

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | HENSIKT OG OMFANG | 3 |
| 2 | GENERELT | 4 |
| 2.1 | Slyngfelt..... | 4 |
| 2.2 | Begreper | 5 |
| 2.2.1 | Kobling til banestrømmens returkrets..... | 5 |
| 2.3 | Dimensjonerende kortslutningsstrøm og utkoblingstid | 5 |
| 2.4 | Grensesnitt til andre anlegg | 6 |
| 2.4.1 | Everk | 6 |
| 2.4.2 | Sporfelter | 6 |
| 2.5 | Kobling til banestrømmens returkrets..... | 6 |
| 2.6 | Prosedyre for planlegging av jordingsanlegg..... | 6 |
| 2.7 | Tverrfaglig jordingsplan | 7 |
| 3 | ANLEGG INNENFOR SLYNGFELTET | 8 |
| 3.1 | Anlegg med langsgående jordleder..... | 8 |
| 3.1.1 | Type og forlegning..... | 8 |
| 3.1.2 | Tverrsnitt..... | 8 |
| 3.1.3 | Tilkobling til banestrømmens returkrets (skinnegangen) | 8 |
| 3.1.4 | Filter | 8 |
| 3.1.5 | Elektroder | 8 |
| 3.1.6 | Koblingspunkter..... | 9 |
| 3.1.7 | Seksjonert langsgående jordleder | 9 |
| 3.1.8 | Sammenhengende langsgående jordleder | 10 |
| 3.2 | Anlegg uten langsgående jordleder..... | 10 |
| 3.2.1 | Lavfrekvente relébaserte sporfelter..... | 10 |
| 3.2.2 | Høyfrekvente skjøteløse sporfelt | 10 |
| 3.3 | Utførelse | 11 |
| 3.3.1 | Forlegning, merking og beskyttelse | 11 |
| 3.3.2 | Seriejording | 11 |
| 3.3.3 | Kabler og utstyr..... | 11 |
| 3.3.4 | Utstyr med isolert kapsling..... | 13 |
| 3.3.5 | Reservestromstransformator | 14 |
| 3.3.6 | Utstyr nær sugetransformatorer med null-felt..... | 14 |
| 3.3.7 | Langsgående ledende gjenstander..... | 16 |
| 3.3.8 | Utstrakte ledende gjenstander vinkelrett på jernbanetraséen | 16 |
| 3.3.9 | Tunneler og kulverter | 17 |
| 3.3.10 | Større ledende konstruksjoner | 18 |
| 3.3.11 | Bruer..... | 19 |
| 3.3.12 | Ledende gjenstander som krysser flere spor | 19 |
| 3.3.13 | Jordingsbrytere..... | 20 |
| 3.3.14 | Svingskive | 20 |
| 3.3.15 | Kraner..... | 20 |
| 3.3.16 | Tankanlegg | 20 |
| 4 | ANLEGG UTENFOR SLYNGFELT | 21 |
| 4.1 | Jordnettstruktur i bygninger | 21 |
| 4.2 | Jordfeilrelè (jordfeilovervåking)..... | 23 |
| 4.2.1 | Sikringsanlegg | 23 |
| 4.3 | Beskyttelsesledere..... | 23 |
| 4.4 | Batterianlegg | 23 |
| 5 | JORDELEKTRODER | 24 |
| 5.1 | Elektrodens funksjon og utforming | 24 |
| 5.2 | Overgangsmotstand til sann jord | 24 |
| 5.3 | Avstand mellom elektroder | 24 |
| 5.4 | Utførelse av jordelektroder..... | 24 |
| 5.4.1 | Koblinger | 25 |
| 5.4.2 | Kråkefotelektrode | 25 |

Jording

| | |
|--|----|
| 5.4.3 Ringjord med kråkefot..... | 25 |
| 5.5 Dokumentasjon av elektrodeanlegg | 25 |

1 HENSIKT OG OMFANG

Hensikten med dette kapitlet er å sikre at jording i alle elektroanlegg prosjekteres og bygges slik at anleggets funksjoner oppfylles.

Jording i et elektroanlegg skal utføres slik at farlige berørings- og skrittspenninger unngås, og videre for å oppnå elektromagnetisk sameksistens mellom de ulike anlegg, systemer og komponenter. Jording skal også utføres for å medvirke til beskyttelse mot overspenninger i ulike anleggsdeler.

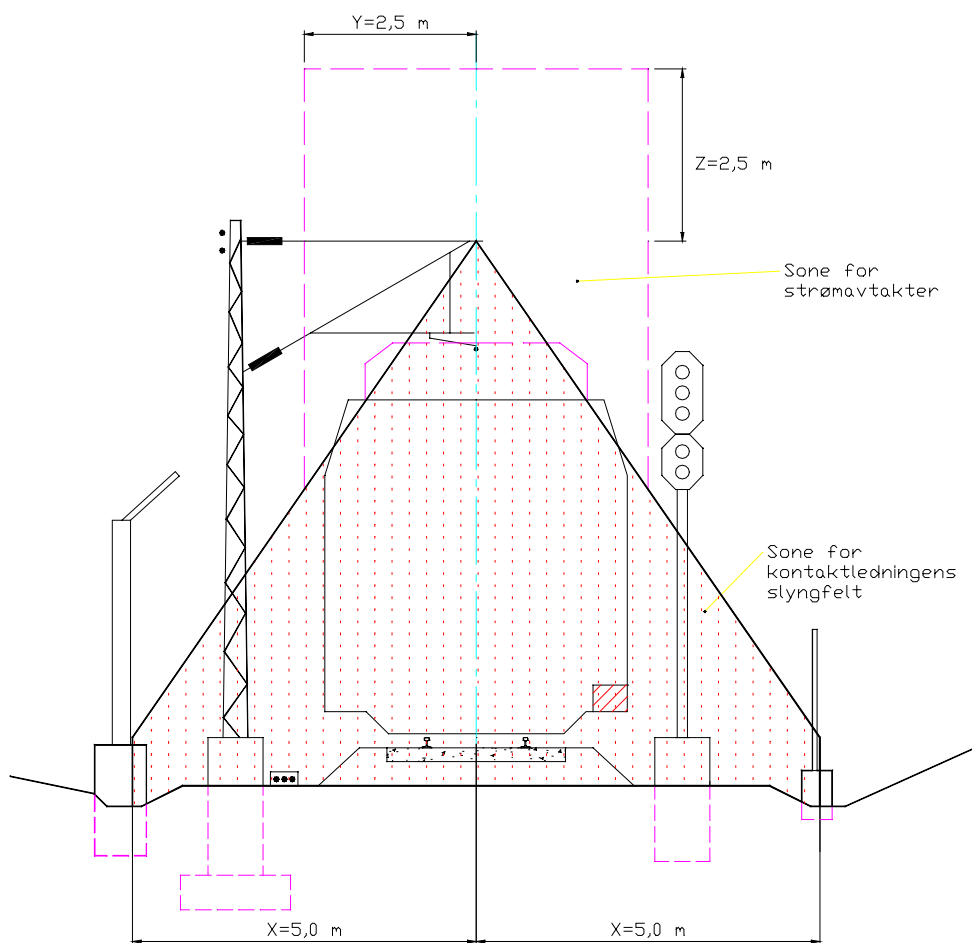
Kapitlet omfatter jording av alle elektroanleggene ved jernbanen. Det beskriver en overordnet strategi for prosjektering og planlegging for å ivareta de ulike anleggenes funksjonskrav, samt sikre en kostnadseffektiv og fornuftig prosjekterings- og byggeprosess. Kapitlet er videre inndelt i krav til ulike jordingsanlegg innenfor og utenfor slyngfeltet, samt krav til jordelektroder.

2 GENERELT

2.1 Slyngfelt

Ved elektrisk jernbane er driftsjord og beskyttelsesjord felles, og det medfører at alle ledende konstruksjoner innenfor kontaktledningens slyngfelt må tilkoples banestrømmens returkreter.

Kontaktledningens slyngfelt er definert iht. EN 50122 og ved Jernbaneverket er paramaterene fastsatt til: $X=5,0$ m, $Y=2,5$ m og $Z=2,5$ m.



Figur 6.1 Kontaktledningsanleggets slyngfelt

Alle utsatte ledende gjenstander i kontaktledningens slyngfelt og sone for strømavtaker skal ha utjevningsforbindelse til banestrømmens returkreter. Alle utsatte ledende gjenstander som er slik plassert at samtidig berøring (avstand under 2,5 m) med gjenstander som er tilkoblet banestrømmens returkreter skal også ha utjevningsforbindelse til banestrømmens returkreter.

