

**banedanmark**



Udgivet 30.03.2007  
Godkendt 28.03.2007  
Jnr.: 74-0018  
Antal sider i alt: 25

Overordnet ansvar:  
Ansvar for indhold:  
Ansvar for indhold:  
Kvalitetskontrol  
Ansvar for fremstilling:

Per Le Fevre  
Steen P Kristensen  
Erik Skov  
Jens Bjørn Nielsen  
Tom Rasmussen

Kørestrømsanlæg  
Beskyttelsesjording på S-banen og i fælleszonen mellem Fjern- og S-banen

**Banenorm BN2-84-1**

## INDHOLD

1.	<u>INDLEDNING</u>	3
2.	<u>IKRAFTTRÆDEN</u>	3
3.	<u>OVERGANGSBESTEMMELSER</u>	3
4.	<u>REFERENCER</u>	4
5.	<u>DEFINITIONER</u>	4
6.	<u>DESKRIPTORER</u>	4
7.	<u>ANVENDELSESOMRÅDE</u>	5
8.	<u>DISPENSATION</u>	5
9.	<u>HISTORIK</u>	5
10.	<u>OVERSPÆNDINGSAFLEDERE (2 KV) OG FASTE JORDSTEDER (JORDTILSLUTNINGER)</u>	6
11.	<u>BESKYTTELSESJORDINGER</u>	6
11.1	<u>Krav til projektering og udførelse af beskyttelsesjordinger</u>	8
11.1.1	<u>Generelt</u>	8
11.1.2	<u>Omformerstationer</u>	10
11.1.3	<u>Strækninger med enkeltstrengede sporisolationer eller FTGS</u>	10
11.1.4	<u>Strækninger med dobbeltstrengede sporisolationer</u>	11
11.1.5	<u>Strækninger der løber parallelt med elektrificerede fjernbanestrækninger</u>	12
11.1.6	<u>Beskyttelsesjording af flere anlægsdele med kun én forbindelse til jordingsplinten/jordløberen/returskinnen.</u>	14
11.1.7	<u>Stålkonstruktioner</u>	15
11.1.8	<u>Særlige anlæg</u>	15
12.	<u>BILAGSOVERSIGT</u>	15



BILAG 1: ILLUSTRATIONER MED EKSEMPLER PÅ  
BESKYTTELSESJORDINGER

## 1. INDLEDNING

---

Formålet med denne Banenorm er at tydeliggøre nogle af de gældende regler og praksis med hensyn til beskyttelsesjording på S-banen, dog med den begrænsning, at regler og praksis beskrevet i andre normer ikke er gengivet i nærværende Banenorm. De er imidlertid i visse tilfælde medtaget i form af henvisninger.

Denne Banenorm beskriver kravene for beskyttelsesjording af Banedanmarks egne anlæg, samt fremmede anlæg placeret på Banedanmarks arealer.

Banenormen er i så stor udstrækning som muligt baseret på referencerne [2] - [6], men erstatter ingen krav og regler i [Stærkstrømsbekendtgørelsen], [DS/EN 50122-1] samt S-banens Kørestrømsinstruks (SKI).

Vedrørende specifik udførelse og udformning af beskyttelsesforanstaltninger for stærkstrøms-, telekommunikations- og andre elektriske installationer mod faren fra energiforsyningssystemer til elektriske baner, henvises til bestemmelser i DS/EN 50122-1 og Stærkstrømsbekendtgørelsen.

Banenormen er udarbejdet i henhold til [Banenorm BN2-1-1 "Struktur, udseende og udvikling af Banenormer", Banedanmark], hvor normniveauerne BN1, BN2 og BN3 er defineret.

**Udgivet af:**

Banedanmark  
Amerika Plads 15  
2100 København Ø

**Fordeling:**

Banedanmark  
Drift, Trafiksikkerhed  
Jernbanegade 2A  
7000 Fredericia  
Tlf: 82272413  
E-mail: dokument@bane.dk

## 2. IKRAFTTRÆDEN

---

Denne Banenorm træder i kraft 16.04.2007. Denne Banenorm ophæver ingen normer.

## 3. OVERGANGSBESTEMMELSER

---

Der er ingen overgangsbestemmelser i denne Banenorm.

## 4. REFERENCER

Nogle steder henviser Banenormen til andre bestemmelser. Enten skrives [bestemmelses navn] eller et nummer [nr.]. Betydningen af nummeret kan findes nedenfor.

Hvis der ikke er nævnt andet, gælder sidst udsendte version af det, der refereres til.

Hvis der ikke er nævnt andet, gælder, at referencerne er normative.

- [1] Banenorm BN2-1, "Struktur, udseende og udvikling af Banenormer", Banedanmark
- [2] Stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 2, Udførelse af elforsyningsanlæg, Elektricitetsrådet.
- [3] Stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6, Elektriske installationer, Elektricitetsrådet.
- [4] DS/EN 50122-1 "Jernbaneanvendelser – Faste installationer. Del 1: Beskyttelsesforanstaltninger relateret til elektrisk sikkerhed og jording"
- [5] SKI, "S-banens Kørestrømsinstruks", Banedanmark
- [6] FKI, "Fjernbanens KørestrømsInstruks", Banedanmark
- [7] Teknisk meddelelse Nr. 01/15.01.2001 "Ændret jordingsprincip på S-banens omformerstationer", Banestyrelsen
- [8] Banenorm BN2-83, Kørestrømsanlæg, Drifts- og beskyttelsesjordinger på Fjernbanen, Banedanmark
- [9] Banenorm BN1-13 "Ledningsanlæg på Banedanmarks arealer", Banedanmark
- [10] Arbejde i spor, Banedanmark
- [11] 94/9/EF – ATEX-direktivet: Equipment and protective systems intended for use in potentially Explosive Atmospheres
- [12] TM nr. 03/25.07.2006. S-banens returstrømssystem. Retningslinier for montage af returstropper

## 5. DEFINITIONER

Der er ingen specifikke definitioner i denne Banenorm.

Banegnistgab omfatter også den tidligere benyttede masteventil, som forsat findes i køreledningsanlægget.

## 6. DESKRIPTORER

AC/DC-kasse	Kørestrøm	Sporimpedans
Beskyttelsesjording	Banegnistgab/masteventil	Stropper

Fast jordingssted	Overspændingsafleder
Jordingsplint	Returkredsløb
Jordløber	Returskinne

## 7. ANVENDELSESOMRÅDE

---

Kravene i denne banenorm er udelukkende gældende på 1650 V DC elektrificerede strækninger. Kravene i afsnit 11.1.5 "Strækninger der løber parallelt med elektrificerede fjernbanestrækninger" indeholder dog krav som også har indflydelse på jording af anlæg på Fjernbanen. Kravene i denne Banenorm er kun dækkende for standardkonstruktioner. Beskyttelsesjording i eller af specielle konstruktioner så som værksteder, vaskehaller m.v. skal udføres efter principperne i denne Banenorm, men der skal i hvert enkelt tilfælde udarbejdes et specielt jordingsprojekt som tager hensyn til de specielle lokale forhold.

Kravene i denne Banenorm skal først og fremmest implementeres i forbindelse med nybygning og i forbindelse med ombygninger.

Generelt skal kravene derudover løbende implementeres i forbindelse med arbejder, som inkluderer ændringer i eksisterende beskyttelsesjordinger.

Endvidere gælder, at defekte forbindelser udført efter ældre jordingsprincipper altid skal udskiftes med forbindelser udført efter de nye jordingsprincipper.

## 8. DISPENSATION

---

Dispensation fra gældende BN2-krav i henhold til afsnit 11, kan kun udstedes af den normansvarlige sektionschef.

