1 HENSIKT OG OMFANG 2
2 FORSKRIFTER, NORMER OG REFERANSEDOKUMENTER 3
3 GRENSESNITT TIL ANNET ANLEGG 4
3.1 Returkrets 4
3.2 Everk 4
3.3 Sporfelter 4
4 KRAV TIL JORDING 5
4.1 Dokumentasjon 5
4.2 Slyngfelt 5
4.3 Dimensjonerende kortslutningsytelse 6
4.4 Langsgående jordleder 6
4.4.1 Generelt 6
4.4.2 Filterforbindelser mellom jordlederen og skinnene 7
4.4.3 Krav til jordlederenes tverrsnitt 7
4.4.4 Krav til jordlederseksjonens maksimale lengde 7
4.4.5 Elektroder 7
4.5 Anlegg uten langsgående seksjonert jordleder 8
4.6 Øvrige krav 8
4.6.1 Forlegning, merking og beskyttelse av jordingsforbindelser 8
4.6.2 Seriejording 8
4.6.3 Kabler til utstyr innenfor slyngfeltet 9
4.6.4 Jordledningers forlegning 9
4.6.5 Langsgående ledende gjenstander 10
4.6.6 Ledende gjenstander som krysser flere spor 10
4.6.7 Tunneler og kulverter 10
4.6.8 Dobbeltisolert utstyr 10
4.6.9 Større ledende konstruksjoner 10
4.6.10 Overspenningsbeskyttelse 11
4.6.11 Spenningsmessig udefinderte komponenter 11
4.6.12 Jording av reservestrømstransformator 11
4.6.13 Jording av jordingsbrytere 11
4.6.14 Jording av kraner 11
4.6.15 Jording av svingskive 11
4.6.16 Jording av stålbroer 12
4.6.17 Jording av tankanlegg 12

1 HENSIKT OG OMFANG

Jording i et jernbaneanlegg har flere hensikter. Hovedhensikten er å beskytte mot farlige berørings- og skrittspenninger. Videre skal jordingsanlegget være slik at det oppnås elektromagnetisk sameksistens mellom anlegg, systemer og utstyr, og slik at anleggsdeler er best mulig beskyttet mot overspenninger.

Jordingskonseptet som er beskrevet i dette regelverket gjelder elektrifiserte jernbanestrekninger og kan benyttes på baner med sporfelter. Eventuelle spesielle krav som er avhengig av type sporfeltsystem, nevnes spesifikt.

Dette kapittelet er begrenset til å omfatte jording av anlegg innenfor slyngfeltet, samt jording av kabler som føres til utstyr innenfor slyngfeltet. Forøvrig henvises det til regelverk for isolasjonskoordinering.

Dette regelverket tar utgangspunkt i at anlegget har en langsgående seksjonert jordleder. Ved jording av nye delanlegg i eksisterende anlegg uten jordleder, se avsnitt 4.5.

2 FORSKRIFTER, NORMER OG REFERANSEDOKUMENTER

Følgende forskrifter/normer *skal* følges:

- Forskrifter for elektriske anlegg, forsyningsanlegg FEA-F
- Forskrifter for elektriske bygningsinstallasjoner m.m., FEB
- EN 50 081-2 og EN 50 082-2: EMC direktivet
- EN 50 122-1: Railway applications- Fixed installations. Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing, direktiv angitt i EN 50 122-1.

I tillegg til nevnte forskrifter/normer bygger dette regelverket på rapporten "Strategi for jording og skjerming av elektroanlegg" utgitt juni 94 av NSB Bane Ingeniørtjenesten.

Den som prosjekterer jordingsanlegg må dessuten ha kjennskap til følgende beslektede regelverk:

kap 11:	Regelverk for prosjektering av isolasjonskoordinering
kap 12:	Regelverk for prosjektering av returstrømkretsen

3 GRENSESNITT TIL ANNET ANLEGG

3.1 Returkrets

Elektriske anlegg for togfremføring med 15 kV spenning, og elektriske anlegg for togoppvarming med 1000 V spenning, kan drives med varig driftsjord i henhold til tillatelse fra Produkt og elektrisitetstilsynet.