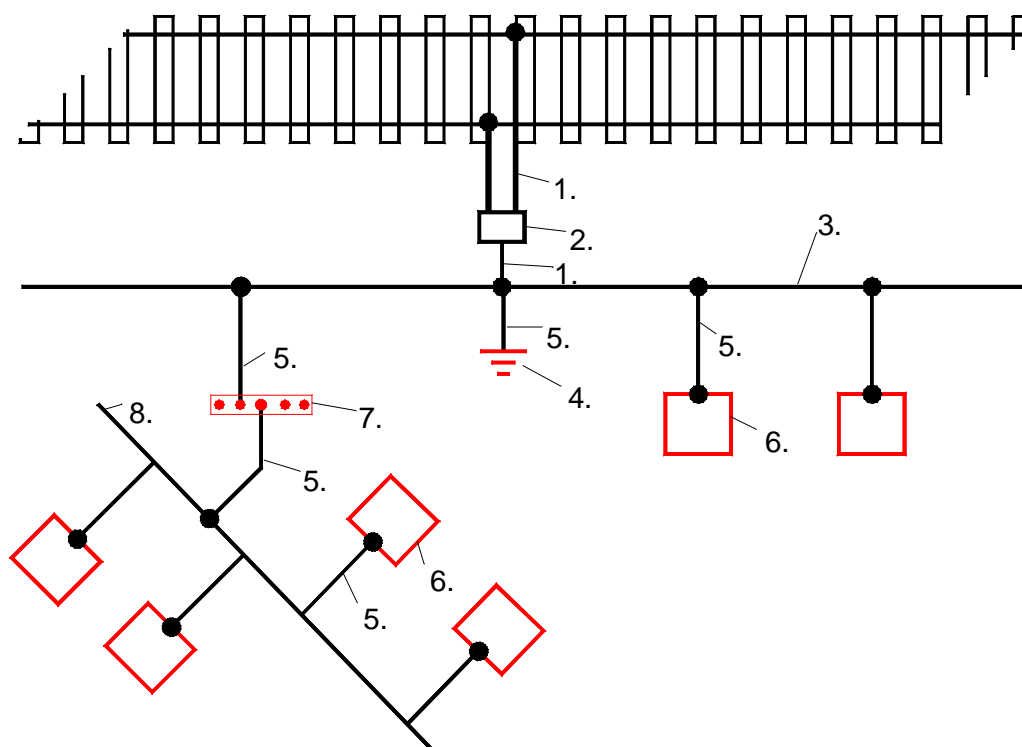
Unntak:

Enkeltstående stendere, mindre gjenstander og lignende.

Beskyttelsesseksjoner dødseksjoner og avspenningslinjer i loddavspenninger samt barduner under bardunisulator.

2.2 Begreper

Ulike begreper innen for jording ved elektrisk jernbane er forklart ved hjelp av skissen i figur 6.2.



1. Utjevningsforbindelse
2. Filter
3. Langsgående jordleder
4. Jordelektrode
5. Jordleder
6. Utsatt ledende del (innenfor kontaktledningens slyngfelt, eller i avstand mindre enn 2,5 meter fra utsatt del innenfor slyngfeltet)
7. Jordskinne
8. Lokal jordleder

Figur 6.2 Begreper

2.2.1 Kobling til banestrømmens returrets

Hele kretsen fra utsatt ledende del til skinnestreng betegnes i "Kobling til banestrømmens returrets", og kan omfatte jordleder, utjevningsforbindelse, langsgående jordleder og filter, eller direkte kobling til skinnegang avhengig om anlegget har langsgående jordleder eller ikke¹.

2.3 Dimensjonerende kortslutningsstrøm og utkoblingstid

¹ Begrepet "jording til skinnestreng/-gang" bør ikke benyttes da skinnestrengen/-gangen normalt ikke kan være eller er direkte jordet.

Normalt skal følgende transiente kortslutningsytelser legges til grunn for dimensjonering av jordingsanlegg, ved kortslutning i kontaktledningsanlegget:

Oslo området $I_k' = 20$ kA

Resten av landet $I_k' = 10$ kA

Oslo området er her definert ved alle banestrekninger mellom omformerstasjonene:

- Asker
- Jessheim
- Lunner
- Smørbekk

Ved prosjektering av jordingsanlegg i nærheten av en omformerstasjon skal alltid den faktiske kortslutningsytelsen vurderes, se kap. 5 [JD 546].

Normalt skal utkoblingstid på 0,3 sek. benyttes for dimensjonering av jordlederen. Det skal dokumenteres at utkoblingstiden ikke er lengre enn 0,3 sek.

Bruk av kortere utkoblingstid og andre kortslutningsstrømmer (se vedlegg 6.c) kan vurderes, men dette skal godkjennes av Jernbaneverket Hovedkontor i vært enkelt tilfelle.

2.4 Grensesnitt til andre anlegg

2.4.1 Everk

Everkets jordingsystem og banestrømmens returkrets skal ikke sammenkobles.

2.4.2 Sporfelter

Jordingen skal utføres på en slik måte at hensikten med jording er tilfredsstillt, samtidig som det ikke skal svekke sporfeltens funksjon, herunder togdeteksjon og eventuell skinnbruddsdeteksjon etc., se [JD 550] kap. 6.

2.5 Kobling til banestrømmens returkrets

Alle tilkoblinger til skinnegangen skal utføres med godkjent skrudd forbindelse.

2.6 Prosedyre for planlegging av jordingsanlegg

Når jordingsanlegg planlegges skal følgende punkter avklares og dokumenteres:

- Skal det være langsgående jordleder?
- Skal jordlederen være sammenhengende eller seksjonert?
- Hvor ofte og ved hvilke steder (hvilken skinnestreng) kan jordlederen (eventuelt utsatte deler direkte) tilkobles skinnegangen?
- Hvor og hvor ofte kan det opprettes jordelektroder?
- Hva slags sporfelter skal brukes på stedet?

Når punktene over avklart kan man:

- Bestemme jordlederseksjonens lengde, tverrsnitt og avstand mellom tilkoblingspunkter.
- Definere grensesnittet mellom sporfeltene og jordingsanlegget, og sett opp eventuelle kriterier for "godheten" i dette grensesnittet. Eksemel: Beskriv filter, dets funksjon og eventuelle begrensninger.
- Bestemme forlegning av jordlederen.

- Lage jordingsplan

Som et verktøy i planleggingsprosessen, bør flytskjemaet i vedlegg 6a benyttes.

2.7 Tverrfaglig jordingsplan

Et hvert jordingsanlegg som bygges skal dokumenteres i form av en jordingsplan, der samtlige utsatte ledende deler fremgår.

Prosedyre ved utarbeidelse av jordingsplan:

1. Lage et underlag som viser
 - målestokk i lengderetning med delestrekk ved hver 100 meter spor, veksler/sidespor
 - skinner (eventuelt med tykk og tynn strek, dersom det er definert en jord- eller returstring)
 - skjøter/forbindere, planoverganger, bruer. (disse bør angis med km-merke)
2. Plassere utsatte ledende deler innenfor slyngfeltet (kl-master, signalmaster, skap, gjerder etc.)
3. Tegn inn jording og eventuell seksjonering av objektene
4. Jordingsplanen bør inneholde en tabell som viser utsatte ledende deler innenfor slyngfeltet med km-angivelse og hvilken faggruppe de tilhører.

Eksempel på jordingsplan finnes i vedlegg 6b.

3 ANLEGG INNENFOR SLYNGFELTET

Dette avsnittet stiller krav til utførelse av jordingsanlegg innenfor slyngfeltet. Avsnittet forutsetter at prosedyren for planlegging av jordingsanlegg (avsnitt 2.6) er gjennomgått, og at det dermed er avklart om det skal benyttes langsgående jordleder eller ikke.

3.1 Anlegg med langsgående jordleder

Langs sporet legges en langsgående jordleder som skal kobles til skinnegangen ved veldefinerte punkter. Alle utsatte ledende deler innenfor slyngfeltet skal kobles til denne jordlederen.

3.1.1 Type og forlegning

Jordlederen skal være lett tilgjengelig for inspeksjon, beskyttet mot mekanisk skade og forlagt slik at fare for overslag/skade på andre kabler eller utstyr ikke er tilstede. Jordlederen bør legges i kabelkanal. Det skal benyttes kobberledning, gul/grønn PN. Øvrige krav til forlegning av kabler finnes i kap. 5.

3.1.2 Tverrsnitt

Av termiske årsaker skal det ved forventede korslutningsstrømmer over 18 kA benyttes min. 95 mm² jordleder. For kortslutningsstrømmer mellom 13-18 kA skal min. 70 mm² brukes. Ved kortslutningsstrømmer lavere enn 13 kA skal min. 50 mm² brukes.

3.1.3 Tilkobling til banestrømmens returkrets (skinnegangen)

Forbindelsen fra langsgående jordleder til skinnegangen (hovedutjevningsforbindelsen) skal ha samme tverrsnitt som selve jordlederen. Kobling til skinne skal utføres med godkjent skrudd forbindelse.

3.1.4 Filter

Det skal opprettes en filterforbindelse mellom jordlederen og skinnegangen.

Filterforbindelsen skal²:

- Være høyohmig for sporfeltstrømmen
- Være lavohmig for 16 2/3 Hz
- Tåle de kortslutningstrømmer og de automatiske gjeninnkoblingsrutinene som kan forekomme, se kap.5 [JD 546].

I tillegg bør filterforbindelsen være lavohmig for atmosfæriske overspenninger.