Dispensation kan gives med tidsmæssig begrænsning eller permanent.

## 9. HISTORIK

---

Banenormen er ny.

## 10. OVERSPÆNDINGSAFLEDERE (2 KV) OG FASTE JORDSTEDER (JORDTILSLUTNINGER)

Den jordede del af masteplaceret overspændingsafleder (2 kV) skal forbindes med en selvstændig ubrudt forbindelse til returskinnen. Forbindelsen skal tilsluttes returskinnen direkte, det vil sige uden banegnistgab. Forbindelsen må ikke blandes sammen med beskyttelsesjordinger. Kabler til overspændingsafleder og faste jordsteder (jordtilslutninger) skal have et tværsnit på 1 x 70 mm<sup>2</sup> kobber. Kabeltypen skal være som type H07VVR, dvs. med dobbelt kappe og lederkonstruktion af typen "Stranded", men bestå af blyfrit, halogenfrit termoplastisk materiale. Isolationen må ikke være grøn/gul. Kabler skal fremføres beskyttet, dvs. i beskyttelsesrør (Pel-rør, fleksibelt rør eller lignende) eller i kabelrende.

I forbindelse med faste jordingssteder skal kablet til det fast monterede jordingssted forbindes med en selvstændig ubrudt forbindelse til returskinnen. Forbindelsen skal tilsluttes returskinnen direkte, det vil sige uden banegnistgab. Forbindelsen må ikke blandes sammen med beskyttelsesjordinger. Masteplaceret overspændingsafleder (2 kV) og faste jordingssteder tillades ført i én og samme forbindelse til retursystemet. Kabler skal fremføres beskyttet, dvs. i beskyttelsesrør (Pel-rør, fleksibelt rør eller lignende) eller i kabelrende.

For masteplaceret overspændingsafleder (2 kV) og fast jordingssted gælder, at der skal anvendes kabelbeskyttelse til mastetop. Kabel med beskyttelsesrør skal på hensigtsmæssig måde fastgøres på overbygningen f.eks. ved hjælp af svellestump eller lignende. Ved indføring i kabelrende, skal dette ske fra bunden. Ved tilslutning til spor skal beskyttelsesrøret afsluttes ved svelleende i mellemrummet mellem 2 sveller. På stationsområder hvor der færdes ranger- og klargøringspersonale skal beskyttelsesrøret nedgraves i en dybde af 10 - 20 cm under overfladen af ballastlaget/terræn jf.[9]. På øvrige områder/strækninger skal beskyttelsesrøret nedgraves i en dybde af 0 - 10 cm under overfladen af ballastlaget/terræn, dvs. beskyttelsesrøret må ikke udgøre en snublegenstand. Derudover henvises til [9] vedr. "Ledninger på terræn".

Alle forbindelser til returskinnen skal være boltede og foretages med Cembre konnektor type AR 60D.

## 11. BESKYTTELSESJORDINGER

Beskyttelsesjording foretages for at beskytte mod farlige spændinger, som kan give anledning til personfare, fejlfunktion eller ødelæggelse af anlæg. De farlige spændinger, som der beskyttes mod, kan opstå som følge af en nedfalden køreledning eller som følge af potentialforskel (spændingsforskel) mellem to ledende anlægsdele.

Hvis en køreledning falder ned, sikrer beskyttelsesjordingen, at der sker en hurtig udkobling af den spændingsførende køreledning, samt at spændingen holdes nede, indtil udkoblingen er sket.

Beskyttelsesjording af en genstand/konstruktion består af en elektrisk ledende permanent forbindelse mellem genstanden/konstruktionen og returskinnen.

For S-banen, som har et åbent returstrømssystem, der tilstræbes isoleret fra jord, gælder, at forbindelsen mellem returskinnen og genstand/konstruktion, som skal beskyttelsesjordes, aldrig må ske direkte, men skal ske gennem en overspændingsafleder. Overspændingsaflederen er tidligere blevet benævnt som "masteventil".

Masteventiler erstattes fremover, ved nye projekter, med en ny type overspændingsafleder der benævnes "banegnistgab". Banegnistgabet leveres med udskiftelig sikringsindsats med forskellige niveauer for tændspænding. Se systemtegnning FN 8046.0500.2-.5 for valg af type indsats i banegnistgabet.

I den normale driftssituation vil forbindelsen være afbrudt af banegnistgabet for at minimere forekomsten af vagabonderende returstrømme. Hvis spændingen over banegnistgabet overskrider en vis størrelse, vil banegnistgabet kortslutte, således at de genstande/konstruktioner, der er tilsluttet forbindelsen, herved er beskyttet mod farlige berøringsspændinger

Kun fabrikater af banegnistgab som er godkendt af Banedanmark må anvendes. Banegnistgabet skal almindeligvis anbringes så den er umiddelbar synlig fra tilslutningsstedet i returskinnen. Hvis beskyttelsesjordingen forbinder flere genstande, som er placeret tæt på hinanden (< 5 m), skal banegnistgabet placeres mellem returskinnen og afgreningerne, således at forbindelsen til alle genstande afbrydes med ét banegnistgab.

I Bilag 1: er vist en række illustrationer for tydeliggørelse af principperne for beskyttelsesjording.

## 11.1 Krav til projektering og udførelse af beskyttelsesjordinger

### 11.1.1 Generelt

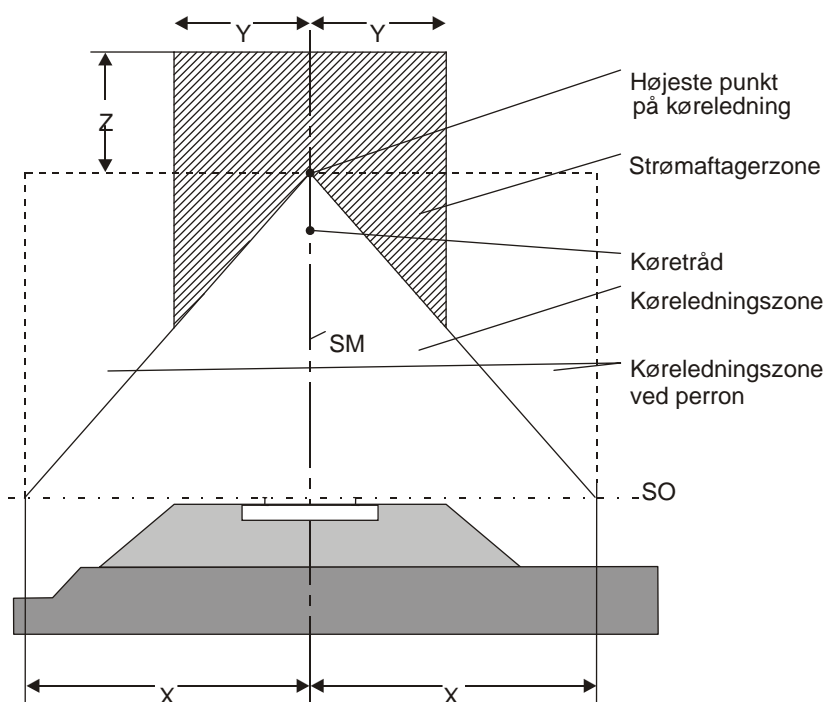
Bestemmelserne for omfanget af krav om beskyttelsesjording fremgår af [DS/EN 50122-1 afsnit 3.3.8]. Parametrene X, Y og Z i figur 1 "Køreledningszone og strømaftagerzone" er fastlagt til:

X = 5 m

Y = 2,5 m

Z = 2,5 m.