Ved elektrisk jernbane er dermed driftsjord og beskyttelsesjord felles, og dette medfører at alle ledende konstruksjoner innenfor kontaktledningens slyngfelt må jordes til returkretsen.

3.2 Everk

E-verksjord og jernbanens drifts-og beskyttelsesjord skal ***ikke*** ha elektrisk forbindelse. Som en konsekvens av dette stilles det spesielle krav i regelverket for jording i Jernbaneverkets anlegg.

3.3 Sporfelter

Sikringsanleggets sporfelter skal utføres en slik måte at farlig feil aldri oppstår og at driftsfeil sjelden eller aldri oppstår. Jordingsanlegget skal utføres på en slik måte at hensikten med jording er tilfredsstilt, *samtidig* som det ikke skal svekke sporfeltenes funksjon.

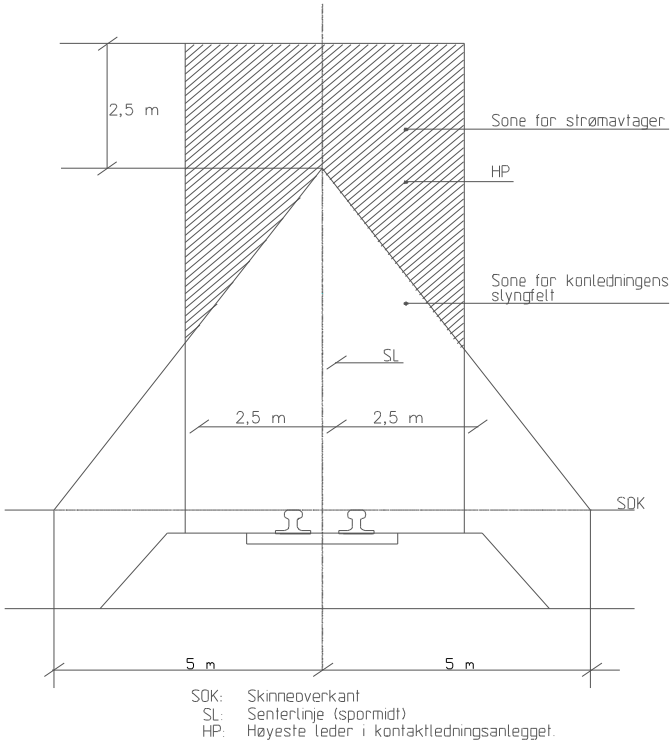
Bak disse to kravene ligger delvis motstridende interesser, og det er derfor viktig å synliggjøre problemstillingene i prosjekteringsfasen, for deretter å foreta et bevisst valg av løsning.

4 KRAV TIL JORDING

4.1 Dokumentasjon

Ethvert jordingsanlegg som bygges skal dokumenteres i form av en jordingsplan, der samtlige anlegg som skal jordes i henhold til kravene nedenfor fremgår. Jordingsplaner skal også inngå som arbeidstegninger i anbuds-og tilbudsdokumentasjon.

4.2 Slyngfelt



Figur 13.1 Kontaktledningsanleggets slyngfelt (definert ihht EN 50122)

Alle ledende gjenstander i kontaktledningens slyngfelt (kontaktledningsmaster, signalmaster, apparater, utstyr, metalliske konstruksjoner etc.) skal jordes til jernbaneskinne via seksjonert jordleder. Dette gjelder også gjenstander som er slik plassert at samtidig berøring (avstander under 2,5 m) med gjenstander som er jordet til skinne er mulig.

Unntak:
- Enkeltstående stendere, mindre gjenstander og lignende.
- Beskyttede konstruksjoner (isolert, plassert under bøyle og lignende)

I figur 13.1[1] er det angitt de soner (slyngfelt) hvor gjenstander av ledende materiale skal jordes til jernbaneskinne via seksjonert jordleder. Avstand X=5 meter.

[1] Figur 13.1 er hentet fra EN 50 122-1.

