

Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitus- suunnittelu



Ratahallintokeskuksen
julkaisu B 23

Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden
ja rakenteiden maadoitussuunnittelu

Helsinki 2009

Ratahallintokeskus

Ratahallintokeskuksen julkaisu B 23

ISSN 1455-1204

ISBN 978-952-445-274-8

Verkkajulkaisu pdf (www.rhk.fi)

ISSN 1797-7002

ISBN 978-952-445-275-5

Kannen ulkoasu: Proinno Design Oy, Sodankylä

Kansikuva: Veikko Sjöholm

Paino: VR Kirjapaino, Hyvinkää

Julkaisun myynti: VR Kirjapaino, PL 48, 05821 Hyvinkää,
vrkirjapaino.hyvinkaa@vr.fi, puh. 0307 25 874

Helsinki 2009



2.3.2009

RAUTATIEALUEELLE TULEVIEN KIINTEIDEN LAITTEIDEN JA RAKENTEIDEN MAADOITUSSUUNNITTELU

Ratahallintokeskus on hyväksynyt Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitussuunnittelun (Ratahallintokeskuksen julkaisu B 23).

Voimassa 16.3.2009 lukien.

Ylijohtaja



Ossi Niemimuukko

Tekninen johtaja



Markku Nummelin

Korvaa Sähkölaitteiden kiinteiden laitteiden suunnittelu ja rakentaminen (SSR)
-ohjekokoelman suojamaadoituksiin liittyvät ohjeet

ESIPUHE

Tämä ohje on tarkoitettu rautatiealueelle tulevien kiinteiden rakenteiden suoja-
maadoitusten suunnittelijoille. Se kertoo maadoitussuunnittelun perusasioita, esittää eri
rakenteille asettavat maadoitusvaatimukset ja toimii apuvälineenä tulkittaessa muiden
Ratahallintokeskuksen ohjeiden vaatimuksia.

Vaikka tässä ohjeessa on ohjeistettu joidenkin rakenteiden maadoitusten suunnittelua
hyvinkin yksityiskohtaisesti, suojamaadoitussuunnittelijalla tulee olla käytettävissään
kaikki tämän julkaisun kohdassa 1 mainitut RHK:n ohjeet.

Tämä ohje korvaa SSR-ohjekokoelman suojamaadoituksiin liittyvät ohjeet

Ohje on laadittu Ratahallintokeskuksen tilaamana. Ohjeen koonneessa työryhmässä ovat
olleet mukana Markku Granlund Ratahallintokeskuksesta sekä Jorma Männikkö, Jyrki
Saarro ja Erkki Tiippana Oy VR-Rata Ab:stä.

Helsingissä, maaliskuussa 2009

Ratahallintokeskus
Rataverkko-osasto

SISÄLLYSLUETTELO

1	YLEISTÄ	4
1.1	Paluukisko (paluuvirtakisko)	4
1.2	Paluuvirtapiiri.....	4
1.3	Maadoittaminen ja radan sähköturvallisuus.....	5
1.4	Suunnitelmien tarkastaminen ja arkistointi.....	5
1.5	Maadoitusten mittaukset	5
2	KÄSITTEITÄ JA MÄÄRITELMIÄ	6
3	SUOJAMAADOITUSSUUNNITTELU	11
4	SUOJAMAADOITETTAVAN RAKENTEEN LIITTÄMINEN PALUUVIRTAPIIRIIN	12
4.1	Maadoituksen liittäminen paluukiskoon	12
4.2	Maadoituksen liittäminen M-johtopylvääseen.....	12
4.3	Maadoituksen liittäminen M-johtimeen.....	12
4.4	Maadoituksen liittäminen impedanssisiltaan	12
5	SILTOJEN MAADOITTAMINEN	13
5.1	Betonisillat	13
5.2	Terässillat.....	15
5.3	Puiset ylikulkusillat.....	15
5.4	Alikulkukäytävät.....	15
5.5	Paalulaatat	15
5.6	Sillakkeet.....	15
5.7	Tukimuurit	15
6	RATAA RISTEÄVIEN PUTKIRAKENTEIDEN MAADOITTAMINEN	16
6.1	Maakaasuputki	16
6.1.1	Muovinen maakaasuputki	16
6.1.2	Metallisen maakaasuputken maadoittaminen	16
6.1.3	Metallisen maakaasuputken eristäminen	16
6.2	Kaukolämpöputket	16
6.2.1	Kaukolämpöputki ylittää radan.....	16
6.2.2	Kaukolämpöputki alittaa radan	17
7	AITOJEN MAADOITTAMINEN	18
7.1	Puuaidat.....	18
7.2	Melusteet	19
8	RAKENNUSTEN MAADOITTAMINEN.....	20
9	LAITUREIDEN JA LAITURIKATOSTEN MAADOITTAMINEN	21
10	MAADOITUKSET TUNNELEISSA.....	22

Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitussuunnittelu

11	ULKOPUOLISEEN SÄHKÖVERKKOON LIITTYVÄT JÄRJESTELMÄT	23
11.1	Valaistus.....	23
11.1.1	Valaistuspylväät.....	24
11.1.1.1	Metallipylväs	24
11.1.1.2	Puupylväs.....	24
11.1.2	Valaisinmastot.....	24
11.1.3	Rakenteisiin tuleva valaistus.....	25
11.2	Pumppaamot.....	25
12	MUIDEN LAITTEIDEN MAADOITTAMINEN.....	26
12.1	Tunneliin asennettavan vuotavan antennikaapelin maadoittaminen.....	26
12.2	Tunnelin GSM-tukiasemien maadoittaminen	26
12.3	Vaunuvaa'at, röntgenlaitteet, säiliön täyttöasteen mittalaitteet, radioaktiivisuuden mittauslaitteet, junaliikenteen turvalaitteet jne.	26
	VIITELUETTELO	27

LIITELUETTELO

Liite 1	8.6404	Raiteiden välisen aidan maadoitus
Liite 2	8.6405	Suoja-aidan maadoitus
Liite 3	8.6406	Betonisillan maadoitus
Liite 4	8.6408	Tievaroituskaitoksen maadoitus
Liite 5	8.6409	Sähköradan läheisyydessä olevien rakennusten maadoitus
Liite 6	8.6410	Laiturikatoksen maadoitus
Liite 7	4901-750-80199	Maadoitusliitäntä kiskoon
Liite 8	4901-750-80200	Maadoitusliitäntä pylväaseen
Liite 9	4901-750-80201	GSM-antennikaapelasennuksen maadoitus
Liite 10	4901-750-80202	Valaisimen suojamaadoitus sähköradalla
Liite 11	4901-750-80203	Betonisillan maadoitusterästen periaate
Liite 12	4901-750-80204	Rataa risteävän kaasuputken maadoitusperiaate
Liite 13	4901-750-80205	Rataa risteävän kaukolämpöputken maadoitusperiaate
Liite 14	4901-750-80206	Maadoitusjohtimen liittäminen M-johtoon

1 YLEISTÄ

Tämä julkaisu sisältää Ratahallintokeskuksen (RHK) antamat suoja- maadoitusta koskevat ohjeet. Tämän ohjeen lisäksi maadoittamista, sähkö- turvallisuusasioita ja niiden suunnittelua ohjeistetaan mm. seuraavissa RHK:n ohjeissa:

- Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 5 Sähköistetty rata /1/
- Laittilojen ja valaisimien maadoittaminen /2/
- Sähköturvallisuusmääräysten soveltaminen sähköradan kiinteisiin laitteisiin /3/
- Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella /4/
- Rautatiesiltojen suunnitteluohjeet (RSO) osa 8 Siltojen maadoituksen suunnitteluohje /5/
- Rautatiesiltojen yleiset laatuvaatimukset (SYL-R) /6/

Lisätietoa RHK:n voimassa olevista ohjeista on Ratahallintokeskuksen sivuilta www.rhk.fi.

1.1 Paluukisko (paluuvirtakisko)

Sähkövetokalusto saa tarvitsemansa tehon syöttöasemalta. Virta kulkee ajolangasta virroittimen kautta sähkömoottoreihin. Paluuvirta kulkee kaluston kautta kiskoihin.