Av hensyn til plassering ute ved sporet skal filterforbindelsen:

- Være tilstrekkelig mekanisk beskyttet
- Være tilstrekkelig beskyttet mot klimatiske påkjenninger
- Ha en lett synlig farge

3.1.5 Elektroder

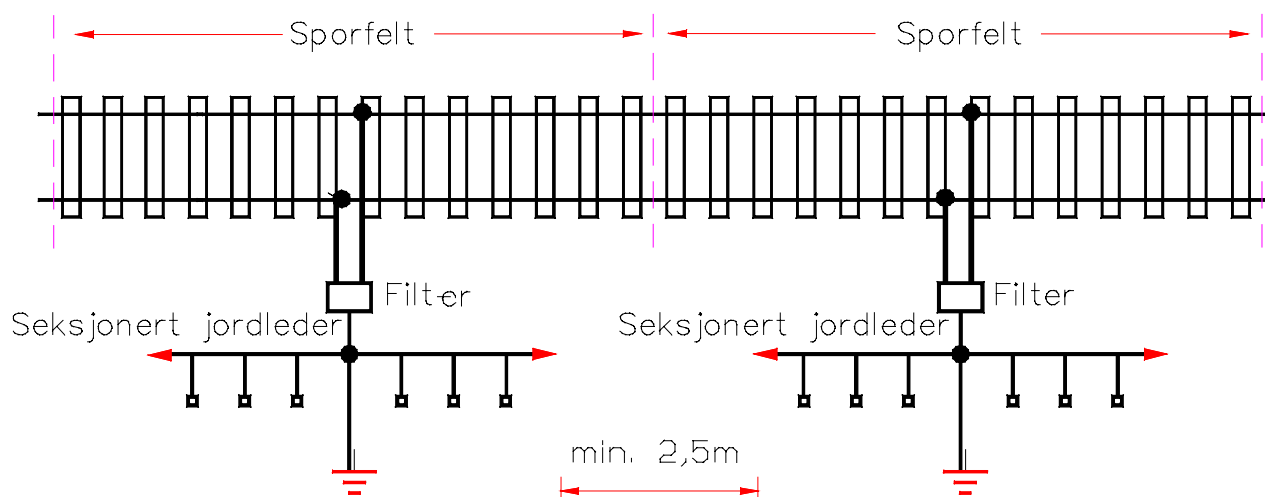
Langsgående jordleder skal ha egen jordelektrode (jordspyd), se avsnitt 5. Elektroden kobles til langsgående jordleder på samme sted som jordlederen kobles til skinnegangen.

² For ordinære sporfelter (95 og 105Hz) kan ordinære impedansforbindelser benyttes.

3.1.6 Koblingspunkter

Koblinger mellom jordleder og utjevningsforbindelser skal utføres varig og godkjent samt være tilgjengelig for inspeksjon. Koblinger til jordelektroder eller andre anleggsdeler som kan ha behov for frakobling ved målinger eller lignede, skal utføres i skrudd utførelse. Koblingspunktene skal merkes på jordingsplanen. (Se avsnitt 2.7).

3.1.7 Seksjonert langsgående jordleder



Figur 6.3 Seksjonert jordleder med filter (tilkobling til skinne er avhengig av type sporfelt)

3.1.7.1 Krav til maksimal lengde på langsgående seksjonert jordleder

Lengdene som oppgis forutsetter at kobling til skinnegangen utføres midt på jordlederseksjonen.

Tabell 6.1 Kortslutningsytelse, jordledertverrsnitt og lengde (0,14 sek)

| kortslutningsstrøm \ jordleder-tverrsnitt | 20 kA | 10 kA |
|---|-------|-------|
| 50 mm ² | | 330 m |
| 70 mm ² | | 460 m |
| 95 mm ² | 310 m | 630 m |

Tabell 6.1 viser maksimalt tillatt lengde på jordlederseksjonene, avhengig av jordlederens tverrsnitt og størrelse på kortslutningsstrøm. Utkoblingstid er 0,14 sek.

Tabell 6.2 Kortslutningsytelse, jordledertverrsnitt og lengde (0,3 sek)

| kortslutningsstrøm \ jordleder-tverrsnitt | 20 kA | 10 kA |
|---|-------|-------|
| | | |

Jording

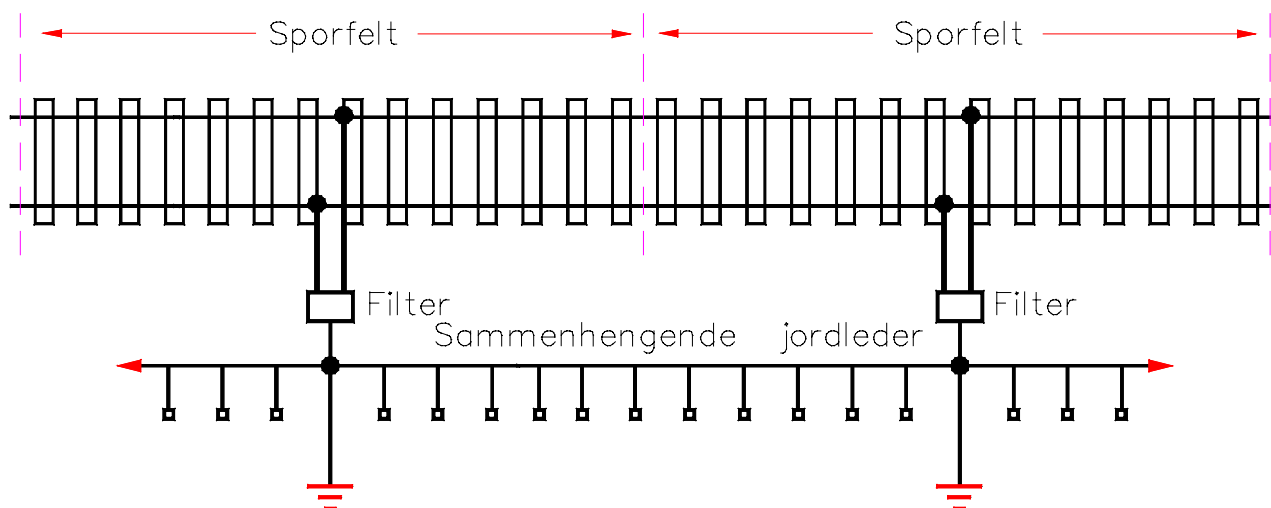
| | | |
|--------------------|-------|-------|
| 50 mm ² | | 210 m |
| 70 mm ² | | 294 m |
| 95 mm ² | 200 m | 399 m |

Tabell 6.2 viser maksimalt tillatt lengde på jordlederseksjonene, avhengig av jordlederens tverrsnitt og størrelse på kortslutningstrøm. Utkoblingstid er 0,3 sek.

For vurdering av utkoblingstid se avsnitt 2.3.

3.1.8 Sammenhengende langsgående jordleder

Dersom det kan benyttes sammenhengende jordleder, se figur 6.4, skal avstanden mellom tilkoblingene til skinnegangen være den samme som ved seksjonert jordleder, se tabellene 6.1 og 6.2.



Figur 6.4 Sammenhengende jordleder med filter (tilkobling til skinnegang er avhengig av type sporfelt)

3.2 Anlegg uten langsgående jordleder

Jordingsforbindelser fra utstyr innenfor slyngfeltet skal kobles direkte til skinnegangen.

Ved tilkobling direkte til skinnegangen, skal det ikke dannes forbindelser som medfører kortslutning mellom skinnene, eller på annen måte påvirker sporfeltenes funksjon

3.2.1 Lavfrekvente relèbaserte sporfelter

På strekninger med ordinære lavfrekvente relèbaserte sporfelter, skal det tilstrebes at utjevningsforbindelser mot skinnegangen fordeles så jevnt som mulig mellom skinnestregene, for å unngå skjevspenninger i skinnegangen. Ved jording av større gjenstander som kan gi skjev avledning, bør gjenstanden jordes over en impedans, se kap. 6 [JD 550].

3.2.2 Høyfrekvente skjøteløse sporfelt

Det må avklares med leverandør om hvordan objekter kan kobles direkte til skinnegangen for at sporfeltene skal fungere som forutsatt.

Dersom kravene over ikke kan oppfylles skal det brukes langsgående jordleder (se avsnitt 2.6).

3.3 Utførelse

3.3.1 Forlegning, merking og beskyttelse

Alle utjevningsforbindelser skal være så korte som mulig.