Figuren er gengivet nedenfor. Dette betyder, at genstande/konstruktioner på jorden skal beskyttelsesjordes, hvis de er indenfor 5 m fra nærmeste elektrificerede spormidte. Ved perroner, platforme, læsseramper og lign. skal køreledningszonen udmåles til 5 m fra spormidte lodret op til en højde svarende til højeste punkt på køreledningen.



Det er ikke nødvendigt at beskyttelsesjorde små ledende konstruktioner<sup>1</sup>, som ikke understøtter eller indeholder elektrisk udstyr, eksempelvis brønddæksler og papirkurve. Der henvises til oversigten i SKI, bilag 2.4.2.

<sup>1</sup> Med "små ledende konstruktioner" menes mere specifikt konstruktioner på mindre end 2 m i sporets længderetning.

Kredsløb for returstrøm og beskyttelsesjordinger må ikke blandes sammen, dvs. der må ikke via beskyttelsesjordinger eller via beskyttelsesjordede konstruktioner skabes mulighed for parallelkredsløb til returstrømskredsløbet. Beskyttelsesjordinger skal derfor altid udføres med kun én forbindelse til returstrømskredsløbet så der ikke dannes et utilsigtet kredsløb for returstrømme og vagabonderende strømme. Se også afsnit 11.1.6. Dette gælder også for gennemgående konstruktioner, rør mv. der passerer køreledningszonen eller strømaftagerzonen, og derved skal beskyttelsesjordes. Eksempelvis skal der ved krydsende rør mv. indsættes isolerende flanger eller rørstykker i rørledningen, således at den del af røranlægget, der befinder sig i beskyttelseszonen, er elektrisk isoleret fra den øvrige del af røranlægget [2]. Ved placering af isolerende flanger eller rørstykker, skal reglen for områder med berøringsfarlige spændinger overholdes [3].

Anlæg skal projekteres på en sådan måde, at de kan beskyttelsesjordes uden at der skabes punkter eller områder med berøringsfarlige spændinger. Samtidigt tilgængelige dele med forskelligt potentiale må således ikke være indenfor rækkevidde. To dele anses for at være samtidigt tilgængelige, hvis deres indbyrdes afstand ikke overskrider 2,50 m.[3]

Kravene i [Stærkstrømsbekendtgørelsen], [DS/EN 50122-1] samt [SKI afsnit 2.4] skal overholdes.

Kabler skal mærkes iht. [Stærkstrømsbekendtgørelsen].

Etablering af beskyttelsesjordinger skal fremgå af opdaterede returstrømsplaner og beskyttelsesjordinger skal indmeldes til JORReg-S, jfr. [SKI] ved hjælp af GIS/GPS. Ved sammensatte jordingsystemer, dvs. hvis beskyttelsesjordingen omfatter adskillige genstande/konstruktioner, hvilket typisk er tilfældet for perroner og stationsområder, skal der udarbejdes en oversigtsplan/kabelplan, der viser sammenhængen i beskyttelsesjordingen, og kabler skal mærkes med kabelnummer i begge ender. På returstrømsplanen skal anføres en henvisning til en specifik oversigtsplan/kabelplan over jordingsystemet for et givent område. Beskyttelsesjordning af sporskifter mv. jfr. bilag 1, fig. 3a, skal i den henseende opfattes som én enkelt genstand/konstruktion, da alle indgående kabler for beskyttelsesjordingen kan ses og følges. En jordløber er et kabel, der forbinder flere banegnistgab/konstruktioner – se eksempel på jordløber vist i fig. 3a og 3b

Kabler til beskyttelsesjordinger og jordløbere skal have et tværsnit på 1x 70 mm<sup>2</sup> kobber. Kabeltypen skal være som type H07VVR, dvs. med dobbelt kappe og lederkonstruktion af typen "Stranded", men bestå af blyfrit, halogenfrit termoplastisk materiale. Yderisolationen alternativt inderisolationen skal være grøn/gul. Hvis typen med grøn/gul inderisolation anvendes skal yderkappen være i farven grå, og kablet på passende fremføringspunkter markeres med grøn/gul tape på den udvendige kappe og ved tilslutningsstedet (begge ender) monteres en grøn/gul krympemuffe. Kabler skal fremføres beskyttet, dvs. i beskyttelsesrør (Pel-rør fleksibelt rør eller lignende) eller i kabelrende. Kabler til beskyttelsesjordinger og

jordløbere benævnes i det efterfølgende som 1x70 mm<sup>2</sup> grøn/gul kabel eller 1x70 mm<sup>2</sup> grøn/gul forbindelse. Ved tilslutning til spor skal beskyttelsesrøret afsluttes ved svelleende i mellemrummet mellem 2 sveller. På stationsområder hvor der færdes ranger- og klargøringspersonale skal beskyttelsesrøret nedgraves i en dybde af 10 - 20 cm under overfladen af ballastlaget/terræn jf.[9]. På øvrige områder/strækninger skal beskyttelsesrøret nedgraves i en dybde af 0 - 10 cm under overfladen af ballastlaget/terræn, dvs. beskyttelsesrøret må ikke udgøre en snublegenstand. Derudover henvises til [9] vedr. "Ledninger på terræn".

Alle forbindelser til returskinnen skal være boltede og foretages med Cembre konnektor type AR 60D.

Samlet beskyttelsesjording af brokonstruktion og perronområder skal foretages ved hjælp af en fælles jordingsplint. Jordingsplinter skal være af kobber og som minimum have dimensionerne H=50 mm, B=5 mm, L= efter behov. Længden L skal dimensioneres under hensyntagen til krav om disponibel plads til 2 ekstra fremtidige beskyttelsesjordinger. Jordingsplinter skal opsættes isoleret, så der ikke skabes direkte elektrisk forbindelse til konstruktioner eller returstrømskredsløbet. Ved plinten skal der placeres et advarselsskilt som advarer mod demontage af jordingsforbindelserne, jf. SKI.

Ved idriftsættelse af beskyttelsesjording for sammensatte konstruktioner f.eks. perronaptering mv. eller udsatte konstruktioner, skal det med et tangamperemeter kontrolleres, at der ikke via utilsigtede forbindelser føres returstrøm (driftsstrøm) i beskyttelsesjordinger. Kontrollen udføres dels med banegnistgab i normal tilstand (afbrudt) og dels med banegnistgab kortvarigt overstroppet (kortslettet). Bemærk, denne afprøvning må ikke udføres for banegnistgab i AC/DC kasser. Tangamperemetret skal kunne måle både AC og DC strømme, og der skal måles i begge områder.

#### 11.1.2 Omformerstationer

De eksisterende bestemmelser fremgår af [Teknisk meddelelse Nr. 01/15.01.2001 "Ændret jordingsprincip på S-banens omformerstationer"].

#### 11.1.3 Strækninger med enkeltstrengede sporisolationer eller FIGS

Beskyttelsesjording af en genstand/konstruktion skal udføres ved at forbinde genstanden/konstruktionen via et banegnistgab til returskinnen med en 1x70 mm<sup>2</sup> grøn/gul forbindelse. En beskyttelsesjording som forbinder flere genstande skal kun forbindes til returskinnen i ét punkt.

På stationer skal beskyttelsesjordnet perronaptering m.v. forbindes indbyrdes og føres frem til en jordingsplint jf. afsnit 10.1.6. Jordingsplinten skal forbindes via et banegnistgab til returskinnen med en 1x70 mm<sup>2</sup> grøn/gul forbindelse. Jordingsplinten placeres et sted uden publikumsadgang, f.eks. for enden af en perron, i en kabelbrønd eller i aflåst skab mv. Af

hensyn til eftersyn og kontrol opsættes jordingsplinten om muligt udenfor 4 m's grænsen iht. ["Arbejde i Spor"].