Paluukiskona toimii turvalaitejärjestelmästä riippuen joko raiteen toinen kisko tai molemmat kiskot.

Paluuvirran kiskoissa kulkema matka pyritään saamaan mahdollisimman lyhyeksi käyttämällä imumuuntaja- tai säästömuuntajajärjestelmää.

Paluukiskon katkeaman yli vaikuttaa potentiaaliero eli ns. katkeama- jännite, joka saattaa olla hengenvaarallinen. Tämän vuoksi korjattaessa sähköradalla kiskon katkeamaa tai suoritettaessa sellaisia raiteen kunnossapitotöitä, jotka edellyttävät paluukiskon katkaisemista (side- kiskon vaihto, kiskon vaihto jne.), nämä työt on suoritettava niistä annettujen erityisohjeiden mukaisesti.

Jos imumuuntajajärjestelmän paluujohtimet on poistettu silta- tai muun rakennustyömaan takia, on erityisesti huolehdittava siitä, että paluuvirralla on joka hetki esteetön kulkutie, koska kaikki paluuvirta kulkee paluu- kiskossa.

1.2 Paluuvirtapiiri

Sähköradalla suojamaadoitus suoritetaan tekemällä sähköinen (metallinen) yhteys maadoitettavan rakenteen ja paluuvirtapiirin välille. Yhteys voidaan tehdä paluukiskoon, M-johtopylvääseen, M-johtoon tai impedanssiltaan.

1.3 Maadoittaminen ja radan sähköturvallisuus

Maadoittamisella torjutaan suurjännitteisen ratajohdon normaalista käytöstä ja sen vikatilanteista ihmisille ja omaisuudelle aiheutuvaa vaaraa.

Maadoitusohjeiden lisäksi sähköturvallisuussuunnittelussa on otettava huomioon RHK:n kosketussuojausta ja jännite-etäisyyksiä koskevat ohjeet.

Sähköradan (25 kV) erityisominaisuudet vaikuttavat myös rautatiealueelle tulevien normaaliin sähköjakeluverkkoon (0,4 kV) liittyvien sähköasennuksien esim. sillan tievalaistuksen suunnitteluun.

Korjauskohteita suunniteltaessa on erityisen tärkeää selvittää olemassa oleva tilanne niin arkistosta saatavien piirustusten avulla kuin tutustumalla kohteeseen paikan päällä.

Maadoitus suunnitelmat on tehtävä niin yksityiskohtaisiksi työpiirustuksiksi, ettei työmaalla tarvitse tehdä suunnittelua. Kohteen suunnitelmissa on myös huomioitava työnaikainen sähköturvallisuus ja tehtävä mm. ratapihan ja raiteet ylittävän rakenteen osalta ennakkoon turvallisen työskentelyn ohjeet (työselityksen sähköturvallisuuskohta).

Maadoitus on suunniteltava ja tehtävä kaikkia työnaikaisiakin tilanteita varten

1.4 Suunnitelmien tarkastaminen ja arkistointi

Sähkörataan liittyvien rakenteiden ja laitteiden maadoituksista pitää tehdä erillinen maadoitus suunnitelma.

Suunnittelijan tulee huolehtia että RHK:n valtuuttama tarkastaja tarkastaa ja hyväksyy suunnitelmat ja piirustukset ennen rakennustyön aloittamista.

Sähköturvallisuutta koskevat dokumentit, piirustukset ja mittauspöytäkirjat ovat sähköradan piirustuksia ja ne on toimitettava RHK:n sähköpiirustusarkistoon.

1.5 Maadoitusten mittaukset

Maadoitettavien rakenteiden sähköinen jatkuvuus varmistetaan suorittamalla peräkkäisten maadoituspisteiden välillä resistanssimittaus. Mittaus tehdään standardin EN 61557-4 /7/ mukaisella mittalaitteella, jonka testijännitteen pitää olla vähintään 4 V ja enintään 24 V tasa- tai vaihtojännitettä ja testivirran pitää olla vähintään 0,2A (SFS6000-6 kohta 6C.61.3.2 suojajohtimien jatkuvuus). Mittauksesta laaditaan pöytäkirja.

Käyttöönottotarkastuksen mittaukset saa tehdä henkilö, joka täyttää Sähköturvallisuuslain 14.6.1996/410 /8/ vaatimukset.

2 KÄSITTEITÄ JA MÄÄRITELMIÄ

Määritelmien laajempi kokoelma on esitetty Sähkörataohjeissa.

Ajojohdin

Ajolangan ja kannattimen tai vain ajolangan muodostama johdin.

Ajolanka

Ajojohtimen alempi osajohdin, josta virroitin ottaa tehoa.

Alikulkusilta

Alikulkusilta on ratasilta, silta jota pitkin rata ylittää vesistön tai liikenneväylän

Aukean tilan ulottuma (ATU)

Pitkin raidetta ulottuva tila, jonka sisäpuolella ei saa olla kiinteitä rakenteita eikä laitteita.

Eristysjatkos

Ratakiskon sähköisesti eristävä katkaisu.

Hätämaadoitus

Vaurio- tai muussa hätätilanteessa tehtävä työmaadoitus, jonka suorittaminen kuuluu sähköalan ammattihenkilölle, tai rautatieyrityksen tehtävään koulutetulle veturimiehistölle raivauspäällikölle, työkoneen kuljettajalle tai palokunnalle.

Impedanssisilta

Kaksikiskoisen raidevirtapiirin alueella maadoitettavat rakenteet, paluujohtin ja M-johdin yhdistetään paluukiskoon impedanssisillan kautta. Impedanssisilta yhdistää maadoituskohteen kiskoihin (50 Hz), mutta ei oikosulje kiskoja raidevirtapiirin kannalta (125 Hz). Impedanssisilta voi olla raidekuristin tai pelkästään maadoituskuristin. Raidekuristinta käytetään kaksikiskoisen raidevirtapiirin alueella paluuvirran johtamiseen eristysjatkoksen yli sekä raidevirtapiirin syöttöpään tai relepään muuntajana.

Imumuuntaja (IM)

Muuntaja, jonka ensiö on sarjassa ajojohtimen kanssa ja toisiopaluujohtimen kanssa ja jonka tarkoitus on pakottaa paluuvirta kulkemaan paluujohtimessa.

Jännitteelle altis osa

Virtapiiriin kuulumaton osa, joka voi eristyksen pettäessä tulla jännitteiseksi.

Kaksikiskoinen raidevirtapiiri

Raidevirtapiiri eristetyllä raideosuudella, jossa raiteen molemmat kiskot ovat paluukiskoja.

Kannatin

Ajojohtimen ylempi osajohdin, joka kannattaa ripustimien välityksellä ajo-lankaa.

Keräilyjohdin

Maassa tai ilmassa oleva maadoitusjohdin, jolla useita ratajohtopylväitä tai muita suojamaadoitettavia osia liitetään paluukiskoon.

Kiskonvarmistusjohdin (K-johdin)

Yhtä paluukiskoa käytettäessä tämän rinnalle kytketty johdin, joka varmistaa paluuvirtatien kiskon katkeamisen varalta.

Kiskonvarmistusjohtimen kiskoonliitäntä (KKL)

Kiskonvarmistusjohtimen yhdistäminen paluukiskoon.

Kiskopotentiaali

Kiskon potentiaali suhteessa neutraaliin maahan.

Kytkenäryhmä

Kytkenlaitteiden, ryhmityseristimen, erotuskentän tai erotusjakson rajaama ratajohtoon virtapiirin metallisesti yhtenäinen osa.

Käyttökeskus

Sähköradan käytön valvomo, jossa käyttöpäivystäjä tekee keskitetysti sähköradan kytkentämuutoksia ja valvoo energian käyttöä.

Käyttömaadoittaminen

Virtapiirin maadoittamiseen käytetty maadoitus (esim. PKL).

Maadoittaminen

Virtapiirin tai laitteen johtavan osan yhdistäminen maadoituselektrodiin. Sähköradalla suojamaadoitus suoritetaan yhdistämällä maadoitettava rakenne paluuvirtapiiriin.