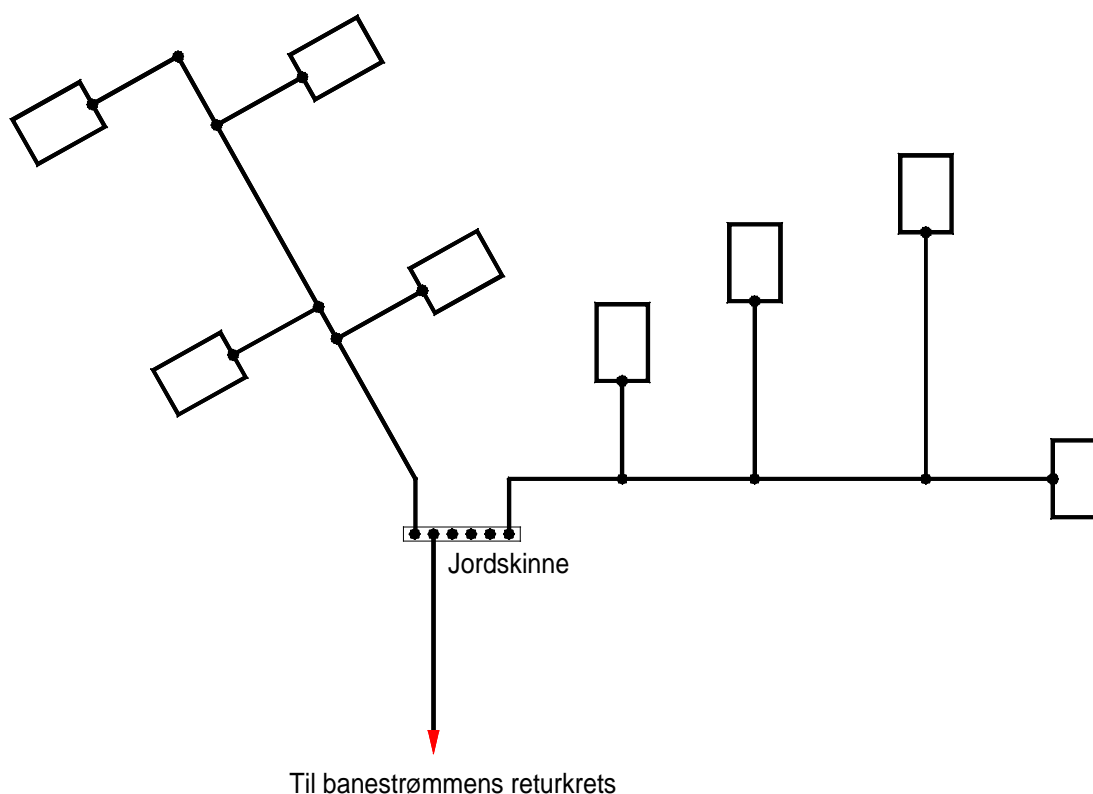
Alle jordledere og utjevningsforbindelser skal være entydig og varig merket og alle koblinger skal være tilgjengelige for inspeksjon.

3.3.2 Seriejording

Utjevningsforbindelser skal kobles og anordnes slik at de jordede anleggsdeler ikke selv danner serieforbindelse.

Unntak:

Utstyr som er montert på stålmaster, åk o.l. kan jordes gjennom sine festepunkter dersom disse danner tilstrekkelig god forbindelse.



Figur 6.5

Eksempel på beskyttelsejording

3.3.3 Kabler og utstyr

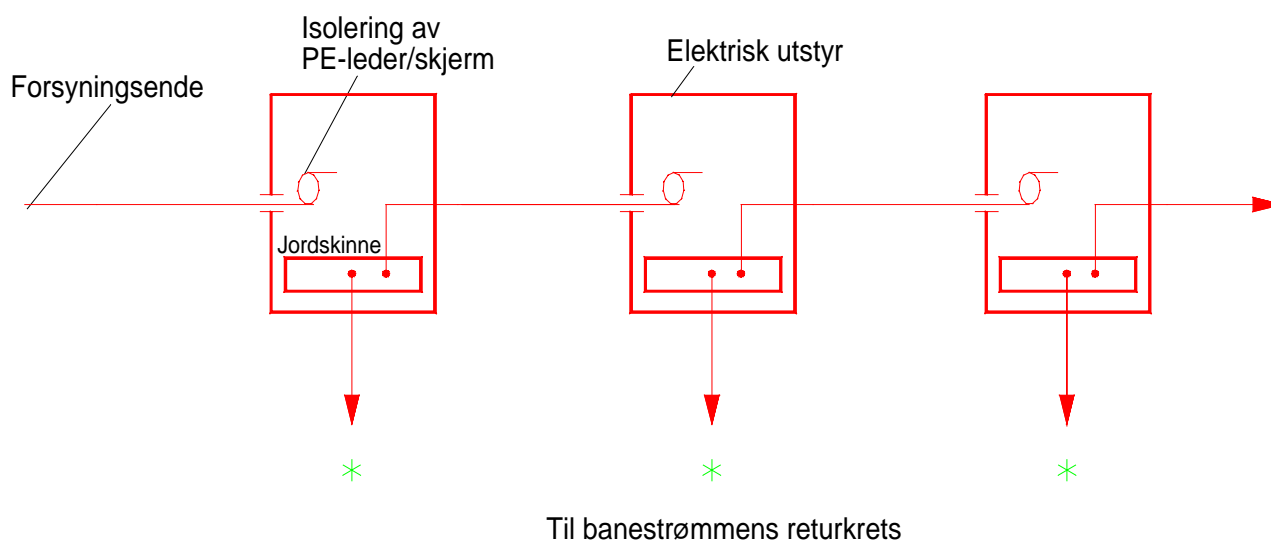
Skjerm eller PE-leder i kabler som går til installasjoner, som er montert innenfor slyngfeltet, jordes i forsyningsende og isoleres i forbrukerende.

Jording

Skjerm eller PE-leder i kabler skal alltid være isolert i innføring til apparater og utstyr som er tilkoblet til banestrømmens returrets.

Skjerm eller PE-leder i kabler skal isoleres/avsluttes slik at isolasjonsnivået tilsvarer isolasjonsnivået for kabelen samt være tilgjengelig for inspeksjon. Isolert/avsluttet skjerm eller PE-leder skal betraktes som en spenningsførende leder.³

Hovedjordskinne i alle kiosker, hus etc utenfor slyngfeltet skal kobles til eget elektrodeanlegg.



Figur 6.6 Jording av kabler til og mellom utstyr (utsatte deler) innenfor slyngfeltet

3.3.3.1 Isolering av jordleder, skjerm eller PE-leder

Kabler hvor skjermen/PE-lederen ikke er koblet til banestrømmens returrets på vedkommende sted, men er ført i rør eller under kabelbeskyttelse opplagt på underlag koblet til banestrømmens returrets, skal være isolert slik at skjerm ikke kan komme i kontakt med beskyttelsen eller underlaget. Ved kryss mellom kabler og kontaktledningsanleggets jordledninger eller gjenstander som er i metallisk ledende forbindelse med skinnegangen, skal det anbringes lag av isolerende materiale.

3.3.3.2 Langlinjekabel på fri linje

Kabel med halvledende ytterkappe (METF) skal være forlagt i jord, med spesifikk ledningsevne $\rho_{jord} < 2500 \Omega m$. Forlegning i pukk er ikke tillatt. Kabelen skal ikke komme i berøring med andre utsatte ledende deler eller jordledninger/utjevningsforbindelser tilkoblet skinnegang, langsgående jordleder eller andre jordelektroder. Forlegning av METF i kabelkanal eller pukk over lengre avstander medfører fare for skade på kabel og farlige berøringsspenninger.

³ Det kan være utilatelig høy spenning mellom isolert skjerm/PE-leder og ledende deler tilkoblet banestrømmensreturrets eller andre jordingssystemer.

Jording

Ved forlegning i kabelkanal eller i jord med spesifikk ledningsevne $\rho_{\text{jord}} \geq 2500 \Omega\text{m}$ skal det benyttes kabel med isolert ytterkappe (METE). Kabelen skal punktjordes hver 700 meter for å sikre god reduksjonsfaktor og for holde induuerte langsspenninger under tillatte verdier. Jording av METE- og METF-kabler utføres som beskrevet i vedlegg 6.e.

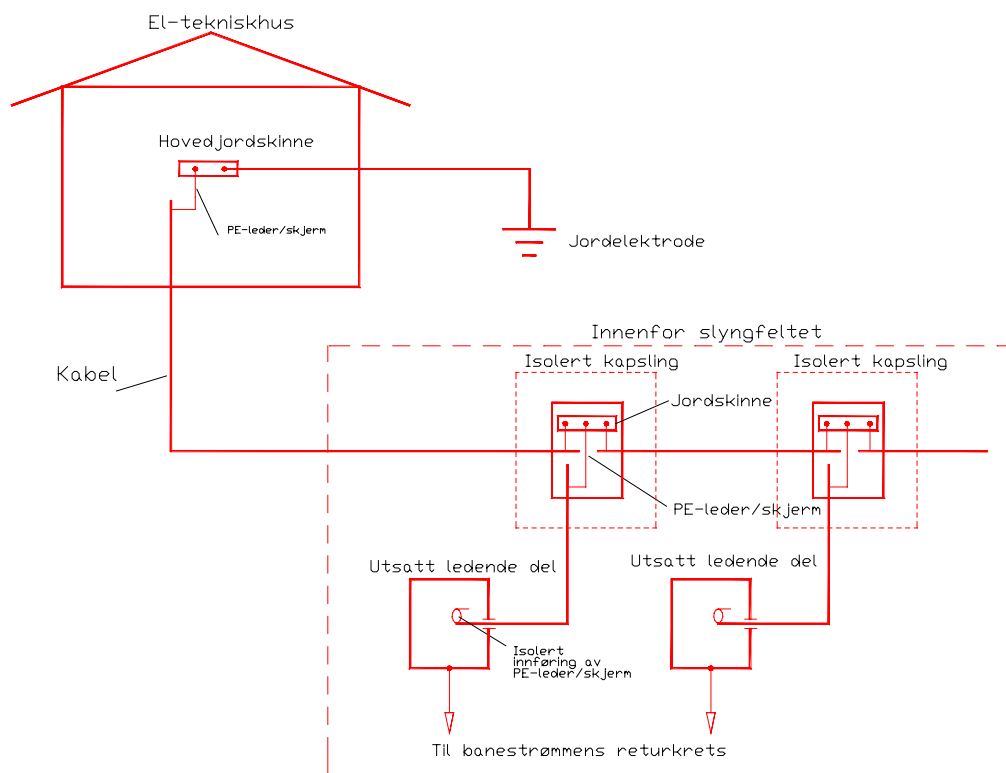
Jordelektrodene skal ha en overgangsmotstand til jord $R_j < 100 \Omega$. Det er spesielt viktig at avstanden til andre elektroder er tilstrekkelig stor, se avsnitt 5.3, slik at langlinjekabelen ikke utsettes for returstrømmer. Tilstrekkelig avstand til andre elektroder/jordingsanlegg er viktigere enn at punktjordingen plasseres eksakt ved hver skjøt. Det gjelder også for hovedjordelektroder ved relehus, radiokiosker eller lignende. Ved innføring i hus, kiosker etc. bør det benyttes skilletransformator (eller overdrag for likestrømsimpulserte systemer).