4.3 Dimensjonerende kortslutningsytelse

Normalt skal følgende transiente kortslutningsytelser legges til grunn for dimensjonering av jordingsanlegg:

- Oslo området $I_k^{\circledcirc}$= 20 kA
- Rest av landet $I_k^{\circledcirc}$= 10 kA

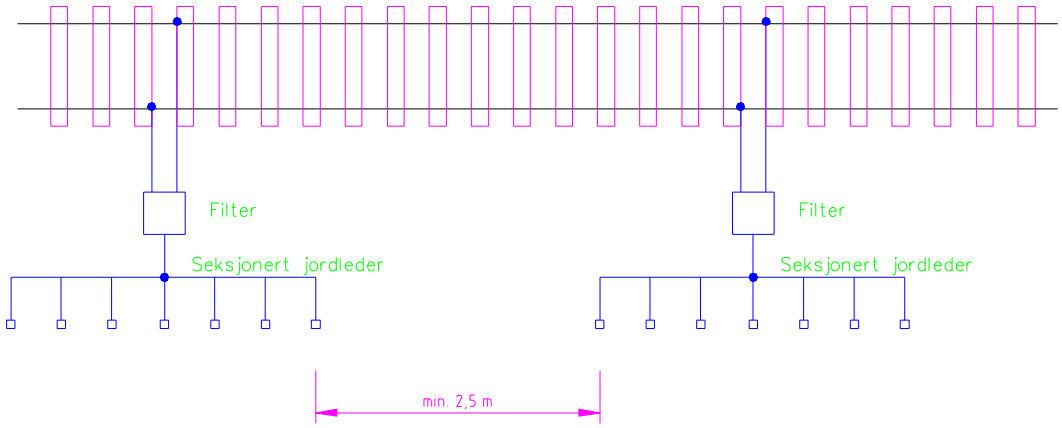
Oslo området er her definert ved alle banestrekninger mellom følgende omformerstasjoner: Asker, Lunner, Jessheim og Smørbekk.

4.4 Langsgående jordleder

4.4.1 Generelt

Det skal legges en isolert gul/grønn Cu jordleder i kabelkanal for hvert spor. Krav til minstetverrsnitt er gitt i avsnitt 0. Jordlederen legges i seksjoner med lengder som tilfredsstiller krav til verdiene oppgitt i avsnitt 4.4.4. Midtpunktet på jordlederseksjonen jordes til skinnene over en filterforbindelse, se avsnitt 0. Forbindelsen mellom jordlederen og skinne skal utføres med isolert gul/grønn Cu ledning (samme tverrsnitt som jordlederen). I tillegg skal hver seksjon jordes via jordingsspyd, se avsnitt 4.4.5.

Konstruksjoner innenfor slyngfeltet skal jordes til jordlederen med isolert Cu ledning (samme tverrsnitt som jordlederen).



Figur 13.2 Seksjonert jordleder

4.4.2 Filterforbindelser mellom jordlederen og skinnene

Filterforbindelsen skal:
1. sørge for at sporfeltstrømmen ikke føres ut i jordlederen.
2. være lavohmig for 16 2/3 Hz
3. tåle de kortslutningstrømmer som kan forekomme
4. være tilstrekkelig mekanisk beskyttet
5. være tilstrekkelig beskyttet mot klimatiske påkjenninger

De to første punktene medfører tilpasninger i forhold til hva slags sporfeltsystem som finnes eller som skal bygges på stedet.

4.4.3 Krav til jordlederenes tverrsnitt

Av termiske årsaker må det ved forventede korslutningstrømmer over 18 kA benyttes min. 95 mm^2 jordleder. For kortslutningstrømmer mellom 13-18 kA skal min. 70 mm^2 brukes. Ved kortslutningstrømmer lavere enn 13 kA brukes min. 50 mm^2. Lavere tverrsnitt er ikke tillatt av mekaniske årsaker.