Hovedjordskinnen i teknikrum/teknikhytte skal forbindes via et banegnistgab til returskinnen med en selvstændig forbindelse. Forbindelsen skal bortset fra banegnistgabets være ubrudt og må ikke blandes sammen med andre beskyttelsesjordinger. Banegnistgabets skal anbringes uden for teknikrum/teknikhytte og helst så den er umiddelbar synlig fra tilslutningsstedet i returskinnen.

#### 11.1.4 Strækninger med dobbeltstrengede sporisolationer

Beskyttelsesjording af en genstand/konstruktion skal udføres ved at forbinde genstanden/konstruktionen til retur kredsløbet via banegnistgab og jordløber.

Jordløber skal fortrinsvis lægges langs hvert spor i kabelrende. Banegnistgabets skal indsættes mellem genstanden/konstruktionen og jordløberen. Lægges jordløberen ikke i kabelrende skal den fremføres under terræn efter reglerne i [9].

Jordløberen skal være direkte tilsluttet retur kredsløbet i midtpunktet af en sporimpedans / returstrømskab. Med direkte menes en tilslutning uden banegnistgab. Jordløberen skal kun være tilsluttet retur kredsløbet i dette ene punkt. Den enkelte jordløbers udstrækning er bestemt af sporisolutionsopdelingen i sporet. Omkring midtpunktet af sporisolationen samt ud for hver sporimpedans skal der skiftes fra en jordløber til den næste. Hvor der skiftes fra en jordløber til den næste, må beskyttelsesjordingede genstande kun opdeles på hver sin jordløber, hvis den gensidige afstand mellem genstandene er minimum 2,5 m.

På holdesteder/stationer skal beskyttelsesjording perronaptering m.v. forbindes indbyrdes og føres frem til en jordingsplint. Jordingsplinten skal forbindes til jordløberen via et banegnistgab. Banegnistgabets skal indsættes mellem jordingsplinten og jordløberen. Jordingsplinten placeres et sted uden publikumsadgang, f.eks. for enden af en perron, i kabelbrønd eller aflåst skab m.v. Af hensyn til eftersyn og kontrol opsættes jordingsplinten om muligt udenfor 4 m's grænsen iht. ["Arbejde i Spor"].

Hovedjordskinnen i teknikrum/teknikhytter skal forbindes via en selvstændig forbindelse med banegnistgab til midtpunktet af nærmeste sporimpedans. Forbindelsen skal bortset fra banegnistgabets være ubrudt og må ikke blandes sammen med andre beskyttelsesjordinger. Banegnistgabets skal anbringes uden for teknikrum/teknikhytte og helst så den er umiddelbar synlig fra sporimpedansen.

Ovennævnte forbindelser skal fremføres til kabelrende efter følgende retningslinier: For banegnistgab gælder, at der skal anvendes kabelbeskyttere (typisk PEL-rør) fra tilslutning til jordingsplint/banegnistgab frem til pressforbindelsen for tilslutning til jordløberen i kabelrenden.

#### 11.1.5 Strækninger der løber parallelt med elektrificerede fjernbanestrækninger

Nedenstående krav er gældende for konstruktioner som både befinder sig i køreledningszonen for Fjernbanen (AC system) og S-banen (DC system):

Generelt.

På Fjernbanen udføres beskyttelsesjordinger med 50 mm<sup>2</sup> grøn/gul kabel, på S-banen benyttes 70 mm<sup>2</sup> grøn/gul kabel. Konstruktioner som både befinder sig i køreledningszonen fra Fjernbanen og S-banen skal beskyttelsesjordes med 70 mm<sup>2</sup> grøn/gul kabel til Fjernbanens returstrømssystem uden brug af banegnistgab.

Anlæg skal projekteres på en sådan måde, at de kan beskyttelsesjordes uden at der skabes punkter eller områder med berøringsfarlige spændinger. Samtidigt tilgængelige dele med forskelligt potentiale må således ikke være indenfor rækkevidde. To dele anses for at være samtidigt tilgængelige, hvis deres indbyrdes afstand ikke overskrider 2,50 m.[3]

Kravene i [Stærkstrømsbekendtgørelsen], [DS/EN 50122-1] samt [SKI afsnit 2.4] skal overholdes.

AC/DC-kasse.

For at sikre effektiv kortslutning ved nedfald af S-banekøreledning, men samtidig sikre adskillelse af S-banens og Fjernbanens returstrømssystemer af hensyn til vagabonderende strømme, monteres en AC/DC-kasse mellem returstrømssystemerne.

AC/DC-kasser indeholder bl.a. et banegnistgab, der i normalsituationen afbryder forbindelsen mellem AC-systemet og DC-systemet. AC/DC-kasserne placeres i forbindelse med fri strækning, omformerstationer, stationer og ved broer jf. 11.1.5.1-3.

Ved en kortslutning fra DC-systemet sikres der udkobling af kortslutningen via den nærmeste siddende AC/DC-kasse, det være på omformerstationen eller f.eks. en AC/DC-kasse monteret i forbindelse med en brokonstruktion og perronner mv. på den pågældende strækning. Der skal etableres fejlmelding til OC, ved kortslutning af banegnistgabet i AC/DC kassen.

##### 11.1.5.1. Frie strækninger:

På strækninger, hvor der forefindes genstande/konstruktioner med krav om beskyttelsesjording, og hvor disse befinder sig i køreledningszonen for både AC- og DC systemet, jordes som hidtil kun til Fjernbanen. Samtidig etableres en forbindelse med 2 stk. 1x70 mm<sup>2</sup> grøn/gul kabel mellem Fjernbanens returstrømssystem og omformerstationerne på den parallelt løbende S-bane strækning. Forbindelsen etableres i umiddelbar nærhed af hver indfødende omformerstation. På hver omformerstation opsættes en AC/DC kasse hvori

kablerne fra Fjernbanens returstrømssystem afsluttes. Der etableres tilsvarende et stk. 1x70 mm<sup>2</sup> grøn/gul kabel fra AC/DC-kassen til S-banens returstrømssystem på omformerstationen.

På omformerstationerne er endvidere monteret udstyr for potentialudligning, benævnt Sitras, der sørger for sammenlægning af S-banens skinnejord og omformerstationens beskyttelsesjord.

Imellem omformerstationerne forbindes Fjernbanens returstrømskredsløb til S-banens returstrømskredsløb for hver max. 1 km via AC/DC kasser såfremt der forefindes spredte beskyttelsesjordede komponenter i AC/DC fælleszonen. Er komponenter i fælleszonen samlet geografisk, kan/skal der som alternativ til ovennævnte "max. 1 km" krav opsættes en AC/DC kasse i dette område. Fremgangsmåden fastlægges i projekteringsfasen.

Fra AC/DC kassen udføres der en forbindelse til henholdsvis Fjernbanens- og S-banens returstrømssystem, og hver af disse forbindelser udføres med 1 stk. 1x70 mm<sup>2</sup> grøn/gul kabel. Alt efter om S-bane strækningen er med enkeltstrengede, FTGS eller dobbeltstrengede sporisolationer forbindes til returskinnen henholdsvis jordløberen.

#### 11.1.5.2. Stationer:

På stationer, hvor der forefindes komponenter med krav om beskyttelsesjording, og hvor disse befinder sig i fælleszonen for AC-systemet og DC-systemet, beskyttelsesjordes der til en gennemgående 1x70 mm<sup>2</sup> grøn/gul forbindelse, uden brug af banegnistgab. Den gennemgående forbindelse føres til et område uden publikumsadgang, f.eks. for enden af en perron, i en kabelbrønd eller i en aflåst kasse mv. Herfra tilsluttes til Fjernbanens returstrømssystem. I samme område opsættes der en AC/DC kasse. Fra AC/DC kassen udføres der en forbindelse til henholdsvis Fjernbanens- og S-banens returstrømssystem, og hver af disse forbindelser udføres med 1 stk. 1x70 mm<sup>2</sup> grøn/gul kabel. Alt efter om S-bane strækningen er med enkeltstrengede, FTGS eller dobbeltstrengede sporisolationer forbindes til returskinnen henholdsvis jordløberen.