3.3.3.3 Armert fiberkabel

Armert fiberkabel forlagt på elektrifiserte strekninger eller ved parallellføring med høyspentlinjer, skal jordes for minimum hver 2000 m eller ved hver skjøt.

3.3.4 Utstyr med isolert kapsling

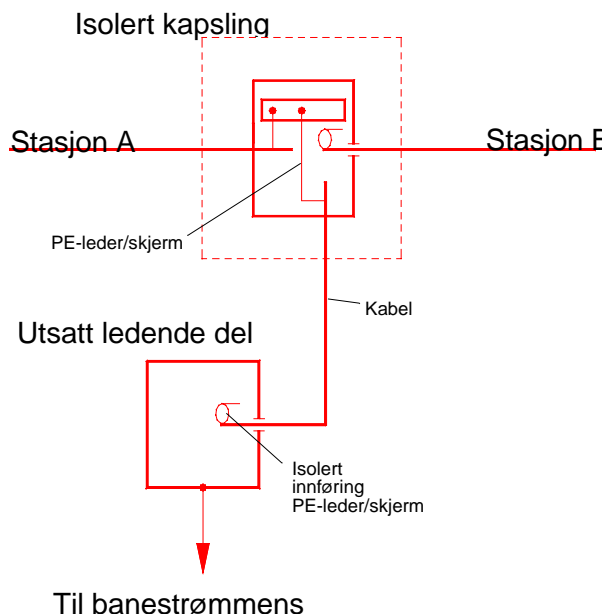
Med isolert kapsling menes kapsling som isolerer det innvedige utstyret mot overslag fra høyspenning (kontaktledningsspenning 15kV), ved nedfall av eller tilfeldig kontakt med høyspenningsledninger. Ved bruk av isolerte kapslinger skal jording av kabler utføres etter figur 6.7.



Jording

Figur 6.7 Jording av kabler ved innføring i isolerte kapslinger innenfor slyngfeltet Utstyr kan være: signal, drivmaskin, lysmast, etc..

Der det forekommer sammenhengende kabelforbindelse mellom stasjoner skal jordforbindelsen mellom stasjonene brytes, se figur 6.8. Skille skal dokumenteres på anleggets jordingsplan, se avsnitt 2.7.



Figur 6.8 Jording, brudd mellom stasjoner

3.3.5 Reservestrømstransformator

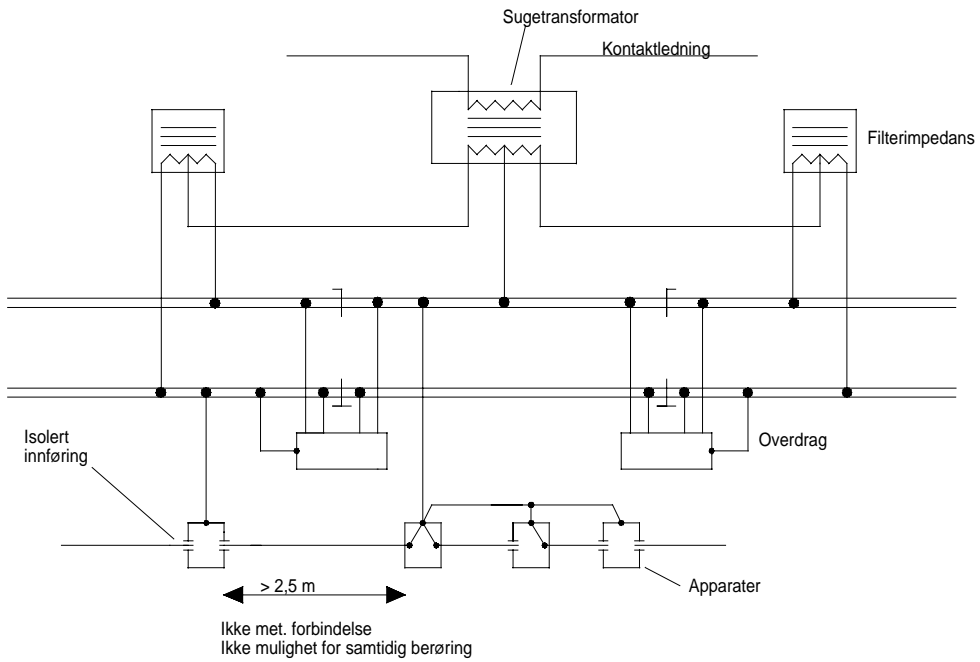
Reservestrømstransformator skal tilkobles banestrømmens returkrefts med min. $2 \times 50 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$. For koblingsskjema se kap. 8.

3.3.6 Utstyr nær sugetransformatorer med null-felt

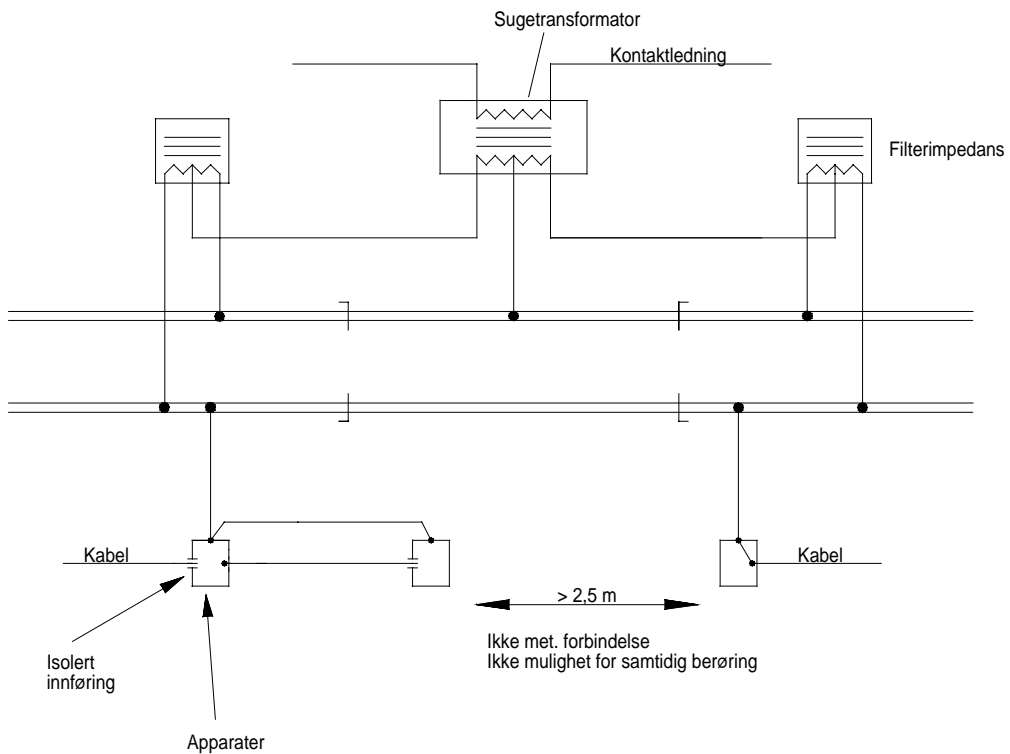
3.3.6.1 Anlegg uten langsgående jordleder

Apparater og utstyr nær sugetransformatorer med null-felt bør jordes slik at apparater og utstyr innenfor hver isolert sporseksjon kobles til samme punkt i sporet. Se figur 6.9. Det skal ikke være mulig å samtidig berøre apparater og utstyr jordet til forskjellige sporseksjoner, dvs. avstand skal være større enn 2.5 m. Dersom det er mulig å berøre to apparater samtidig, skal apparatene jordes til samme punkt i sporet, eller forskyves slik at samtidig berøring ikke er mulig. Se figur 6.9 og figur 6.10.

Jording



Figur 6.9 Jording av utstyr nær sugetransformator eks. 1.