4.4.4 Krav til jordlederseksjonens maksimale lengde

Jordlederseksjonenes maksimale lengder, forutsatt at koblingen til skinnene foretas midt på jordlederseksjonen[2]:

Tabell 13.1 Kortslutningsytelse, jordledertverrsnitt og lengde

kortslutnings-strøm / jordleder-tverrsnitt	20 kA	15 kA	12.5 kA	10 kA	7.5 kA	5 kA
50 mm^2			170 m	210 m	280 m	420 m
70 mm^2		200 m	230 m	290 m	390 m	560 m
95 mm^2	200 m	270 m	320 m	400 m	530 m	800 m

Tabellen viser maksimalt tillatt lengde på jordlederseksjonene, avhengig av jordlederens tverrsnitt og størrelse på kortslutningstrøm.

4.4.5 Elektroder

Ved midtpunktet på jordlederseksjonen bør det etableres jordspyd eller tilsvarende med overgangsmotstand[3] til jord < 40 Ω for å oppnå reserveforbindelse mot neste jordleder ved brudd i koblingen mot skinnene.

[2] Verdiene i tabellen er beregnet ut fra krav til maksimal berøringspenning (med varighet 0.3 sek) på 495 V, som er gitt i Cenelec EN 50122-1
[3] Verdien er satt ut ifra hva som er praktisk lavest mulig, samtidig som den skal være mye høyere (av hensyn til sporfeltstrømmen) enn forbindelsen mot skinnene, dersom den er intakt.

4.5 Anlegg uten langsgående seksjonert jordleder

Mesteparten av eksisterende anlegg har ikke langsgående jordleder. Kravene som følger gjelder også for slike anlegg, men jordingsforbindelser fra utstyr innenfor slyngfeltet kobles direkte til skinnegangen istedet for til jordlederen.

Ved jording direkte til skinnegangen, skal det ikke oppstå forbindelser som medfører kortslutning mellom skinnene.

På strekninger med ordinære lavfrekvente relèbaserte sporfelter, skal det tilstrebes at jordinger mot skinnegangen fordeles så jevnt som mulig mellom skinnestrengene, for å unngå skjevspenninger i skinnegangen. Ved jording av større gjenstsnder som kan gi skjev avledning, bør gjenstanden jordes over en impedans.

4.6 Øvrige krav

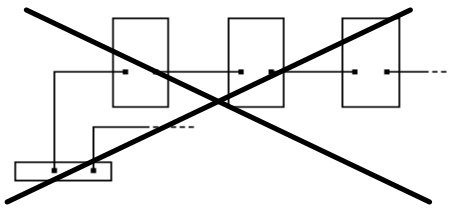
4.6.1 Forlegning, merking og beskyttelse av jordingsforbindelser

Alle jordingsforbindelser skal være så korte som mulig. De skal legges på en slik måte at de lett kan undersøkes. Ledninger og tilkoblinger skal være korrosjonsbeskyttede.

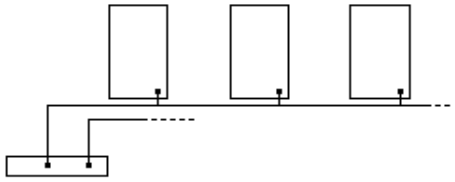
Alle jordingsforbindelser, dvs jordingsklemmer, jordskinner, jordledere etc. skal være tydelig merket og tilgjengelige for inspeksjon.

4.6.2 Seriejording

Jordingsforbindelser skal kobles og anordnes slik at de jordede anleggsdeler ikke selv danner serieforbindelse, se figurene nedenfor.