Maadoitusalue

Maadoitusalueella tarkoitetaan ympäristöä, jossa on laajoja sähköä johtavia rakenteita, jotka yleensä sijaitsevat maaperässä. Tällaisia ovat mm. kaupunkialueella putkistot, kaapeliverkostot, sähkölaitosten maadoitusjohtimet ja -verkostot, teollisuuslaitosten maadoitusverkostot, ratapihat jne.

Maadoittamista edellyttävä alue

Rautatieympäristössä osa on suojamaadoitettava kun se

- sijaitsee sivusuunnassa 5 m lähempänä sähköistetyin raiteen keski-
viivaa
- sijaitsee sää- ja kuormatiloissa 2,5 m lähempänä 25 kV jännitteistä
osaa.
- sijaitsee sää- ja kuormatiloissa 1,5 m lähempänä paluujohdinta.

M-johdin

Yleensä ilmassa oleva maadoitusjohdin, jota käytetään ratajohtopylväiden ja muiden rakenteiden maadoittamiseen paluukiskoon.

M-johtimen kiskoon liitäntä (MKL)

M-johtimen liitäntä paluukiskoon (noin 200 m välein).

Paluujohdin

Paluuvirtaa varten oleva johdin, joka liitetään paluukiskoon jokaisen imu-
muuntajavälin keskivaiheilla.

Paluujohtimen kiskoon liitäntä (PKL)

Paluujohtimen yhdistäminen paluukiskoihin.

Paluukisko

Paluuvirtatien osana toimiva metallisesti yhtenäinen ratakisko; joko
raiteen toinen kisko tai molemmat kiskot.

Paluukiskoon liittäminen

Sähköradalla suojamaadoitus suoritetaan tekemällä sähköinen (metallinen)
yhteys maadoitettavan rakenteen ja paluuvirtapiirin välille. Yhteys voi-
daan tehdä paluukiskoon, M-johtopylvääseen, M-johtoon tai impedanssi-
siltaan.

Paluukiskojen poikittaisyhdistys

Metallinen yhdistys, joka on tehty rinnakkaisten paluukiskojen välille joko
suoraan tai impedanssisiltojen keskipisteen kautta useampiraiteisella
radalla.

Paluuvirta

Kuormituskohdasta tai vikapaikasta syöttöasemalle palaava virta.

Paluuvirtatie

Paluuvirtatie, paluuvirtapiiri on osa sähköradan virtapiiriä, jota pitkin virta
pala kuormitus- tai vikapaikasta syöttöasemalle. Sähköradalla suoja-
maadoitus suoritetaan tekemällä sähköinen (metallinen) yhteys maadoi-
tettavan rakenteen ja paluuvirtapiirin välille. Yhteys voidaan tehdä paluu-
kiskoon, M-johtopylvääseen, M-johtoon tai impedanssisiltaan.

Paluuvirtapiiri

Ks. paluuvirtatie.

Potentiaalinohjauselektrodi

Yleensä renkaanmuotoinen johdin, jonka tarkoitus on tasoittaa maapotentiaali askel- ja kosketusjännitteiden pienentämiseksi.

Päätyömaadoitus

Lähinnä ajojohtimen erotuskohtaa oleva ajojohtimen työmaadoitus.

Radanvarsisäästömuuntaja eli säästömuuntaja (AM)

Sähköistysjärjestelmässä 2x25 kV radanvarteen noin 7 km välein sijoitettu muuntaja, joka muuntaa ajojohtimen ja vastajohtimen välisen 50 kV siirtöjännitteen junan 25 kV käyttöjännitteeksi.

Raidevirtapiiri

Eristetyn raideosuuden, jännitelähteen ja releen käämin muodostama virtapiiri, joka ilmaisee junan olemisen eristetyllä raideosuudella.

Ratajohto

Ajojohtimen ja mahdollisen paluujohtimen tai vastajohtimen sekä kannatusrakenteiden ja varusteiden muodostama johto.

Ratasilta, rautatiesilta

Rata ylittää vesistön tai liikenneväylän.

Reduktiojohdin (R-johdin)

Imumuuntajattomassa ja säästömuuntajattomassa järjestelmässä paluukiskojen rinnalle kytketty johdin, jonka tarkoituksena on pienentää maan kautta palaavaa virtaa.

Reduktiojohtimen kiskoon liitäntä (RKL)

Reduktiojohtimen yhdistäminen (tavallisesti 300...500 m välein) paluukiskoihin.

Ryhmityseristin (RE)

Varuste, joka jakaa ajojohtimen kahteen sähköiseen ryhmään siten, että alta kulkeva virroitin voi ottaa koko ajan tehoa.

Ryhmitysjohdin

Yhden tai useampia jäniteitä sisältävä johdin, jota käytetään lähekkäisten eri sähköistä ryhmää olevien johdinten välisiin kytkentöihin.

Ryhmityskaavio

Kaaviollinen esitys tietyn rataosan raiteiden jakaantumisesta sähköradan kytkentäryhmiin.

SAM-piste

Kohta, josta rakenne voidaan liittää sähköradan maadoitukseen.

SEM-piste

Kohta, josta voidaan mitata maadoituksen jatkuvuus (vertailu tai referenssipiste).

Suojamaadoittaminen

Virtapiiriin kuulumattoman, tavallisesti jännitteelle alttiin kosketeltavan osan tai maadoittamista edellyttävällä alueella olevan rakenteen maadoittaminen (esim. ratajohtopylväs, opastin, silta, kaide).

Sähköistysjärjestelmä 25 kV

Suomessa yleisesti käytetty sähköistysjärjestelmä, jossa 25 kV käyttöjännite syötetään ajojohtimen ja paluukiskon väliin.

Sähköistysjärjestelmä 2x25 kV

Sähköistysjärjestelmä, jossa 25 kV käyttöjännite syötetään ajojohtimen ja paluukiskon väliin ja samansuuruinen, mutta vastakkaismerkkinen jännite -25 kV vastajohtimen ja paluukiskon väliin.

Sähkөрataohjeet (SRO)

RHK:n laatimat sähköturvallisuusmääräyksiä täydentävät ohjeet, jotka koskevat sähkөрadalla työskentelyä ja sähkөрadan käyttötoimintaa.

Tavallinen maadoitus

Yhdellä maadoitusjohtimella tehty maadoitus.

Työmaadoittaminen

Virtapiiriin normaalioloissa jännitteisten johtimien maadoittaminen ja oikosulkeminen työn ajaksi.

Varmistettu maadoitus

Vähintään kahdella (sähköiset ja mekaaniset vaatimukset yksinään täyttävällä) maadoitusjohtimella tehty maadoitus. Suoraan M-johtimen maadoitettaessa riittää varmistetussakin maadoituksessa yksi liitäntäjohdin maadoitettavan kohteen ja M-johtimen välille.

Yksikiskoinen raidevirtapiiri

Raidevirtapiiri eristetyllä raideosuudella, jossa vain toinen kisko on paluukisko.

Yleiskaavio

Kaaviollinen esitys rataosan sähköistyksestä. Yleiskaaviosta voidaan käyttää myös nimitystä pääkaavio.

Ylikulkusilta

Liikenneväylä ylittää rautatien.

3 SUOJAMAADOITUSSUUNNITTELU

Sähköradalla suojamaadoitus suoritetaan tekemällä sähköinen (metallinen) yhteys rakenteen ja paluuvirtapiiriin välille.

Suojamaadoituksen sähkönsuojatavuuden on vastattava sähkönsuojatavuudeltaan 25 mm^2 :n kupariköyttä tai 50 mm^2 :n kuumasinkittyä terästä, (harvoissa poikkeustapauksissa voidaan joutua käyttämään alumiini-johdinta).

Varmistetusti pitää maadoittaa:

- sillat ja alikulkukäytävät
- laiturikatokset, suuret laiturirakenteet ja rakennukset
- valonheitinmastot, laitetilat, pääkeskukset ym. vastaavat rataan välillisesti liittyvät kohteet
- imumuuntajapylväät, erotusjaksopylväät, erotinpylväät, M-johtimen kiskoon liitännäpylväät
- syöttöaseman maadoitukset.