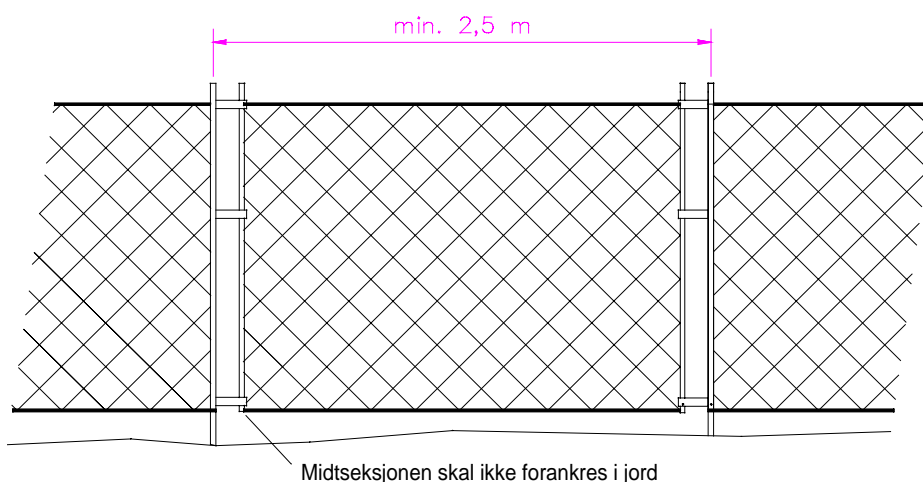


Figur 6.10 Jording av utstyr nær sugetransformator eks. 2.

3.3.7 Langsgående ledende gjenstander

Langsgående ledende gjenstander som er innenfor slyngfeltet, f. eks. gjerder, støyskjermer, mv, skal jordes til skinne, evt seksjonert isolert jordleder.

Dersom de langsgående gjenstandene har lang utstrekning, skal de seksjoneres med isolerende sjikt. De isolerende sjiktene utføres todelt, slik at muligheten for å nå over begge sjiktene samtidig ikke er mulig. Seksjonen mellom sjiktene skal ikke forankres i jord.



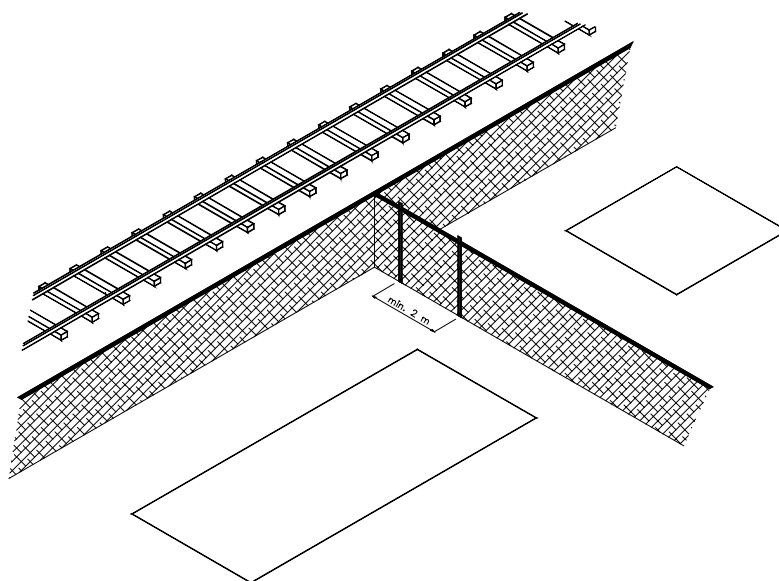
Figur 6.11 Seksjonering av gjerde

Normalt skal gjerder seksjoneres hver 300 m, og ved bruk av langsgående jordleder skal seksjoneringen samordnes med jordlederseksjonene.

3.3.8 Utstrakte ledende gjenstander vinkelrett på jernbanetraséen

Dersom utstrakte ledende gjenstander som gjerde eller lignende går vinkelrett på sporet, er koblet sammen med gjenstander som går parallelt med sporet, skal gjenstandene seksjoneres og isoleres fra hverandre. Denne seksjoneringen må skje slik at hele den delen som seksjonert bort fra jernbanen blir minimum 5 m fra spormidt, se figur 6.11.

Jording



Figur 6.12 Langsgående ledende gjenstander vinkelrett på jernbanetraseen.

3.3.9 Tunneler og kulverter

For å tilfredsstille kravene til EMC i tunneler forutsetter dette både returledning og langsgående seksjonert jordleder.

Det skal monteres returledning i alle nye tunneler, se kap. 12 [JD 540]. Det bør monteres returledning i alle eksisterende tunneler med lengde over 3 km. Returledningen skal monteres på vegg i samme posisjon som returledning på master på fri linje. Dersom dette ikke er mulig kan returledningen legges i kabelkanal.⁴

3.3.9.1 Langsgående jordleder

Langsgående jordleder skal legges i kabelkanal eller festes på tunnelvegg. Jordlederen skal være isolert gul/grønn kobberleder med isolasjonsnivå minimum 750V.

Alle utsatte deler i tunnelen skal kobles til langsgående jordleder. Evt. armering i utstøpte tunnelhvelvinger skal kobles til jordlederen med minimum 10 meter avstand. Kobling til armering skal være utført i mekanisk og elektrisk stabil forbindelse, korrosjonsbeskyttet og skal være tilgjengelig for inspeksjon.

Jordlederens lengder og tilkobling til sporet avklares som beskrevet i avsnitt 3.1.7.

⁴ Returledningen har best virkning for å redusere det elektromagnetiske feltet dersom den monteres nærmest mulig kontaktledningen. Induserte spenninger i langsgående kabler reduseres til om lag 1/10 del av påkjenningen uten returledning, når returledningen monteres på felles mast med kontaktledning, slik som på fri linje. Returledning i kabelkanal vil også gi bedre EMC-forhold ved at returstrømmen i skinnene reduseres og opptrer kun når det er tog på seksjonen (i segment), men reduksjonen av magnetfeltet blir da ikke optimal pga. større avstand til kontaktledning.

Jordelektroder for hver jordleder seksjon bør tilfredsstillende kravne som beskrevet i avsnitt 5. Dersom ikke kravet til overgangsmotstand kan oppfylles, skal det dokumenteres at det ikke er fare for utillatelige berøringsspenninger mellom samtidig tilgjengelige utsatte ledende deler i tunnelen.

3.3.9.2 Langlinje kabler (tele)

Det skal benyttes uarmert fiberkabel i alle nye tunneler.

Langlinje (parkabel) i tunneler med lengde over 5 km skal tilkobles egen isolert langsgående jordleder. På utsiden av tunnelen termineres jordlederen (og langlinjekabelen) til jord med lavest mulig overgangsmotstand, se avsnitt 5. Jordlederen må ikke brytes, og skal ved brudd på kabelen behandles som beskrevet i [JD 390 og 391].

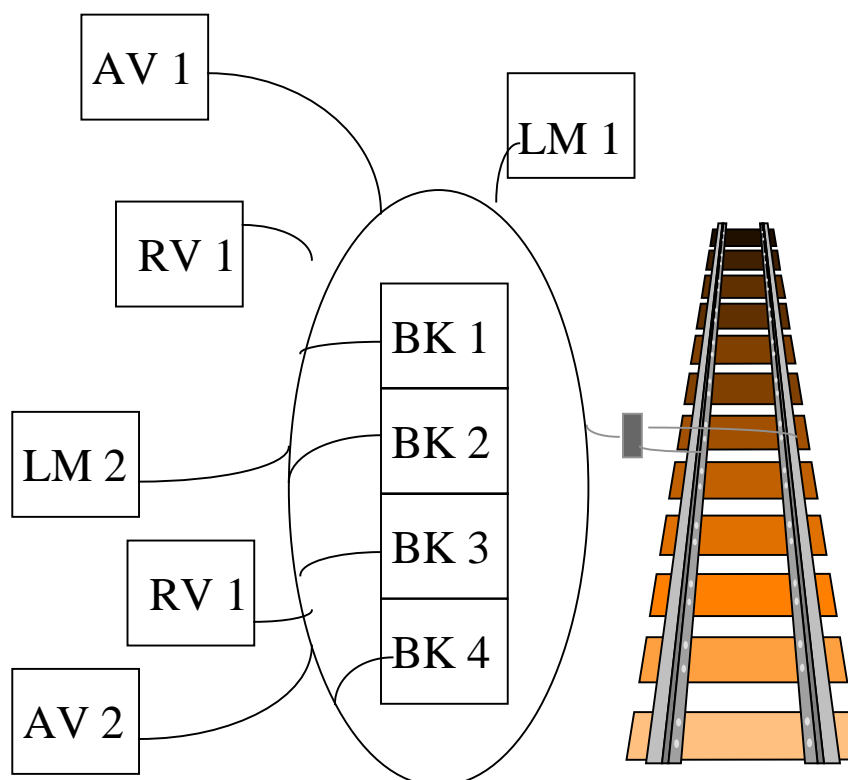
Jordlederen forlegges tett sammen med langlinjekabelen (festes til kappen) og kobles sammen med kappen om lag hver 700 meter. Jordlederen for telekabelen skal isoleres fra det øvrige jordingsanlegget i tunnelen. Skap og koblingsbokser for teleutstyr i tunnelen, koblet til langlinjekabelen, skal utføres i isolert kapsling, slik at innvendig utstyr er beskyttet mot kontaktledningsspenning og isolert fra omkringliggende utsatte deler.

Det skal i tillegg benyttes skilletransformator i alle par i kabelen ved innføring til skap eller utstyr.