Figur 13.3 Ulovlig beskyttelsesjording

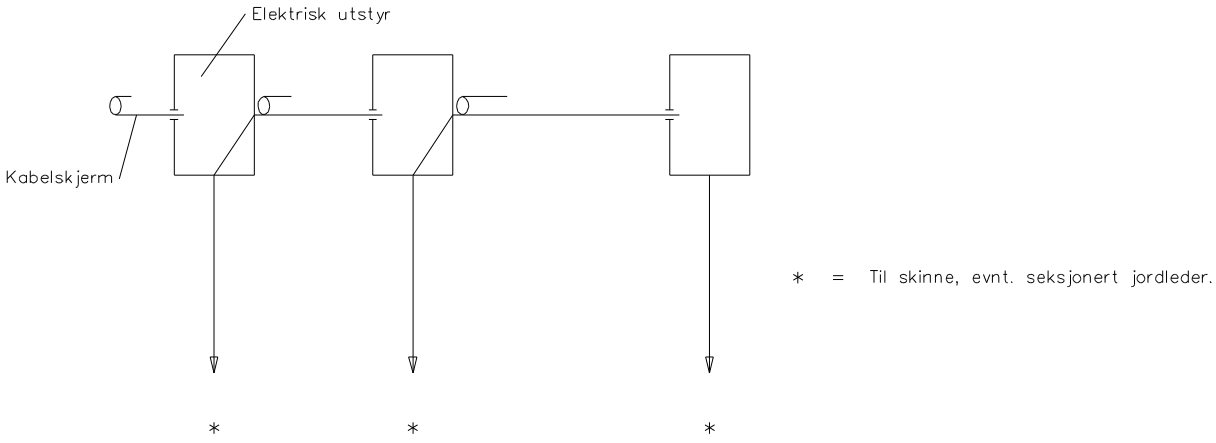


Figur 13.4 Lovlig beskyttelsesjording

4.6.3 Kabler til utstyr innenfor slyngfeltet

Kabelskjermer og kablers jordleder skal alltid være isolert i innføring til apparater og utstyr som er jordet til seksjonert jordleder for å unngå skade ved returstrøm fra banedrift (med unntak av dobbeltisolerte lysarmaturer for rømningslys og orienteringslys på tunnel/kulvertvegg).

For kabler fra drabant til kontaktledningsbryter skal kabelskjerm jordes i drabantende og isoleres i bryterende.
Hovedjordskinne i alle kiosker, hus etc utenfor slyngfeltet skal jordes til eget elektrodeanlegg.
Skjerm i alle utgående kabler skal jordes til jordsamleskinne på forsyningsiden og isoleres ute i andre enden. Skjerm i alle kabler fra skap / bokser ute skal jordes nærmest tilførselen og isoleres i motsatt ende.



Figur 13.5 Jording av kabler til og mellom utstyr innefor slyngfeltet

4.6.4 Jordledningers forlegning

Jordledninger skal legges opp mest mulig synlig for kontroll, men samtidig legges slik at de ikke utsettes for skade.

Jordleder mellom og til jernbaneskinner skal beskyttes med plastrør (PEH) i pukken inn til sville og klamres til loddrett svillekant inn til jernbaneskinne. Godkjent festeforbindelse til jernbaneskinne er skruforbindelse. Forbindelsene skal korrosjonsbeskyttes.

Ved kryssing skal jordledninger ligge over kabler men under kabelkanaler.

I kabelkanalen skal den langsgående, seksjonerete jordlederen ligge øverst.

4.6.5 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 får da udefinerbart potensiale).

"Lang utstrekning" for strekninger uten lansgående jordleder er ca. 300 m.

"Lang utstrekning" for strekninger med lansgående jordleder tilsvarer utstrekning lener enn selve jordlederseksjonen. Gjenstandene jordes og seksjoneres slik at samtidig berøring mellom gjenstander jordet til forskjellige jorlederseksjoner ikke er mulig (jfr. avsnitt 4.2).

4.6.6 Ledende gjenstander som krysser flere spor

Ledende gjenstander som krysser flere spor, som f.eks åk, overgangsbruer mv, jordes til en jordlederseksjon for et av sporene. Det skal tydelig fremgå av jordingsplanen (ref krav i avsnitt 4.1) hvilket spor som blir brukt.

4.6.7 Tunneler og kulverter

Under utarbeidelse

4.6.8 Dobbeltisolert utstyr

Lysarmaturer på tunnelvegger (rømningslys og orienteringslys) skal være dobbeltisolerte og ikke jordes til jordleder[4].

4.6.9 Større ledende konstruksjoner

Større ledende konstruksjoner som delvis befinner seg innenfor slyngfeltet, og som samtidig strekker seg langt utenfor spor-området, 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, ref krav til berøringsavstand 2.5 m.