Varmistettu maadoitus tehdään vähintään kahdella sähköisellä ja mekaanisella vaatimuksella yksinään täyttävällä maadoitusjohtimella. Suoraan M-johtimeen maadoitettaessa riittää varmistetussakin maadoituksessa yksi liitännäjohdin maadoitettavan kohteen ja M-johtimen välille.

Rakenteet on suojamaadoitettava paluuvirtapiiriin seuraavissa tapauksissa:

- Osa sijaitsee sivusuunnassa 5 m lähempänä sähköistetyin raitein keskiviivaa.
- Osa sijaitsee sää- ja kuormatiloissa 2,5 m lähempänä 25 kV jännitteistä osaa.
- Osa sijaitsee sää- ja kuormatiloissa 1,5 m lähempänä paluujohdinta.

Lueteltujen etäisyysrajojen soveltamisessa on otettava 25 kV kannalta huomioon mm. ajojohtimen siksak, virroittimen heilahdus ja kääntöorren jännitteiset osat.

Kaikki uudet tunnelit, sillat, melusteet ja muut suuret rakenteet suunnitellaan suojamaadoitettaviksi, vaikkei rataosaa olisi sähköistetty.

Irrallisia esineitä tai pieniä erillisiä rakenteita, jotka eivät oleellisesti levitä pudonneen tai sinkoutuneen jännitteisen osan potentiaalia vikakohdasta kauemmas, ei tarvitse suojamaadoittaa (kyseessä olevaan rakenteeseen ei saa liittyä johtoja).

4 SUOJAMAADOITETTAVAN RAKENTEEN LIITTÄMINEN PALUUVIRTAPIIRIIN

Suojamaadoitettava rakenne voidaan liittää paluukiskoon, M-johtopylvääseen, M-johtoon tai impedanssisiltaan.

Suojamaadoituksen sähkönjohtavuuden on vastattava sähkönjohtavuudeltaan 25 mm²:n kupariköyttä tai 50 mm²:n kuumasinkittyä terästä, (harvoissa poikkeustapauksissa voidaan joutua käyttämään alumiini johdinta).

4.1 Maadoituksen liittäminen paluukiskoon

Turvalaitejärjestelmien raidevirtapiiriratkaisut määrittävät, mikä kisko on paluukisko, kisko johon maadoitukset liitetään. Vaihdealueilla kisko-liityntöjen tekoa on rajoitettu.

Liitanta kiskoon tehdään RHK:n hyväksymiä menetelmiä käyttäen. Nykyisin kaikissa uusissa kiskoliitännöissä käytetään ns. Cembre-liitostekniikkaa. Periaate on esitetty kuvassa 4901-750-80199 (liite 7).

4.2 Maadoituksen liittäminen M-johtopylvääseen

Yhdistettäessä maadoitus M-pylvääseen on ensin varmistettava, että pylväässä on M-johdin. Maadoitus tehdään radalta päin katsottuna pylvään jalustan kauimmaisissa tukipaloissa oleviin reikiin. Periaate on esitetty kuvassa 4901-750-80200 (liite 8).

Varmistetut maadoitukset liitetään aina kahteen erilliseen sähköratapylvääseen.

4.3 Maadoituksen liittäminen M-johtimeen

Yhdistettäessä maadoitus M-johtimeen käytetään siirtymäliitintä esim. Ensto SL4.26 tai vastaavaa (M-johto on A1107 mm² Oxlip-johtoa).

Varmistetuksi maadoitukseksi suoraan M-johtoon riittää yksi liitanta. Periaate on esitetty kuvassa 4901-750-80206 (liite 14).

4.4 Maadoituksen liittäminen impedanssisiltaan

Impedanssisiltaa tai maadoituskuristinta käytetään kaksikiskoisesti eristetyllä raidevirtapiiriosuudella. Impedanssisilta yhdistetään kumpaankin kiskoon 4.1 kohdan mukaisesti ja maadoitettavat rakenteet yhdistetään impedanssisillan keskipisteeseen, tarvittaessa keräilyjohdinta käyttäen, koska uusia impedanssiltoja ei yleensä voida asentaa.

5 SILTOJEN MAADOITTAMINEN

Siltojen maadoittamisen periaatteet on esitetty julkaisussa "Sähköturvallisuusmääräysten soveltaminen sähköradan kiinteisiin laitteisiin" /3/ ja "Rautatiesiltojen suunnitteluohjeiden" osassa 8 "Siltojen maadoituksen suunnitteluohje" /5/.

Silta tulee maadoittaa varmennetusti eli ainakin kahdesta pisteestä. Sama koskee sillan rakenneosia pieniä kohteita lukuun ottamatta. Pienet kohteet voidaan maadoittaa yhdellä maadoitusjohtimella tai jättää maadoittamatta, jos se ei aiheuta vaaraa (esim. tippuputket).

Rautatiesillassa maadoituspisteitä (SAM-piste) tulee olla sillan molemmissa päissä kummallakin puolen siltaa. Niistä silta liitetään sähköradan paluuvirtapiiriin (paluukiskoon, M-johtimeen, pylvääseen tai impedanssiltaan). Maadoituspiste voi olla sillan maadoitusteräksen hitsaamalla yhdistetty kierretanko (M 10), laipallinen valuankkuri (12 mm) tai kiinnityskorvake. Maadoituspisteiden materiaalin tulee olla haponkestävää terästä.

Sillan kaikki metallirakenteet sekä betonirauditus yhdistetään 25 mm² Cu-johtimella tai Ø 10 mm teräksellä maadoituspisteisiin. Maadoituspiirin osana ei saa olla sellainen rakenne, joka voidaan poistaa sillan normaalin käytön aikana.

Maadoituksen jatkuvuuden mittausta varten piirustuksissa tulee esittää mittauspisteet (SEM-piste). SEM-pisteessä tulee olla johtava, maadoitukseen yhteydessä oleva pinta. Maadoituksen jatkuvuus mitataan SEM- ja SAM-pisteiden väliltä. SEM-pisteet merkitään yleensä esim. silloilla kaiteen päihin (kaiteen yläjohteeseen), suojaseinämien yläosiin tapauskohtaisesti.

Kiskopotentialin leviäminen rautatiealueen ulkopuolelle tulee estää tekemällä ylikulkusillan tai rautatiesillan alla kulkevan tien kaiteisiin sillan ulkopuolelle sähköä johtamatonta eristystä, joiden välimatka on 2,5 m.

Siltojen maadoitusjohtimien asentaminen käy ilmi kuvasta 8.6406 (liite 3). SAM- ja SEM-pisteiden merkintäperiaate on esitetty liitteessä 4901-750-80203 (liite 11). Pisteet numeroidaan juoksevasti siten, että parittomat ovat vasemmalla ja parilliset oikealla puolella kasvavien km-lukemien suuntaan kuljettaessa.

5.1 Betonisillat

Betonisillan maadoitusterästen sijoitusperiaate on esitetty kuvassa 4901-750-80203 (liite 11). Betonisen rautatiesillan ja ylikulkusillan reunoille valun sisään rakennetaan sähköisesti yhtenäinen maadoitusteräs. Sillan päissä ja pilareiden kohdalla teräkset yhdistetään poikittaisella maadoitusteräksellä. Yhtenäinen maadoitusteräs voidaan muodostaa

yhteen hitsatuista betoniteräksistä tai erillisestä jatkuvaksi hitsatusta \varnothing 10 mm maadoitusteräksestä, joka sidotaan betoniteräksiin.

Liikuntasauman yli maadoitus kytketään erillisellä 25 mm^2 Cu-johtimella.

Ylikulkusillan alapintaan suojabetonisyvyydelle asennetaan raiteen kohdalle maadoitusteräokset, jotka liitetään sillan läpi ulottuviin pitkittäisiin maadoitusteräksiin (RSO8) /5/.

Vanhoilla, alunperin maadoittamattomilla betonisilla ylikulkusilloilla varustetaan ulkoisten metalliosien maadoittamisen lisäksi kannen reunojen alasärmä maadoitusjohtimella.