#### 11.1.5.3. Broer, bygninger mv.:

Broer, bygninger mv. er i [FKI] benævnt som primære konstruktioner, og beskyttelsesjordes som angivet i [FKI] med 4 stk. 50 mm<sup>2</sup> grøn/gul kabler til Fjernbanens returstrømssystem. Befinder disse konstruktioner sig i fælleszonen for AC/DC systemet monteres tillige en AC/DC kasse. Fra AC/DC kassen udføres der en forbindelse til henholdsvis Fjernbanens- og S-banens returstrømssystem, og hver af disse forbindelser udføres med 1 stk. 1x70 mm<sup>2</sup> grøn/gul kabel. Alt efter om S-bane strækningen er med enkeltstrengede, FTGS eller dobbeltstrengede sporisolationer forbindes til returskinnen henholdsvis jordløberen.

#### 11.1.5.4. Øvrige bemærkninger:

Af hensyn til måling og service af AC/DC kassen, opsættes denne om muligt udenfor 4 m's grænsen iht. ["Arbejde i Spor"]. AC/DC kassen opsættes altid i område uden publikumsadgang.

For korrekt udført beskyttelsesjording til Fjernbanen henvises til Banenorm [BN2-83].

Montage og tilslutning af AC/DC-kassen skal i hvert enkelt tilfælde godkendes af driftslederen for S-banens kørestrømsanlæg. Arbejdet udføres som LAUS-arbejde på grund af mulige potentialforskelle mellem AC-systemet og DC-systemet. En sammenlægning af AC-systemet og DC-systemet kan give anledning til cirkulationsstrømme mellem systemerne.

Kun AC/DC-kasser som er godkendt af Banedanmark må anvendes. Kassen skal være aflåst med nøgle til driftslederens nøglesystem S-bane, og mærket med advarselsskilt om berøringsfare "Advarsel mod farlig spænding". Kassen kan monteres på stander, stativ eller på selve konstruktionen f.eks. en bro.

Der må ikke via beskyttelsesjordinger eller beskyttelsesjordede konstruktioner skabes direkte eller indirekte elektrisk forbindelse mellem S-banens spor og Fjernbanens spor, og dermed et utilsigtet kredsløb for returstrømme og vagabonderende strømme. Dette gælder også for gennemgående konstruktioner, rør mv. der passerer køreledningszonen eller strømaftagerzonen, og derved skal beskyttelsesjordes. Eksempelvis skal der ved krydsende rør mv. indsættes isolerende flanger eller rørstykker i rørledningen, således at den del af røranlægget, der befinder sig i beskyttelseszonen, er elektrisk isoleret fra den øvrige del af røranlægget [2]. Ved placering af isolerende flanger eller rørstykker, skal reglen for områder med berøringsfarlige spændinger overholdes [3]. Hvis løse dele, eksempelvis en jordingsstang forbundet til S-banens jordingssystem er placeret mellem Fjernbanen og S-banen, skal det sikres at disse ikke som følge af u hensigtsmæssig håndtering, kan skabe den utilsigtede direkte eller indirekte elektriske forbindelse.

#### 11.1.6 Beskyttelsesjording af flere anlægsdele med kun én forbindelse til jordingsplinten/jordløberen/returskinnen.

Anlægsdele, der er placeret tæt ved hinanden (< 5 m), skal forbindes indbyrdes og beskyttelsesjordes med kun én forbindelse til jordløberen/returskinnen. Banegnistgabets skal indsættes mellem jordingsplinten/afgreningerne og jordløberen/returskinnen.

De indbyrdes forbindelser skal udføres på en sådan måde, at fjernelsen af en enkelt anlægsdel ikke kan give anledning til utilsigtet afbrydelse af jordingsforbindelsen til en anden anlægsdel. I praksis betyder dette, at jordingsforbindelsen ikke må sløjfes videre fra



en anlægsdel til den næste. Anlægsdelene skal forbindes via afgreninger. Afgreningerne skal udføres ved hjælp af presafgreningsklemmer, der skal isoleres med grøn/gul krympemuffe

#### 11.1.7 Stålkonstruktioner

Sammensvejste og solidt sammenboltede stålkonstruktioner kan regnes som strømfaste og kan derfor indgå som en del af jordledningen. Stålkonstruktionen skal dog have et tværsnit på minimum 75 mm<sup>2</sup> for at kunne indgå som en del af jordledningen.

#### 11.1.8 Særlige anlæg

Beskyttelsesjording af særlige anlæg, eksempelvis tappesteder for brandfarlige væsker eller gasser, afgøres i hvert enkelt tilfælde af driftslederen under hensyntagen til områdeklassifikation, jf. [ATEX-direktivet].