[4] Iht. EN 50 122-1 skal dobbeltisolert lavspenningsutstyr som er innenfor kontaktlednigsanleggets slyngfelt også beskyttes mekanisk.

4.6.10 Overspenningsbeskyttelse

For å beskytte utsatte anleggsdeler som f.eks. transformatorer, kabler, teleinstallasjoner og signalinstallasjoner mot ledningsbundne spenningstransienter, skal det installeres overspenningsvern tilpasset forholdene og utstyret. Overspenningsvern skal i utgangspunktet plasseres ved inntakspunkt til utstyr og kobles mellom fase og egen impulselektrode. For vern av kabel skal overspenningsvern plasseres ved overgang mellom luftlinje og kabel ved den enden av kabelen som er jordet.

Se forøvrig regelverk for isolasjonskoordinering.

4.6.11 Spenningsmessig udefinderte komponenter

Spenningsmessig udefinerte komponenter er ikke tillatt innenfor slyngfeltet. Dette betyr at komponenter enten skal være spenningsførende eller jordet.

Unntak: Beskyttelsesseksjoner (ref avsnitt 4.6.5 og 4.6.9), dødseksjoner og avspenningsliner i loddavspenninger samt barduner under bardunisolator.

4.6.12 Jording av reservestrømstransformator

Se regelverk for isolasjonskoordinering.

4.6.13 Jording av jordingsbrytere

Det skal gå en isolert forbindelse direkte fra bryterens jordingspol til skinnestreng. I tillegg skal bryterkonsoll jordes til langsgående jordleder.

4.6.14 Jording av kraner

Fastmontert kran nær elektrisk spor skal ha dobbel jordledning.

Kran på egne skinner over spor skal jordes ved at kranskinnen jordes.

4.6.15 Jording av svingskive

Svingskive på spor med elektrisk drift, skal ha jodingforbindelse 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.

4.6.16 Jording av stålbroer

Overgangsbroer i stål og rekkverk av ledende materiale skal på alle broer jordes i begge ender til forskjellige skinnestrenger hvor dette er mulig uten å kortslutte sporfelt.

Jernbanebro i stål skal jordes ved med to separate jordledninger til samme punkt i skinne.

Det er av sikkerhetsmessige grunner særdeles viktig at jordforbindelse til broer og overgangsbroer ikke blir brutt, siden en eventuell spenningssetting vil bety stor personfare.

4.6.17 Jording av tankanlegg

Tankanlegg for brennbare væsker og gasser ved elektrisk jernbane skal jordes i henhold til disse bestemmelser.
Utdrag av UIC fiche nr. 603E:

Bestemmelsene omfatter brennbare væsker klasse A og gasser.

1. For å unngå gnistdannelse ved tapping og fylling av jernbanetankvogner, skal tappeanordningene alltid forbindes med skinnegang så potensialforskjell og derav tenningsdyktige gnister ikke kan oppstå.
2. Tankanlegg bør fortrinnsvis anlegges ved ikke-elektrifiserte spor. Forbindelsen mellom spor og tappeanordningen skal da være fast og sporet skal ha isolasjon i begge skinnestrenger, samt skinneforbindere dersom dette er mulig av hensyn til eventuelle sikringsanlegg. Skinnegangen skal forøvrig utstyres med tverrforbindere dersom dette er mulig av hensyn til eventuelle sikringsanlegg.

   Skinneisolasjonen anbringes slik at hensetting av materiell som kortslutter denne, ikke er mulig. Om nødvendig kan det monteres flere isolerte skjøter.
3. Ved elektrisk spor skal kontaktledningsanlegget på tappestedet kunne kobles ut ved hjelp av jordingsbryter. Tappeanordningen skal her forbindes over en bryter til skinne. Bryteren skal forsynes med bruksanvisning og skal kobles ut etter tappingen er avsluttet og tappeutstyret er frakoblet.
4. Alle tankanlegg skal være jordet til egen jordelektrode. Jordelektroden skal ha tilstrekkelig og varig lav overgangsmotstand.