Ylikulkusillan pilareiden raiteenpuoleisen reunan kaksi betoniterästä hitsataan yhtenäisiksi ja liitetään hitsaamalla kannen maadoitusteräksiin. Maadoitusteräokset tulee sijoittaa pilarin tai maatuen kulmiin ja poikki-leikkaukseltaan ympyrän muotoinen pilari kehällä 90° välein. Vanhoilla silloilla, maadoittamista edellyttävällä alueella pilareiden raiteen puoleiset särmät varustetaan pystysuorilla maadoitusjohtimilla.

Ylikulkusillan kannen alapinnalla tai sivureunassa oleva kaapeli suojataan sillan maadoitusrakenteisiin liitetyllä kaapelihyllyllä, kanavalla tms.

Sähköisesti yhtenäinen kaide tai suojaseinä maadoitetaan sillan maadoitusteräksiin molemmista päistä sekä pitkät kaiteet ja suojaseinät lisäksi 50 m välein. Pultti- tai ruuviliitos katsotaan sähköisesti yhtenäiseksi, jos on käytetty tähtialuslevyjä. Kaidepylväs maadoitetaan joko betoniin valetun ankkuripultin välityksellä tai se yhdistetään 25 mm^2 Cu-johtimella siltaan asennettuun maadoituspisteeseen (esim. valuankkuri tai kierretanko).

Valaisinpylvään kuumasinkitty kiinnityslaite maadoitetaan \varnothing 10 mm teräksellä sillan maadoitusteräksiin tai 25 mm^2 Cu-johtimella maadoituspisteeseen.

Sillan pintavesiputket maadoitetaan yhdestä pisteestä, jos ne ulottuvat 2,5 m korkeudelle tai alemmas kulkutasosta tai maan pinnasta. Sillan kannen alapinnassa olevia tippuputkia tai paineentasausputkia ei maadoiteta.

Ratajohtopylväiden maadoittamisessa noudatetaan yleisiä ohjeita. Ratajohtopylväät maadoitetaan M-johtimeen ja lisäksi joka kolmas pylväs maadoitetaan paluukiskoon. Jos M-johdinta ei ole, jokainen pylväs maadoitetaan paluukiskoon.

Vanhojen betonisten rautatiesiltojen kannen reunojen yläsärmään asennetaan paluukiskoon maadoitettu johdin (25 mm^2 Cu tai 50 mm^2 Fe), ellei siinä ole luonnostaan metalliosaa (esim. kaidetta).

5.2 Terässillat

Teräksiset rautatiesillat maadoitetaan paluuvirtapiiriin kummastakin päästä. Sillan sähköisesti erilliset rakenneosat maadoitetaan sillan runkoon tai maadoitusjohtimeen. Ratajohdon kiinnitysrakenteet maadoitetaan sillan runkoon 25 mm² Cu-johtimella tai tähtialuslevyillä ja kiinnityspulteilla joiden kokonaispinta-ala/liitos on > 50 mm² Fe. Muut rakenteet maadoitetaan samoin kuin betonisillassa. Teräksisten ylikulkusiltojen betonipilareiden suhteen menetellään kuten betonisilloilla.

5.3 Puiset ylikulkusillat

Puisille ylikulkusilloille pätevät muuten samat vaatimukset kuin betonisilloille, paitsi että koko suojamaadoittamista vaativa alue varustetaan paluukiskoon maadoitetulla metalliverkolla, -levyllä tai enintään 20 cm etäisyydellä toisistaan sijaitsevalla johtimilla. Nämä vierekkäin sijaitsevat johtimet saavat olla 16 mm² Cu tai 35 mm² Fe.

Maadoitusjohtimina käytetään 25 mm² kupariköyttä, mutta rakenteiden pintaan asennettuina johtimina voidaan vaihtoehtoisesti käyttää 50 mm² kuumasinkittyä lattarautaa. Jos useampi pintaan asennettu lattarauta on kytketty rinnan, poikkipinnaksi riittää 35 mm². Näkyviin jäävät kuparijohtimet maalataan harmaaksi.

5.4 Alikulkukäytävät

Alikulkukäytävät maadoitetaan RSO 8 vaatimusten mukaisesti /5/. Metalliset alikulkukäytävät (rummut) maadoitetaan molemmista päistään paluuvirtapiiriin, mikäli ne ovat maadoittamista edellyttävällä alueella (< 5 m raiteen keskeltä).

5.5 Paalulaatat

Paalulaattoja ei maadoiteta jos ne eivät ole kosketeltavissa.

5.6 Sillakkeet

Sillakkeet ovat osittain näkyvissä ja kosketeltavissa olevia paalulaattoja. Ne maadoitetaan kuten sillat kosketeltavissa olevilta osiltaan paitsi, jos ne eivät oleellisesti levitä potentiaalia.

5.7 Tukimuurit

Tukimuurien maadoittamista suunniteltaessa on erityisesti huomioitava tukimuurien työnaikainen jännitteelle altistuminen.

6 RATAA RISTEÄVIEN PUTKIRAKENTEIDEN MAADOITTAMINEN

Rataa risteilevien maakaapeleiden, putkijohtojen tms. sekä maadoitus-elektrodien maadoittaminen ja sijoittaminen rautatiealueelle tulee suorittaa julkaisun Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella mukaisesti /4/.

Ensisijaisesti rataa ylittävät tai alittavat putkirakenteet ja kaapelit eristetään raiteen keskeltä 20 m etäisyydelle rataan maadoitetuista rakenteista (kiskot, sähköratapylväät, valaisinpylväät, -mastot, puomit, opastimet jne.). Sähkökaapelien osalta tätä asiaa on ohjeistettu julkaisussa Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella.

Jos eristäminen ei teknisesti ole mahdollista, rataa ylittävät tai alittavat putkirakenteet ja kaapelit maadoitetaan 5 m raiteen keskeltä olevalta etäisyydellä paluuvirtapiiriin.

6.1 Maakaasuputki

Maakaasuputki on asennettava standardien SFS 5717 /11/ ja SFS 2896 /12/ vaatimuksia noudattaen.

6.1.1 Muovinen maakaasuputki

Rata ylittävä muovinen maakaasuputki tulee asentaa teräksisen suoja-putken sisään, tällöin suoja-putken tulee ulottua maadoitusta edellyttävän alueen ulkopuolelle (5 m raiteen keskeltä). Suoja-putken maadoittaminen tehdään yhdistämällä suoja-putki varmistetusti sillan maadoitusrakenteisiin.

6.1.2 Metallisen maakaasuputken maadoittaminen

Metallirakenteiseen maakaasuputkeen asennetaan eristyspalat sähköistetyin raiteen molemmin puolin noin 10 metrin etäisyydelle sillasta ja maadoittaminen tehdään kuvassa 4901-750-80204 (liite 12) esitetyn periaatteen mukaisesti sillan maadoitukseen.

6.1.3 Metallisen maakaasuputken eristäminen

Metallirakenteinen maakaasuputki voidaan vaihtoehtoisesti eristää sillasta. Tällöin se tulee asentaa metalliseen suoja-putkeen siten, että putkien välinen eristystaso on 1 kV AC. Suoja-putki maadoitetaan molemmista päistä vähintään 25 mm² Cu-johtimella sillan maadoitukseen.

6.2 Kaukolämpöputket

6.2.1 Kaukolämpöputki ylittää radan

Kaukolämpöputki pyritään ensisijaisesti eristämään sillan rakenteista.

Kaukolämpöputkea ei maadoiteta sähköradan paluuvirtapiiriin jos

- kaukolämpöputken mekaaninen ankkurointi tai kannatus itse metallisesta putkesta on toteutettu käyttämällä esim. noin 1 kV vaihtojännitekestoista tukieristintä ja
- kaukolämpöputken eristämiseen on käytetty muovieristettä ja sen ulkopinnan muodostaa paksusta muovista tehty eristekerros ja
- putkirakenteen pinnalle asennetaan suojapelti tai verkko joka liitetään siltarakenteen maadoituksiin tai paluuvirtapiiriin Cu25- johtimella.

Kaukolämpöputkirakennetta ei tarvitse maadoittaa myöskään, jos putkirakenne on niin suojattu tai niin suojaisassa paikassa siltarakenteessa, ettei mahdollisesti katkeava ajojohdin osu siihen. Kaukolämpöputken yksittäisiä kannatusrakenteita ei tarvitse erikseen maadoittaa.