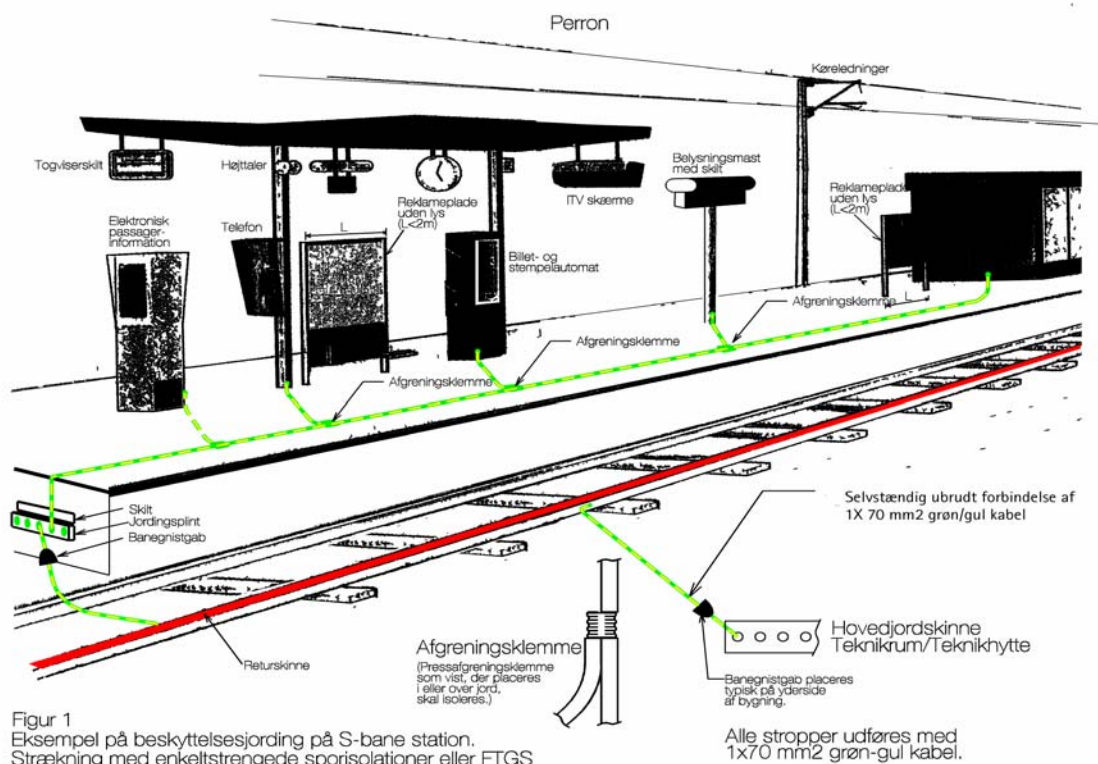
## 12. BILAGSOVERSIGT

---

### BILAG 1: ILLUSTRATIONER MED EKSEMPLER PÅ BESKYTTELSESJORDINGER

## BILAG 1: ILLUSTRATIONER MED EKSEMPLER PÅ BESKYTTELSESJORDINGER

### 1.1 Beskyttelsesjording på station. Strækning med enkeltstrengede sporisolationer eller FTGS



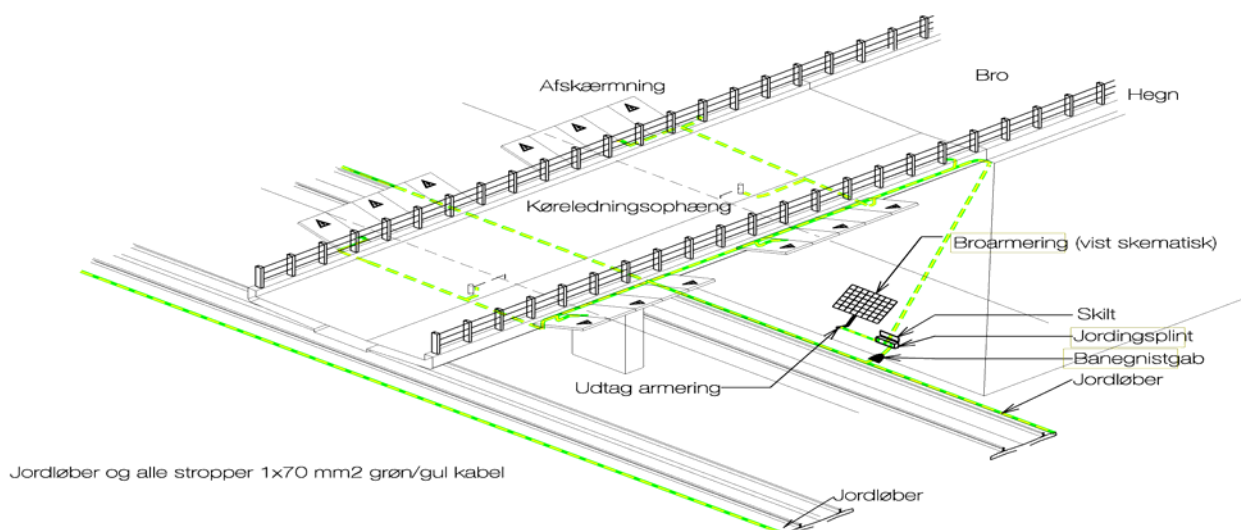
Perronaptering m.v. forbindes indbyrdes og føres frem til en jordingsplint. Jordingsplinten skal være af kobber og minimum have dimensionerne (H=50 mm, B=5 mm, L= efter behov). Jordingsplinten forbindes via en masteventil til returskinnen.

Placering af jordingsplinten på figuren er illustrativ, og skal derfor ikke opfattes som retningsgivende. Jordingsplinten placeres på et sted uden publikumsadgang, f.eks. for enden af en perron, i kabelbrønd eller i aflåst skab mv. Af hensyn til eftersyn og kontrol opsættes jordingsplinten om muligt udenfor 4 m's grænsen iht. ["Arbejde i Spor"]. Ved jordingsplinten placeres et informationsskilt som advarer mod demontage af jordingsforbindelserne, jf. [SKI].

På figuren skal det bemærkes, at telefon, højtaler, stationsskilt med lys, ur og ITV skærme alle er beskyttelsesjordet via kablet til perrontagsøjlen, idet alle forbindelser mellem de nævnte dele og perrontagskonstruktionen i eksemplet er boltede forbindelser som kan regnes som strømfaste. Det skal ligeledes bemærkes, at reklameplade uden lys ikke er beskyttelsesjordet. Den falder i eksemplet indenfor kategorien små ledende konstruktioner, som ikke understøtter eller indeholder elektrisk udstyr. Reklamepladens udstrækning i sporets længderetning antages med andre ord for at være  $< 2$  m.

Hovedjordskinnen i stationens teknikrum/teknikhytte forbindes med en selvstændig forbindelse til returskinnen via en banegnistgab.

## 1.2 Beskyttelsesjording af typisk betonbro over jernbanen. Strækning med dobbeltstrengede sporisolationer.



Figur 2: Eksempel på beskyttelsesjording af typisk betonbro over jernbanen. Strækning med dobbeltstrengede sporisolationer.

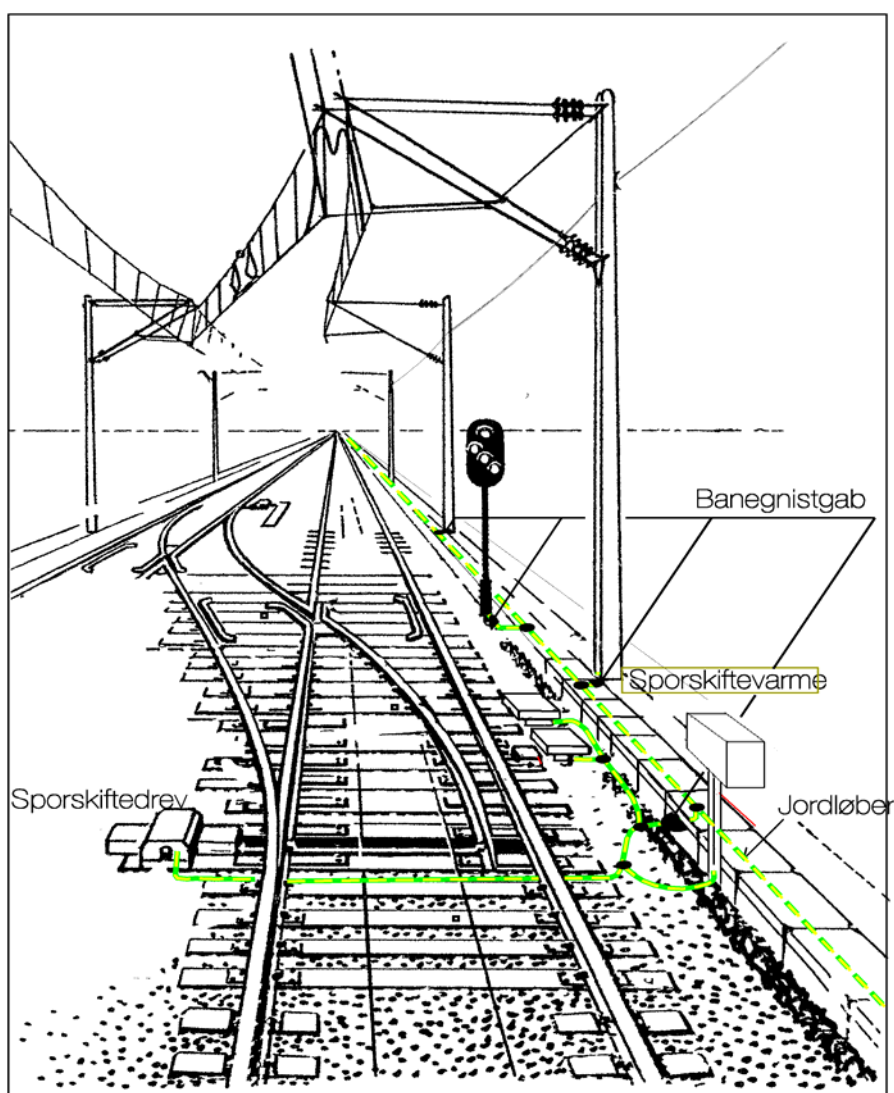
Metalliske dele (skærmtage, rækværker og konsoller for køreledningsophæng) forbindes indbyrdes og føres til en jordingsplint. Jordingsplinten skal være af kobber og minimum have dimensionerne (H=50 mm, B=5 mm, L= efter behov).