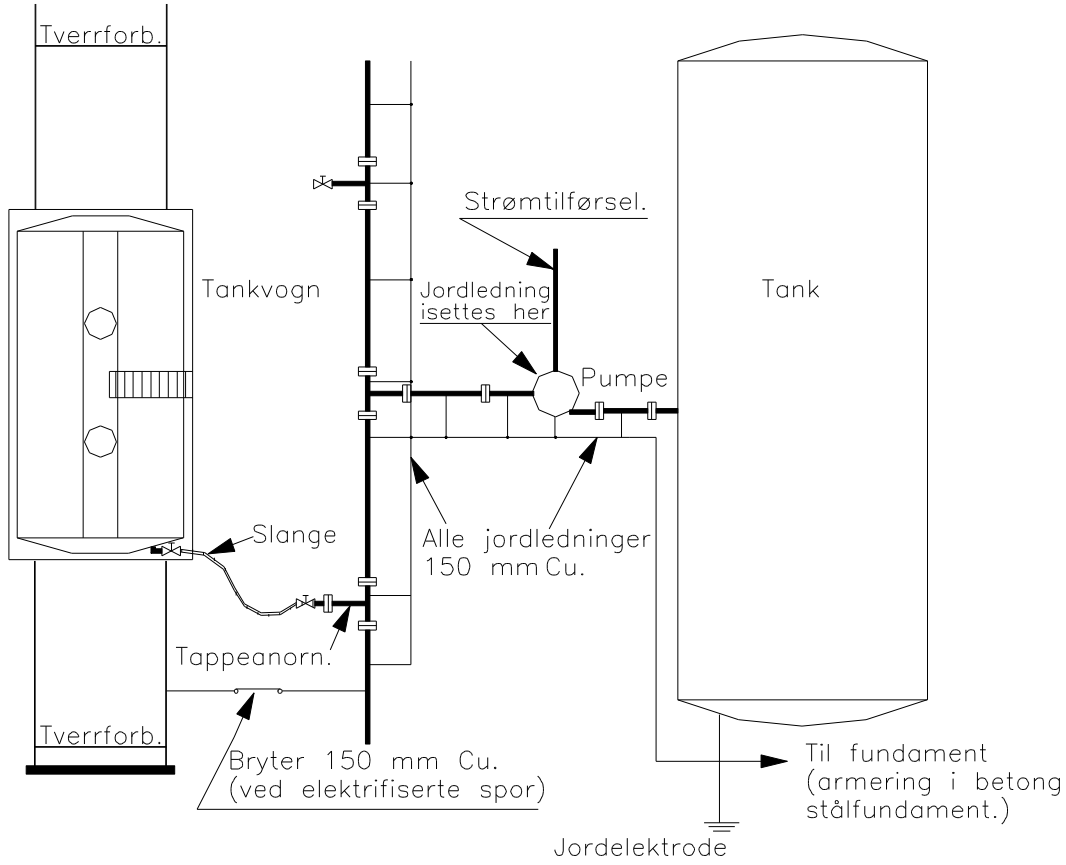
   Alle røranleggets deler skal forbindes med samme jord som tanken(e). Tankens fundament, dersom dette er av stål, forbindes også til samme jord. Ved betongfundament forbindes armeringen til jordelektroden. Jordledninger og deres tilkoblinger, skal anbringes slik at tilsyn og vedlikehold er enkelt. Jordledningens forbindelse til jordelektroden skal være løsbar.

   Hvor rørledning som fører brennbar gass eller væsker krysser under jernbanespor, skal det være min 1,20 m mellom overkant av varerør og svilleoverkant.

   Det skal for hvert tankanlegg utarbeides et oversiktsskjema som viser hele jordingssystemet.

   På fig 13.6 vises den prinsipielle utførelsen av et tankanlegg med tilhørende bryterarrangement.

5. Alle anlegg som avviker fra denne standardløsningen skal forelegges Jernbaneverket Hovedkontoret i hvert enkelt tilfelle.



Figur 13.6 Jording av tankanlegg