinans montage i jordlinehållaren.

Jordlinan ansluts till S-räl var trehundra meter.

För information om förläggning av längsgående jordlina i tunnel, se **avsnitt 8.5.3**.

Banverkets artikelnummer för jordlinehållare:

- 0424009 för Al 212 - 241 mm²
- 0424012 för Cu 70 - 150 mm²

12.6 Omformar- och transformatorstationer

För information om omformar- och transformatorstationer, se **BVS 510**.

13 Jordning av kraft- och styrkablar

13.1 Jordning av kraftkablar med märkspänning över 1 kV

13.1.1 Anslutning av kabelskärmar

Generellt i Banverkets anläggningar gäller att kablar ansluts med sluten skärmkrets, se **BVS 510**.

Enligt **BVS 543.36331** ska det finnas detaljerade monteringsanvisningar för kabelavslut, som på ett enkelt och lättöverskådligt sätt beskriver hela monteringsprocessen.

13.1.2 Krypströmfångare vid öppen och sluten skärm

Krypströmfångare, enligt **ritning 4-801 835**, ska alltid monteras och får varken isoleras eller döljas under kabelavslutet.

13.1.3 Kabelskärm vid öppen skärm

Kabelavslut med öppen skärm kan nyttjas i ena änden av kablar inte längre än 75 meter. Detta görs ofta för kablar förlagda i kontaktledningsbryggor, för kablar förlagda under broar och för utmatningskablar till separata bangårdsgrupper. Kabelskärmen jordas då i den kabelände som är ansluten vid kontaktledningsstolpe.

Öppen kabelskärm inklusive krypströmfångare visas på **ritning 4-801 835**.

13.1.4 Jordningsprincip för stolptransformatorer, kabelavslut och ventilavledare

Följande gäller **ritning 1-800 298**:

Vid montage av kablar för kontaktledning och återledning dras en separat Cu 50 mm² för anslutning av kabelskärmar.

En ledare ansluten till returströmkretsen enligt (n-1)-kriteriet kan anslutas till flera kabelskärmar.

Vid montage av ventilavledare förbinds dessa med en Cu 50 mm² (på baksidan av ventilavledarkonsolen) och vidare till nedledare till S-räl med en kontaktpressad C-klämma.

Anslutningen till S-räl ska uppfylla (n-1)-kriteriet. Detta kan göras genom att nedledaren från ventilavledaren förbinds med skyddsjordledaren för kontaktledningsstolpe. Anslutningen till S-räl görs över två olika sliprar. Alternativt monteras en jordningsplint med två ledare anslutna till S-räl och en ledare ansluten till nedledaren samt till kontaktledningsstolpen, se **ritning 2-801 831**.

13.2 Jordning av kraftkablar med märkspänning upp till 1 kV

Generellt ska kraftkablar med märkspänning upp till 1 kV jordas i båda ändarna.

För ytterligare information, se **avsnitt 6.1** och **kapitel 11** samt motsvarande avsnitt och kapitel i **BVS 510**.

14 Ritningsförteckning

Ritningsnr.	Titel
3-516 680	Skyddsjordning av kontaktledningsstolpe till S-räl
3-800 281	Z-förbindning, enkel, Cu 3 × 50 och Cu 2 × 70
3-800 282	Z-förbindning, dubbel, Cu 3 × 50 och RQ 2 × 10
2-800 286	Skyddsjordning av skyddsrel vid baliser
3-800 287	Driftjord, förbindning vid jordpunkt i stål stolpe, BT-system
2-800 288	Skyddsjord, jordkontakthållare på fränksiljare
3-800 289	Sektionering och skyddsjordning av staket
3-800 290	Skyddsjord, skyddsnät, bergskärningar och gabioner
3-800 291	Skyddsjord, plåttak, takrännor
4-800 294	Förläggning av jordlina på kabelstege
3-800 295	Kontaktförbindning i rälsskarv
1-800 298	Jordanslutning av stolptransformator, kabelavslut och ventilavledare
1-801 739	Kopplingspunkt, jordplint för driftjord vid gränssnitt AT-BT
1-801 821	Jordanslutning till S-räl, Cu 50 eller 70 mm ²
2-801 822	Tvärförbindning, kopplingspunkt ktl-stolpe, Cu 50 eller 70 mm ²
1-801 823	Tvärförbindning, principutförande, ny och befintlig bana, Cu 50 eller 70 mm ²
3-801 824	Tågvärmeanläggning, radialmatad anläggning, översiktsritning
2-801 825	Tågvärmetransformator, jordning av tågvärmetransformator
2-801 826	Sugtransformator, jordning av markuppställd sugtransformator
3-801 827	Principutförande, jordning av EST-anläggning inom teknikhusområde, mellantransformator
3-801 828	Principutförande, jordning av EST-anläggning inom teknikhusområde, signal
2-801 829	Principutförande, kopplingsalternativ, elkraft från ortsnät
3-801 830	Elektrisk sektionering av staket, princip
2-801 831	Kopplingspunkt, jordningsplint med jordningar och montage på kontaktledningsstolpe
3-801 833	Z-förbindning, dubbel, Cu 2 × 70 och RQ 2 × 10
1-801 834	Samplingsjordledare i tunnel med jordlinehållare, principritning

- 4-801 835 Kabelavslut med öppen skärmände
- 3-803 020 Kopplingspunkt, jordplint för driftjordning av AT med tillhörande jordningar,
autotransformatorsystem