Jos kaukolämpöputken eristäminen sillan rakenteista ei ole mahdollista, putki maadoitetaan kuvassa 4901-750-80205 (liite 13) esitetyn periaatteen mukaan.

6.2.2 Kaukolämpöputki alittaa radan

Kaukolämpöputki eristetään radasta 20 m etäisyydelle asti.

7 AITOJEN MAADOITTAMINEN

Metalliset suoja-aidat, mukaan lukien kallioleikkausten suoja-aidat, kallioleikkausten irtolohkareiden putoamista estävät tukiverkot ja ratapiha-alueen raja-aidat, jotka ovat maadoittamista edellyttävällä alueella (kuva 8.6405, liite 2), maadoitetaan paluuvirtapiiriin. Jos aidan pituus on alle 50 m, riittää maadoittaminen yhdestä pisteestä. Yli 50 m pituiset aidat maadoitetaan molemmista päistä ja lisäksi noin 50 m välein.

Aidan pitkittäiset tukiraudat maadoitetaan molemmista päistä mahdollisesti päätypaalujen kautta ja jatkokset varmistetaan tarvittaessa johtimella tai hitsaamalla.

Mikäli suoja-aita ei ole yhtenäinen, aukkojen kohdalla voidaan käyttää ketjutusmaadoittamista, mutta kukin osuus on lisäksi maadoitettava yhdestä pisteestä paluukiskoon ketjuttamatta (kuva 8.6404, liite 1).

Raiteiden välisten metallisten suoja-aitojen molemmat päät (tai lähellä päätä sijaitseva kohta) maadoitetaan paluukiskoon 25 mm² kupari-koydellä. Aidan kaikki pitkittäiset tukiraudat maadoitetaan molemmista päistä, ja niiden (huonot) jatkokset varmistetaan sähköisesti johtimella tai hitsaamalla. Jos maadoittaminen on tehty aidan päätypaaluun, pitkittäiset tukiraudat on vastaavalla tavalla yhdistettävä tähän. Välipaaluja ei tarvitse maadoittaa tai yhdistää tukirautoihin.

Jos aita poistuu selkeästi maadoitusalueen ulkopuolelle, maadoitus tehdään kohtaan, josta aita poistuu maadoitusalueelta. Lisäksi poistumiskohtaan tehdään heti maadoitusalueen ulkopuolelle aitaan vähintään 2,5 m:n pituinen osuus, joka on eristetty maadoitusalueen puoleisesta aidan osuudesta, maadoitusalueen ulkopuolisesta aidan osuudesta sekä maasta.

Eristäminen voidaan tehdä niin, että tehdään 2 kpl 50 mm ilmaväliä tai 2 kpl noin 1 kV vaihtojännitelujuutta vastaavaa eristettä 2,5 m aitaosuuden kumpaankin päähän tai 2,5 m aitaosuus tehdään eristerakenteisena esim. puusta. Periaate maadoittamisesta on esitetty liitteessä 4901-750-80203 (liite 11) sekä RSO 8:ssa /5/.

7.1 Puuaidat

Aidan yläpintaan asennetaan 25 mm² Cu tai 50 mm² Fe maadoitusjohdin

Yläreunan maadoitusjohtimen täytyy olla sellainen, että jos sähköistetyt raiteen ajolanka katkeaa aidan alueella ja katkennut langanpää sinkoutuu seinän päälle, lanka osuu todennäköisimmin ensiksi suojamaadoitetun metalliosan paljaaseen kontaktipintaan.

7.2 Meluesteet

Sähköradan läheisyydessä maadoittamista edellyttävällä alueella sijaitseva melueste maadoitetaan paluuvirtapiiriin. Asia on esitetty tarkemmin ohjeessa Rautateiden meluesteet /9/

Maadoitus on suunniteltava ja tehtävä myös työnaikaista tilannetta varten.

Sähköisesti yhtenäiset, alle 50 m pituiset meluesteet maadoitetaan yhdestä pisteestä. Jos melueste on pitempi kuin 50 m, se maadoitetaan molemmista päistä sekä noin 50 m välein. Jos maadoittaminen tehdään ratajohtopylvääseen, maadoitusten väli voi olla sama kuin ratajohtopylväillä (noin 60–70 m).

Jos melueste poistuu selkeästi maadoitusalueen ulkopuolelle, maadoitus tehdään kohtaan, josta melueste poistuu maadoitusalueelta. Lisäksi poistumiskohtaan tehdään heti maadoitusalueen ulkopuolelle meluesteeseen vähintään 2,5 m:n pituinen osuus, joka on eristetty maadoitusalueen puoleisesta meluesteen osuudesta, maadoitusalueen ulkopuolisesta meluesteen osuudesta sekä maasta.

Meluesteen yläreunassa on oltava metallinen, paljas suojamaadoitettu metalliosa, joka on jatkuva radan suunnassa ja täyttää suojamaadoitusjohtimelle asetetut sähkönjohtavuusvaatimukset. Liittäminen paluukiskoon tai M-johtimelliseen ratajohtopylvääseen tehdään kuten edellä.

Yläreunan suojamaadoitetun metalliosan täytyy olla sellainen, että jos sähköistetyyn raiteen ajolanka katkeaa meluesteen alueella ja katkennut langanpää sinkoutuu seinän päälle, lanka osuu todennäköisimmin ensiksi suojamaadoitetun metalliosan paljaaseen kontaktipintaan.

Meluesteen sähköä johtavat pystyrungot ja jatkuvat vaakasuorat rakenteet on myös oltava suojamaadoitettuja radan suunnassa vastaavasti kuten seinän yläreunan maadoitusosa.

Jos seinän yläreunan maadoitusosa toimii myös runkorakenteiden maadoituksena, runkorakenteiden ja yläreunan maadoitusrakenteen välisten liitosten on täytettävä suojamaadoitusjohtimelle asetetut sähkönjohtavuusvaatimukset.

Runkorakenteiden välissä olevia irrallisia osia, jotka eivät ole jatkuvia radan suunnassa, ei tarvitse suojamaadoittaa.

Myös käynti- ja ajoportit maadoitetaan vastaavalla tavalla kuin melueste.

Meluesterakenteen maadoitussuunnittelu ja maadoituksen rakentaminen tehdään tämän ohjeen mukaisesti. Meluesterakenteessa on oltava valmiit RSO 8 /5/ mukaiset maadoituskorvakkeet meluesteen sähköisen jatkuvuuden mittaamista varten ja meluesteen maadoituksen liittämiseksi paluuvirtapiiriin.

8 RAKENNUSTEN MAADOITTAMINEN

Mikäli rakennus tai laitetilä sijaitsee maadoittamista edellyttävällä alueella, raiteen puoleisen sivun nurkat sekä räystäään reuna varustetaan paluukiskoon maadoitetuilla johtimilla (25 mm² Cu tai 50 mm² Fe).

Jos rakennuksen katto tai seinä on metallilevyä tai räystääs varustettu metallisella sadekourulla taikka nurkka metallisella syöksytorvella, vastaava johdin voidaan korvata katon, kourun tai torven maadoittamisella. Mikäli rakennus on suuri, maadoittaminen paluukiskoon suoritetaan varmistetusti. Rakennusten maadoitusperiaatteita on esitetty kuvassa 8.6409 (liite 5).

Jos sähkörata tulee rakennuksen sisälle, tehokas maadoitus pyritään varmistamaan sijoittamalla esimerkiksi betonielementeistä koottaviin seiniin elementtien väliin maadoitusrautoja, jotka yhdistetään paluukiskoon.

9 LAITUREIDEN JA LAITURIKATOSTEN MAADOITTAMINEN

Mikäli laiturikatostus sijaitsee maadoittamisesta edellyttävällä alueella, sen ajojohdinta lähinnä oleva kohta sekä sen maadoittamisesta edellyttävällä alueella sijaitsevien kannatuspilarien raiteen puoleinen sivu varustetaan paluukiskoon varmistetusti maadoitetuilla johtimilla ($25 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ tai $50 \text{ mm}^2 \text{ Fe}$).