3.3.10 Større ledende konstruksjoner

Ved alle større ledende konstruksjoner (kryssende bruer og kulverter eller andre betongkonstruksjoner) innenfor eller delvis innenfor slyngfeltet, bør det benyttes en sammenhengende kobberleder rundt konstruksjonen. Alle ledende gjenstander festet til konstruksjonen, samt eventuell armering kobles til kobberlederen, se figur 6.12.

Større ledende konstruksjoner som delvis befinner seg innenfor slyngfeltet, og som samtidig strekker seg langt utenfor sporområdet, skal søkes unngått. Dersom slike konstruksjoner er nødvendig må det legges inn isolerende skille i konstruksjonen, slik at skinnejord ikke trekkes ut i lang avstand fra sporet. Slik skille må utføres todelt, uten muligheter for å nå over begge skillene (se avsnitt 3.3.7 for krav til berøringsavstand).



Figur 6.13

Eksempel på sammenkobling av ledende gjenstander til en større ledende konstruksjon, AV = autovern, RV = rekkverk, LM = lysmast, BK = betongkonstruksjon.

Kobberlederen kobles til banestrømmens returrets via langsgående jordleder, via filter (impedansforbindelse) eller direkte til jordet skinne, avhengig av jordings- og signalsystemet på strekningen. Kobling til returretsen bør dubleres.

Eksempel på prosedyre for jording av større ledende konstruksjoner finnes i vedlegg 6.d.

3.3.11 Bruer

3.3.11.1 Jernbanebruer (langs sporet)

For alle bruer bør skal det benyttes langsgående jordleder. Selve brukonstruksjonen skal også kobles til jordlederen for om lag hver 10. meter. Dette gjelder stålbruer og betongbruer. Armeringen i alle deler av betongbruer skal kobles sammen via en kobberleder som igjen kobles til langsgående jordleder. Koblingen til returretsen bør dubleres.

3.3.11.2 Bruer over sporet

Overgangsbruer i betong eller stål behandles som større ledende konstruksjon, se avsnitt 3.3.10.

3.3.12 Ledende gjenstander som krysser flere spor

Ledende gjenstander som krysser flere spor, som f.eks åk, bruer mv, kobles til banestrømmensreturrets på den ene siden av sporene. Det skal tydelig fremgå av jordingsplanen hvilken side objektet er koblet til.

3.3.13 Jordingsbrytere

Bryterkonsoll skal ha egen utjevningsforbindelse til banestrømmens returkrets. Jordingspolen på bryteren skal være isolert fra bryterkonsollen.

3.3.14 Svingskive

Svingskive på spor med elektrisk drift, skal ha utjevningsforbindelse til banestrømmens returkrets via kongestol og krans. Alle tilstøtende spor skal være utstyrt med tverrforbindere og være innbyrdes forbundet dersom dette ikke er til hinder for eventuelle sikringssanlegg.

Begge skinner på svingskiven skal være forbundet med skivens understilling.

3.3.15 Kraner

Fastmontert kran nær elektrisk spor skal ha dobbel utjevningsforbindelse til banestrømmens returkrets.

Kran på egne skinner over spor skal jordes ved at kranskinnen har utjevningsforbindelse til banestrømmens returkrets.

3.3.16 Tankanlegg

Tankanlegg for brennbare væsker og gasser eller last som kan danne en blanding av brennbart støv, bør ikke plasseres innenfor kontaktledningens slyngfelt, eller ved nærliggende spor som kan føre returstrøm.

Jording av tankanlegg skal utføres iht. EN 50122-2⁵.

Alle tankanlegg skal spesielt godkjennes av Jernbaneverket Hovedkontoret.

⁵ I tillegg finnes retningslinjer i UIC Fiche 603E

4 ANLEGG UTENFOR SLYNGFELT

Kraven i dette avsnittet gjelder også anlegg på ikke elektrifisert banestrekning. Beskyttels-, jord- eller utjevningsledere skal ikke kobles til skinnegangen.

Jording av alle anlegg utenfor kontaktledningens slyngfelt skal tilfredsstillende krav i [FEL].

EI-tekniske hus skal plasseres utenfor kontaktledningens slyngfelt, og jordingsanlegg skal plasseres utenfor effektivt motstandsområde til andre jordelektroder, se avsnitt 5.3.

4.1 Jordnettstruktur i bygninger

Alle i bygninger skal ha egen jordelektrode med gode høyfrekvente egenskaper. Overgangsmotstanden bør ikke overstige 40 Ω .

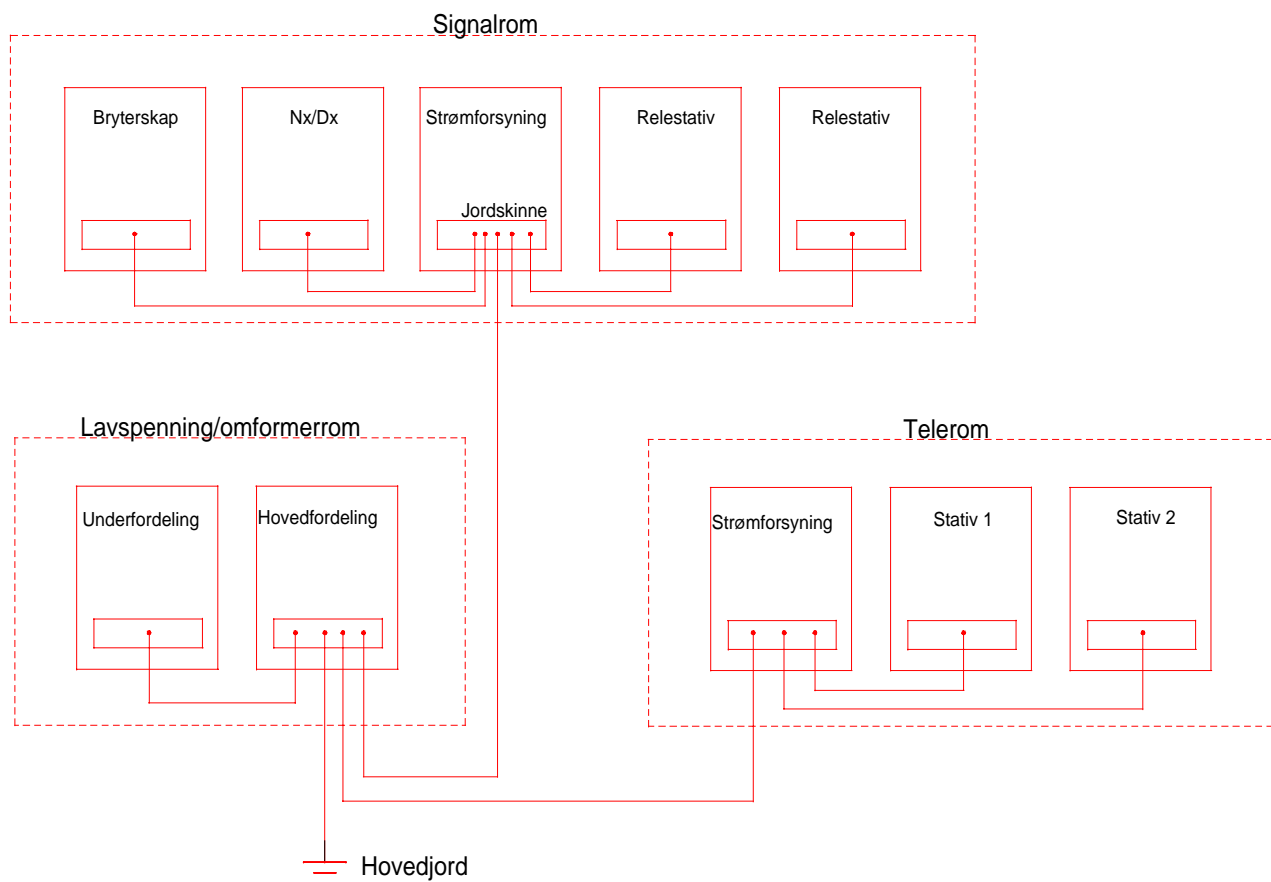
Jordnettstruktur i bygninger skal bygges opp med trestruktur. Trestrukturen skal ha sitt utspring i en felles hovedjordskinne. Jordledninger og utjevningforbindelser skal være så korte som mulige. Jordklemmer, jordskinner, jordledere etc. skal være tydelig og varig merket og tilgjengelig for inspeksjon.

Kabler som går til installasjoner innenfor slyngfeltet skal jordes i forsyningsende og isoleres i forbrukerende.

Alle metalliske kabler skal tas inn i bygning via felles inntakspunkt og skal ha skjerm tilkoblet byggets hovedjord.

All forlegning av metalliske kabler skal skje på metalliske kabelkanaler. Kabelkanalene skal være metallisk sammenhengende. Metalliske kabelkanaler/bruer skal danne treformet struktur.

Jording



Figur 6.14 Jordnett med trestruktur

Separat opplagt jordledning av kopper skal ikke ha mindre tverrsnitt enn 16 mm^2 der den ligger utsatt og ikke har spesiell beskyttelse mot mekaniske påkjenninger. Tverrsnittet skal ikke være mindre enn 4 mm^2 der jordledningen ligger beskyttet. Jordledninger som legges i jorden skal ha minst 25 mm^2 tverrsnitt.