Jordingsplinten forbindes via et banegnistgab til jordløberen.

Placering af jordingsplinten på figuren er illustrativ, og skal derfor ikke opfattes som retningsgivende. Jordingsplinten placeres på et sted uden publikumsadgang. Af hensyn til eftersyn og kontrol opsættes jordingsplinten om muligt udenfor 4 m's grænsen iht. ["Arbejde i Spor"]. Ved jordingsplinten placeres et informationskilt mod demontage af jordingsforbindelserne, jf. [SKI].

Bemærk, at [DS/EN 50122-1] foreskriver beskyttelsesjording af delvis ledende armerede betonkonstruktioner, herunder broer. Bemærk også, at skærmtage og andre afskærmninger skal være forsynet med advarselsskilt for højspænding.

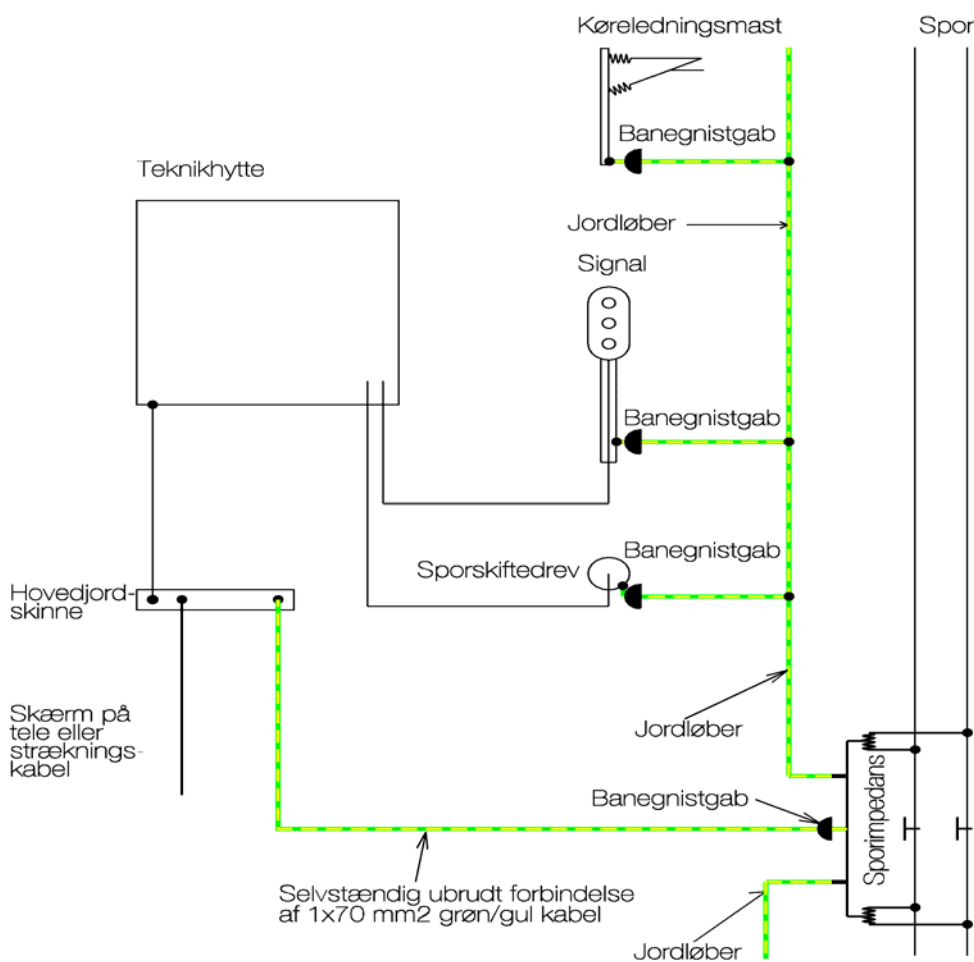
1.3 Beskyttelsesjording af sporskiftedrev, anlæg for elektrisk sporskiftevarme og signal m.v. Strækning med dobbeltstrengede sporisolationer.



Jordløber og stropper 1x70 mm<sup>2</sup> grøn/gul kabel

Figur 3a

Eksempel på beskyttelsesjording af sporskiftedrev, anlæg for elektrisk sporskiftevarme og signal m.v. på S-banen. Strækning med dobbeltstrengede sporisolationer.

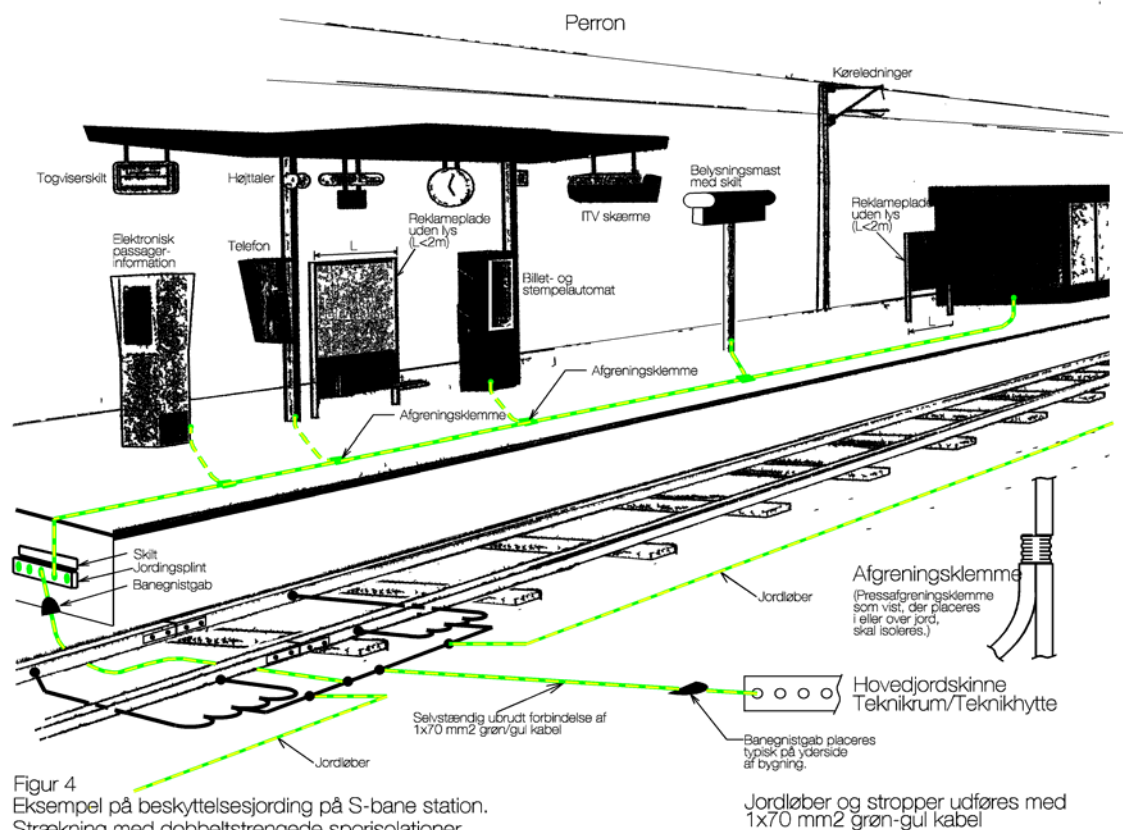


Figur 3b  
 Skematisk eksempel på beskyttelsesjording af sporskiftedrev og signal m.v. på S-banen.  
 Strækning med dobbeltstrengede sporisolationer.