Johdin voidaan jättää pois, jos katoksen räystästä myöten peittävät metallilevyt tai katoksen metallinen sadekouru tai betonisen laiturikatoksen betoniraudat on maadoitettu paluukiskoon. Maadoitettujen rakenteiden pitää olla sähköisesti yhtenäisiä

Maadoituksiin liittyvät SAM- ja SEM-pisteet merkitään piirustuksiin samalla periaatteella kuin kohdassa 5 Siltojen maadoittaminen.

Varmistettu maadoittaminen on suotavinta järjestää siten, että paluukiskoon menevät maadoitusjohtimet sijoitetaan katoksen molempiin päihin. Välipilarien maadoittaminen voidaan tehdä joko erikseen tai yhdistämällä niiden johtimet katoksen reunan johtimeen tai muuhun keräilyjohtimeen.

Laiturikatoksen maadoitusperiaatteita on esitetty kuvassa 8.6410 (liite 6).

Jos laiturin reunus on raudoitettu, raudat maadoitetaan paluukiskoon. Laiturireunusten irrallisia betonisia reunuslaattoja ei katsota paluujohdimeen maadoittamista edellyttäväksi rakenteiksi.

Laiturin reunuksen betonisen tukimuurin yläosa ja raiteen puoleisen sivun pitkittäiset betoniraudat maadoitetaan paluukiskoon ainakin laiturin molemmissa päissä. Rautojen sähköinen jatkuvuus liikuntasauvoissa ja rautojen mahdollisissa jatkoskohdissa on varmistettava tai kukin osa maadoitetaan erikseen paluukiskoon. Jos laiturin, muunkin kuin betoni-laiturin, reunus on raudoitettu, raudat maadoitetaan paluukiskoon. Paluukiskoon maadoittaminen tehdään kuten laiturikatoksilla.

10 MAADOITUKSET TUNNELEISSA

Kaikki laitteet ja rakenteet maadoitetaan mukaan luettuina betonirakenteiden raudoitteet sekä verkkoraidoitettut ruiskubetonikerrokset. Teräskuiduilla vahvistetut ruiskubetonikerrokset maadoitetaan vain, jos niiden yhteydessä käytetään verkkoraidoitusta. Myös verkkoraidoitettut työnaikaiset ja korjausruiskubetonikerrokset tulee maadoittaa.

Suojamaadoituksena toimivan maadoitusteräksen poikkipinta-alan on oltava vähintään 113 mm² (esim. Ø12 mm).

Suojamaadoittaminen tehdään yhdistämällä maadoitusteräkset sähköradan paluuvirtakiskoihin, sähköradan M-johtoon tai esim. kaapelihyllylle radansuuntaisesti asennettuun maadoitusjohtimeen vähintään 300 m välein tai jaksoittain niin, että pisin maadoitusetäisyys on 150 m.

Alle 300 m pituisissa tunnelissa maadoitusteräkset yhdistetään yhdestä pisteestä niin, että 150 m maadoitusetäisyysvaatimus ei ylity (ts. maadoittaminen tehdään tunnelin keskeltä). Yli 300 m pituisissa tunneleissa maadoitusteräkset yhdistetään vähintään 300 m välein.

Tunnelin betonirakenteiden radansuuntaiset esim. Ø12 mm maadoitusteräkset asennetaan 0,40 m ja 1,8–2,5 korkeudelle kv-tasosta. Raudoitusverkko yhdistetään näihin maadoitusteräksiin hitsaamalla muutamasta kohtaa. Maadoitusteräkset yhdistetään toisiinsa ja paluuvirtakiskoihin tai sähköradan M-johtoon vähintään 300 m välein. Näihin kohtiin asennetaan hitsaamalla RSO 8 DET2 mukaiset tai vastaavat maadoituskorvakkeet /5/.

Jos betonirakenteet ovat elementtirakenteisia, maadoitusterästen on muodostettava sulkeutuva lenkki elementissä. Elementtien maadoitusten toisiinsa liittämiseksi niihin asennetaan joko RSO8 DET2 mukainen korvake tai teräslevy betonipinnan tasoon. Yhdistäminen radansuuntaisesti toisiinsa tapahtuu tapauksesta riippuen joko tinatuilla kaapelikengillä ja hienosäikeisellä kuparijohtimella Cu50 tai hitsaamalla teräslevystä toiseen Ø12 mm AISI 316 metallitanko. Kattoelementtejä ei tarvitse maadoittaa 2,5 m kv-tasosta korkeammalle. Molemmiin puolin rataa olevat elementit yhdistetään katon kautta toisiinsa noin 300 m välein vähintään Ø12 mm AISI 316 -maadoitusteräksellä. Elementit yhdistetään paluuvirtakiskoon tai sähköradan M-johtoon vähintään 300 m välein Cu25 -johtimella. Tätä varten niihin asennetaan 0,40 m korkeudelle kv-tasosta RSO 8 DET2 mukainen tai vastaava maadoituskorvake. Anturaan ei tarvita maadoitusterästä.

Jos tunnelin katto-osa on silta (esim. ylikulkusilta), katon maadoitus tehdään RSO 8:n mukaisesti. Tunnelin kaapelihyllyille asennetaan Ø25KEVI maadoitusjohdin, joka yhdistetään paluuvirtakiskoon/M-johtimeen noin 300 m välein Cu25-johtimella. Kaapelihyllynosat lenkitetään toisiinsa ja yhdistetään hyllyllä olevaan maadoitusjohtimeen noin 50 m välein.

11 ULKOPUOLISEEN SÄHKÖVERKKOON LIITTYVÄT JÄRJESTELMÄT

Paluukisko saadaan yhdistää ulkopuoliseen PE- tai PEN-johtimeen, kaapelivaippaan, vesijohtoverkkoon tms., jos käyttövirralla kiskopotentiaalista aiheutuva kosketusjännite on enintään 50 V.

Yhdistettäessä paluukisko ulkopuoliseen PE- tai PEN-johtimeen lisäehtoina on, että ko. verkossa oikosulkusuojauksen pitää olla toteutettu oikosulun nopealla ja automaattisella poiskytkemisellä ja sähköradan paluuvirta ei aiheuta PE- tai PEN-johtimessa liiallista lämpenemää.

Jos nämä ehdot eivät täyty, ulkopuolisen sähkönjakeluverkon PE- tai PEN-johdinta ei saa yhdistää paluukiskoon. Tällöin ulkopuolinen verkko on varustettava erotusmuuntajalla tai vikavirtasuojakytkimillä.

Sähköradan läheisyydessä sijaitsevan laittilan maadoituskisko liitetään paluukiskoon. Asiaa on käsitelty tarkemmin julkaisussa Laittilojen ja valaisimien maadoittaminen /2/.

Päämaadoituskisko (MEB) sijoitetaan joko pääkeskuksen läheisyyteen tai laittilaan tai muuhun vastaavaan järkevään paikkaan, josta ratapihan sähkölaitteiden syöttökaapelit lähtevät. Maadoituskisko liitetään sähköradan paluuvirtakiskoon kahdella toisistaan erillisellä 25 mm² Cu-johtimella.

Jos maadoituskiskoja on useampia, ne numeroidaan juoksevasti ja yhdistetään toisiinsa tai paluuvirtakiskoon.

Valaistusta syöttävän alueen pääkeskuksen päämaadoituskisko (MEB-kisko) yhdistetään paluuvirtakiskoihin kahdella vähintään 25 mm² Cu-maadoitusjohtimella. Lisäksi pääkeskukseen asennetaan normaali maadoituselektrodi.

11.1 Valaistus

Yksiraiteisella radalla liikennepaikkojen ulkopuolella olevien ylikulkusiltojen valaistus on aina erotettava pienjännitesähköjakelujärjestelmästä erotusmuuntajalla. Muuntajan tarkoituksena on pitää erillään sähkönjakeluverkoston ja sähköradan maadoitukset ja estää paluuvirtakiskojen virran siirtyminen sähkönjakeluverkostoon.

Asiaa on ohjeistettu julkaisussa Laittilojen ja valaisimien maadoittaminen /2/.