I signalrom skal utsatte anleggsdeler på stativer (relèstativ, kabelstativ), sikringskap og bryterskap jordes til egen utjevningsskinne på hvert enkelt stativ/skap. Disse skal i sin tur koples til en (se figur 6.14). Utjevningsskinner skal være isolerte fra underlaget (stativet). Stativet skal ha egen utjevningsforbindelse til skinnen.

Stativer skal være isolert fra hverandre elektrisk, slik at det letter feilsøking ved jordfeil. Man skal kunne ta av jordledningen på den enkelte ramme, og da skal denne være isolert fra det øvrige anlegget.

Utjevningsledere fra hovedutjevningsskinne i signal- og telerom til hovedjordskinne i lavspenningsrom skal være minst 50 mm^2 .

I tillegg skal etableres utjevningsforbindelser til eventuelle:

- avløpsrør
- vannrør
- lynavlederanlegg

For større bygninger bør det også etableres utjevningsforbindelse mot armering i betongkonstruksjonene.

4.2 Jordfeilrelè (jordfeilovervåking)

Feilsignaler fra jordfeilvarslere/isolasjonsovevåkning skal overføres til nærmeste elkraftsentral, nærmeste betjente stasjon eller annet betjent sted, dersom ikke feil kan detekteres på annen måte.

4.2.1 Sikringsanlegg

Det skal være montert jordfeilrelè på alle spenninger som inngår i sikringsanlegget. Jordfeilrelèene skal være konstruert og montert slik at alle signaler tilhørende den aktuelle jordfeildetektoren settes i stopp. Om nødvendig (der forholdene tilsier det) skal det aktuelle sikringsanlegget, eller større deler av dette, settes i stopp ved jordfeil. Dette skal vurderes meget nøye i hvert enkelt tilfelle.

4.3 Beskyttelsesledere

Separat opplagt jordledning av kopper skal ikke ha mindre tverrsnitt enn 16 mm² der den ligger utsatt og ikke har spesiell beskyttelse mot mekaniske påkjenninger. Tverrsnittet skal ikke være mindre enn 4 mm² der jordledningen ligger beskyttet. Jordledninger som legges i jorden skal ha minst 25 mm² tverrsnitt.

4.4 Batterianlegg

Batteriets ene pol skal jordes til jordskinne i det rom/sone hvor batteriet er plassert i.

5 JORDELEKTRODER

Bygningsjord skal alltid holdes isolert fra banestrømmens returrets. Isolasjonsnivået ved utisolering av jordleder mellom jordingsanlegg tilkoblet returretsen og –anlegg ikke tilkoblet returretsen bør tilsvare isolasjonsnivået i kontaktledningsanleggets returrets (1000 V)..

5.1 Elektrodens funksjon og utforming

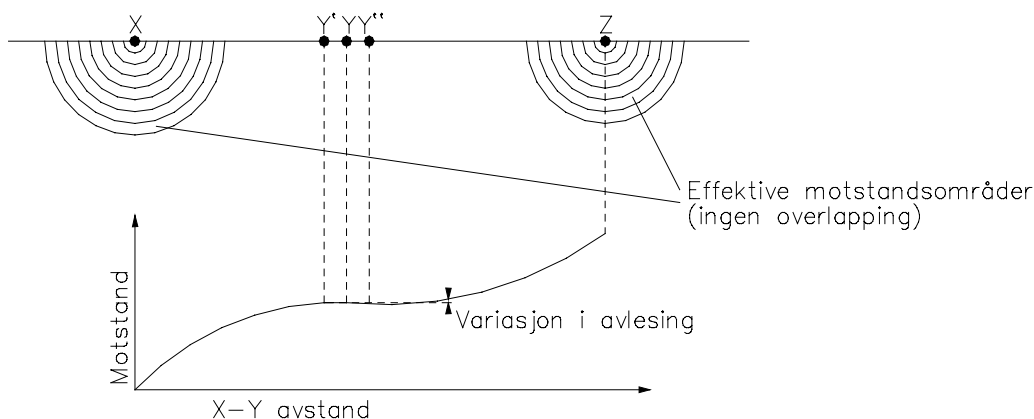
Minstetversnitt for jernbaneanlegg skal være minst 25 mm² der hvor tilkoblingslederne skal forbindes med banestrømmens returrets. For øvrig skal elektrodens funksjon og utforming tilfredsstillende krav i henhold til [FEA-F] § 103 eller [FEL], avhengig av type anlegg og beliggenhet.

5.2 Overgangsmotstand til sann jord

Elektrodeanlegg skal ha en overgangsmotstand til «sann jord» som ikke overstiger 40 Ω. Elektroden skal ikke påvirkes av temperatur- og fuktighetsvariasjoner gjennom året, og skal derfor være nedgravd til frostfri dybde.

5.3 Avstand mellom elektroder

Avstanden mellom to elektroder skal være slik at de ikke har overlappende effektive motstandsområder, se figur 6.15.



Figur 6.15 Effektive motstandsområder for elektrodene "X" og "Z"

Avstanden mellom separate jordingsystemer skal kontrolleres. Dette gjelder f.eks mellom bygningsjord, e-verksjord, jordelektrode for telekabel eller jordelektrode for langsgående jordleder.

Dersom det ikke er praktisk mulig å holde bygningsjord og e-verksjord adskilt, skal det opprettes en veldefinert utjevningforbindelse mellom dem.

5.4 Utførelse av jordelektroder

Jordelektroder for god avledning for lavere frekvenser (16²/₃ og 50 Hz) er ikke nødvendigvis tilfredsstillende for høye frekvenser (atmosfæriske overspenninger). For avledning av atmosfæriske overspenninger skal det for alle anlegg hvor det finnes overspenningsavledere eller lynavlederanlegg etableres jordelektroder med gode høyfrekvente egenskaper (kråkefot eller tilsvarende).

5.4.1 Koblinger

Koblinger mellom kobberwire, spyd og hovedjordleder skal utføres i mekanisk solid, korrosjonsbeskyttet utførelse. Skrudde forbindelser skal være tilgjengelig for inspeksjon.

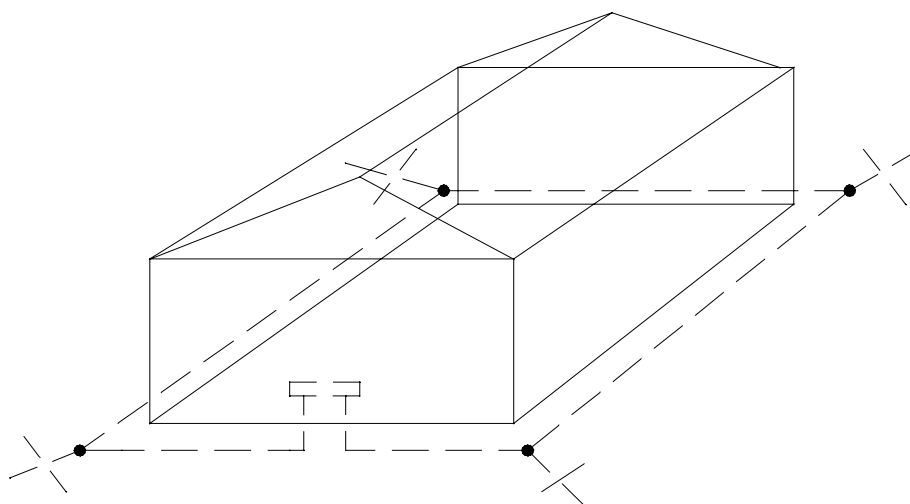
5.4.2 Kråkefotelektrode

Kråkefotelektrode skal etableres i umiddelbar nærhet av overspenningsvern, som ved sugetransformator og reservestrømstransformator.

Elektroden bygges opp av fire kobberstråler vinkelrett på hverandre forlagt i frostfri dybde. For å bedre overgangsmotstanden kan strålene kombineres med jordspyd.

5.4.3 Ringjord med kråkefot

For bygninger bør det benyttes ringjordelektrode rundt fundament, se figur 6.16.



Figur 6.16 Eksempel på ringjordelektrode med gode høyfrekvente egenskaper.

Ringjordelektroden bør utføres med en kobberwire med minimum 25 mm² tverrsnitt (kobberweld/kobberkledd ståltråd anbefales ikke benyttet) rundt betongfundamentet under dreneringen, med etablering av kråkefotelektrode i hvert hjørne, som eventuelt også kan kombineres med jordspyd i hvert hjørne.

5.5 Dokumentasjon av elektrodeanlegg

Ved bygging av nytt elektrodeanlegg og ved arbeider på eksisterende anlegg skal følgende dokumenteres:

- elektrodens utforming (form, materiale og eventuelt jordforbedringsmidler anvendt)
- elektrodens plassering inntegnes på jordingsplan (se avsnitt 2.7) samt skisse med angitte avstander og dybde
- målt overgangsmotstand med beskrivelse av jordsmonn, målemetode og værforhold (inkl. skisse/skjema)
- målt avstand mellom ulike elektrodeanlegg og dokumentasjon på at motstandsområdene ikke overlapper, eventuelt på at det ikke er mulig å unngå at de overlapper hverandre

Jording

Kontroll av jordingsanlegg med bl.a. måling av overgangsmotstand bør utføres jevnlig. Måleresultater skal vedlegges og følge dokumentasjonen for anlegget.