Sporskiftedrev, transformerkasser og el-stander for sporskiftevarme forbindes via banegnistgab til jordløberen. Nærliggende dele kan med fordel forbindes indbyrdes før der forbindes til jordløberen via banegnistgabet. Signal og køreledningsmast forbindes til jordløberen via banegnistgab.

Hovedjordskinnen i teknikhytten forbindes via selvstændig forbindelse med banegnistgab til midtpunktet af nærmeste sporimpedans.

1.4 Beskyttelsesjording på station.  
 Strækning med dobbeltstrengede sporisolationer.



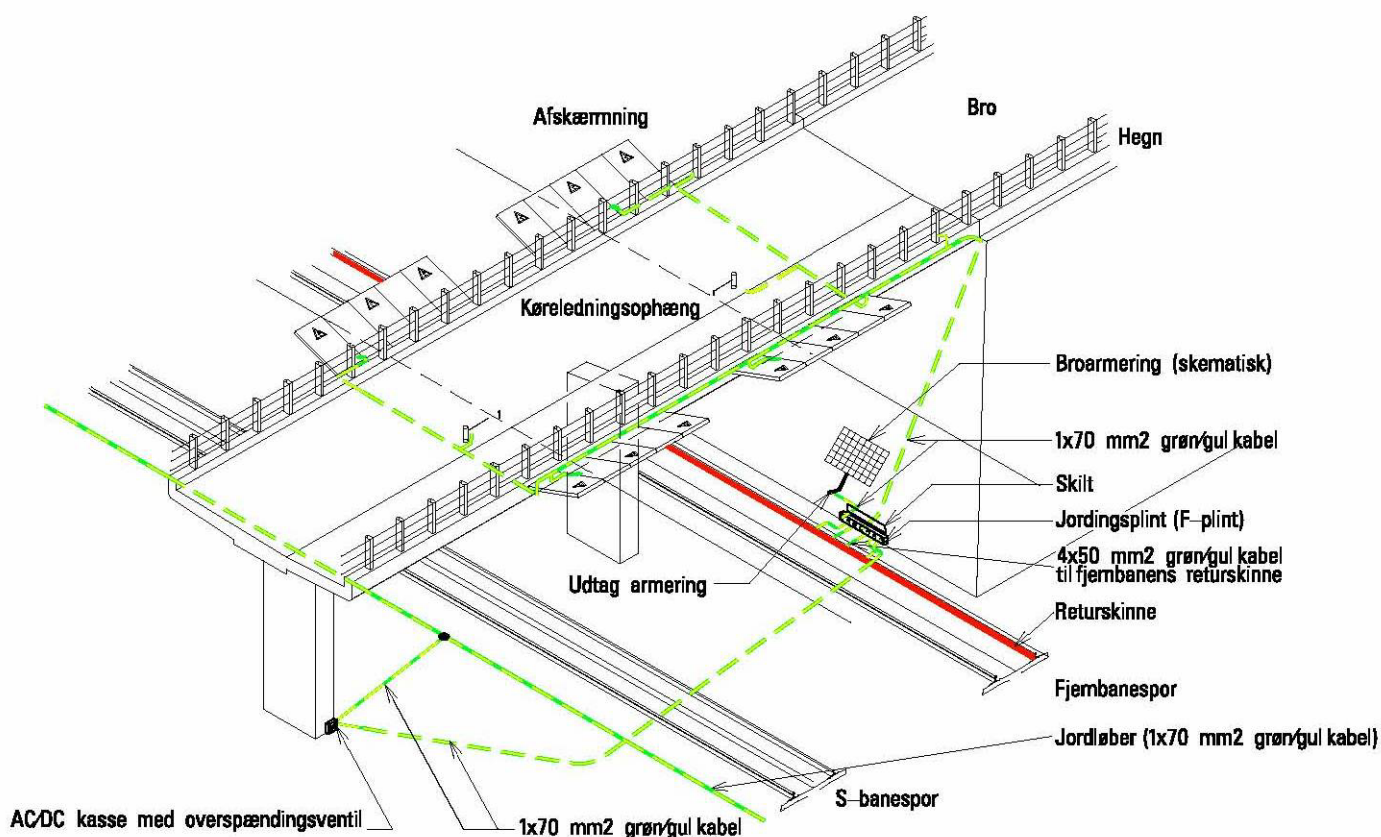
Perronaptering m.v. forbindes indbyrdes og føres frem til en jordingsplint. Jordingsplinten skal være af kobber og minimum have dimensionerne (h=50 mm, B=5 mm, L= efter behov). Jordingsplinten forbindes via et banegnistgab til jordløberen.

Placering af jordingsplinten på figuren er illustrativ, og skal derfor ikke opfattes som retningsgivende. Jordingsplinten placeres på et sted uden publikumsadgang, f.eks. for enden af en perron, i kabelbrønd eller aflåst skab mv. Af hensyn til eftersyn og kontrol opsættes jordingsplinten om muligt udenfor 4 m's grænsen iht. ["Arbejde i Spor"]. Ved jordingsplinten placeres et advarselsskilt mod demontage af jordingsforbindelserne, jf. [SKI].

På figuren skal det bemærkes, at telefon, højtaler, stationsskilt med lys, ur og ITV skærme alle er beskyttelsesjordet via stroppen til perrontagssøjlen, idet alle forbindelser mellem de nævnte dele og perrontagskonstruktionen i eksemplet er boltede forbindelser som kan regnes som strømfaste. Det skal ligeledes bemærkes, at reklameplade uden lys ikke er beskyttelsesjordet. Den falder i eksemplet indenfor kategorien små ledende konstruktioner, som ikke understøtter eller indeholder elektrisk udstyr. Reklamepladens udstrækning i sporets længderetning antages med andre ord for at være  $< 2$  m.

Figuren viser endvidere principperne for jording og potentialudligning i stationens teknikrum/teknikhytte. Hovedjordskinnen forbindes via selvstændig forbindelse med banegnistgab til midtpunktet af nærmeste sporimpedans.

1.5 Beskyttelsesjording af betonbro over både elektrificeret fjernbane og S-bane.  
 S-bane-strækning med dobbeltstrengede sporisolationer.



Figur 5: Eksempel på beskyttelsesjording af betonbro over både elektrificeret fjernbane og S-bane. S-banestrækning med dobbeltstrengede sporisolationer.

Metalliske dele (typisk: skærmtage, rækværker og konsoller for køreledningsophæng) forbindes indbyrdes og føres til en jordingsplint (F-plint) placeret ved et fjernbane spor. Fra F-plinten trækkes en selvstændig forbindelse til en AC/DC-kasse. AC/DC-kassen forbindes til S-banens returstrømskredsløb via jordløberen. Begge forbindelser skal udføres med 1 x 70 mm<sup>2</sup> grøn/gul kabel.

Placering af jordingsplint og AC/DC kasse på figuren er illustrativ, og skal derfor ikke opfattes som retningsgivende. Jordingsplinten placeres på et sted uden publikumsadgang.



Af hensyn til eftersyn og kontrol opsættes jordingsplint og AC/DC kasse om muligt udenfor 4 m's grænsen iht. ["Arbejde i Spor"].

Ved F-plinten placeres et advarselsskilt mod demontage af jordingsforbindelserne, jf. [SKI].

Bemærk, at [DS/EN 50122-1] foreskriver beskyttelsesjording af delvis ledende armerede betonkonstruktioner, herunder broer. Bemærk også, at skærmtage og andre afskærmninger skal være forsynet med advarselsskilt for højspænding.