Uusissa asennuksissa sähköradan keskuksissa käytetään erillistä sähköradan maadoituskisko PE-SR, joka on yhdistetty keskuksen runkoon ja paluukiskoon. PE-SR-kisko tarvitaan silloin, kun pääkeskuksen syöttämällä alakeskuksella on omia alakeskuksia ja useita haaroja. Vain pääkeskuksella PE-SR yhdistetään pienjänniteverkon PE-PJ-kiskoon.

Pääperiaate on se, että syöttökaapelin vaippa on maadoitettu vain kaapelin syöttöpäässä, jotta paluuvirtakiskon virrat eivät kulkisi kaapelivaipoissa. Periaate on esitetty kuvassa 4901-750-80202 (liite 10).

Sähköistämättömillä rataosilla sähköasennukset tehdään voimassa olevien SFS 600 ohjeiden mukaisesti /10/.

Sähköradan maadoittamista edellyttävällä alueella olevat valaisinmastot tai -pylväät samoin kuin puupylväissä raiteen puoleiselle sivulle asennettava 25 mm² Cu-maadoitusjohdin maadoitetaan kohdan 4 mukaisesti.

Valaisimen liitântäkotelo ja sijoituspiirustus tai vastaava varustetaan huomautustekstillä 'Ryhmäjohdon PE-irti'.

11.1.1 Valaistuspylväät

11.1.1.1 Metallipylväs

Valaisinpylväs maadoitetaan paluuvirtapiiriin yhdellä Cu25-johtimella kohdan 4 mukaisesti. Valaisinpylvään syöttökaapelin pylvään puoleisen pään PE-johdin asennetaan eristettyyn PE-liittimeen, eikä yhdistetä pylvääseen. Syöttökaapelin jatkuessa toiselle pylväälle vaipat yhdistetään toisiinsa tässä erillisessä liittimessä. Pylväässä valaisimen kaapelin PE-johdin kytketään valaisimen runkoon ja alapäässä pylvääseen.

11.1.1.2 Puupylväs

Pylvään raiteen puolelle asennetaan Cu25- johdin, joka kytketään pylvään yläpäässä valaisimen runkoon tai valaisinvarteen ja alapäässä paluukiskoon. Maadoitusjohtimen suojaksi asennettava suojakouru maadoitetaan esim. C-liittimellä maadoitusjohtimeen. Puupylvääseen asennettavan kytkentäkaapin/-kotelon runko maadoitetaan maadoitusjohtimeen. Valaisinpylvään syöttökaapelin pylvään puoleisen pään PE-johdin asennetaan eristettyyn PE-liittimeen. Syöttökaapelin jatkuessa toiselle pylväälle vaipat yhdistetään toisiinsa tässä erillisessä liittimessä. Pylväässä valaisimen kaapelin PE-johdin kytketään valaisimen runkoon ja alapäässä maadoitusjohtimeen.

11.1.2 Valaisinmastot

Valoheitinmasto maadoitetaan paluuvirtapiiriin varmistetusti kahdella Cu25-johtimella. Maston puoleisessa päässä maadoitusjohtimet kytketään erilliseen maadoituskiskoon, joka voi olla mastorakenteen valmistuksen yhteydessä rakennettu osa tai erillinen kisko. Tähän samaan kiskoon liitetään ukkossuojausta varten myös perustuksen alle asennettu ns. J-lenkki Cu16 sekä mastokeskuksen PE-SR-kiskon yhdistysjohdin. Valaisimen syöttökaapelin PE-johdin yhdistetään valaisimen runkoon valaisimen puoleisessa päässä ja syöttökeskuksessa PE-SR-kiskoon.

11.1.3 Rakenteisiin tuleva valaistus

Valaisimen syöttöjohdon PE-johtimen valaisimen puoleinen pää asennetaan eristettyyn liittimeen eikä kytketä valaisimeen.

Jos valaisin sijaitsee maadoitusta edellyttävällä alueella, se maadoitetaan paluuvirtapiiriin.

Jos valaisimessa ei ole maadoitusliitintä Cu25-johtimelle, valaisin varustetaan metallihäkällä, joka maadoitetaan paluuvirtapiiriin ja valaisimen PE-liitin yhdistetään Cu6-johtimella metallihäkkiin.

Jos valaisin on suojausluokan 2 rakennetta, siihen ei tarvitse asentaa metallihäkkiä.

Jos valaisin sijaitsee alikulkutunnelissa tai vastaavassa paikassa, jossa ei ole ratajohdon katkeamisvaaraa, valaisimen runko maadoitetaan Cu6-maadoitusjohtimella.

11.2 Pumppaamot

Yksiraitaisella radalla liikennepaikkojen ulkopuolella sijaitsevien, maadoittamista edellyttävällä alueella olevien pumppaamojen sähkönsyötöt erotetaan pienjännitesähköjakelujärjestelmästä erotusmuuntajalla tai pumppaamon sähkökeskus varustetaan jokaiseen lähtöön asennettavalla vikavirtasuojakytkimellä standardin EN 50122-1 mukaisesti /13/. Asiaa on ohjeistettu ohjeessa Laittilojen ja valaisimien maadoittaminen /2/. Pumppaamo maadoitetaan sähköradan paluuvirtapiiriin.

12 MUIDEN LAITTEIDEN MAADOITTAMINEN

12.1 Tunneliin asennettavan vuotavan antennikaapelin maadoittaminen

Antennikaapelin maadoittaminen on esitetty kuvassa 4901-750-80201 (liite 9). Kannatinvaijeri maadoitetaan vähintään 300 m välein ajojohtimen kannatinrakenteesta kiskoon menevään Cu25-johtimeen tai asennetaan oma Cu25-johdin paluuvirtakiskoon. Sinkityn kannatusvaijerin liittämiseen maadoitusjohtimeen pitää käyttää kyseisille materiaaleille soveltuvaa C- tai H-puristusliitintä tai pulteilla kiristettävää haaroitusliitintä. Maadoitus tehdään niin, että pisin maadoitusetäisyys on 150 m, jolloin alle 300 m tunneleissa maadoitettaessa keskeltä riittää kannatinvaijerille yksi maadoitus. Yli 300 m tunneleissa kannatinvaijeri maadoitetaan vähintään 300 m välein.

Antennikaapelia tai kannatinvaijeria ei saa kosketella eikä antennikaapelin liitoksia saa tunnelissa olevin osin avata ennen kuin ratajohto ja paluuvirtajohtimet on tehty jännitteettömiksi ja työmaadoitettu.

Jos tunnelin päihin tulee ns. saattoantennit, niiden metallirakenteet (kannatinrakenne) maadoitetaan ja yhdistetään myös kannatinvaijeriin sekä M-johtimeen tai paluuvirtakiskoon.

Kaksikiskoisesti eristetyllä raidevirtapiirialueella kannatinvaijeri maadoitetaan 300 m välein M-johtimeen tai jos M-johdinta ei ole asennettu, käytetään maadoituskuristinta.

Paluuvirtakiskosta tai M-johtimesta viedään erillinen maadoitusjohdin, vähintään 2xCu25 tukiaseman laittilan maadoituskiskoon.

Tunneliin tulevat antennikaapelien vaipat yhdistetään tunneliin tulo paikassa paluuvirtakiskoon/M-johtimeen mahdollisimman lähellä maadoitusjohtimien yhdistyskohtaa.

12.2 Tunnelin GSM-tukiasemien maadoittaminen

Tukiasemien laittila maadoitetaan paluukiskoon ja erotetaan syöttävän verkon maasta.

Laittilan energia syötetään erotusmuuntajalla (Dyn11 400/400V) tai keskijänniteverkon muuntajalla (Dyn11 20/0,4kV), johon on liitetty vain sähköradan maadoitukseen liittyvää kuormaa.

12.3 Vaunuvaa'at, röntgenlaitteet, säiliön täyttöasteen mittalaitteet, radioaktiivisuuden mittauslaitteet, junaliikenteen turvalaitteet jne.

Laitteistojen johtavat rakenteet maadoitetaan paluukiskoon tapauskohtaisesti tehtävien suunnitelmien mukaisesti silloin, kun ne sijaitsevat maadoitusta edellyttävällä alueella.

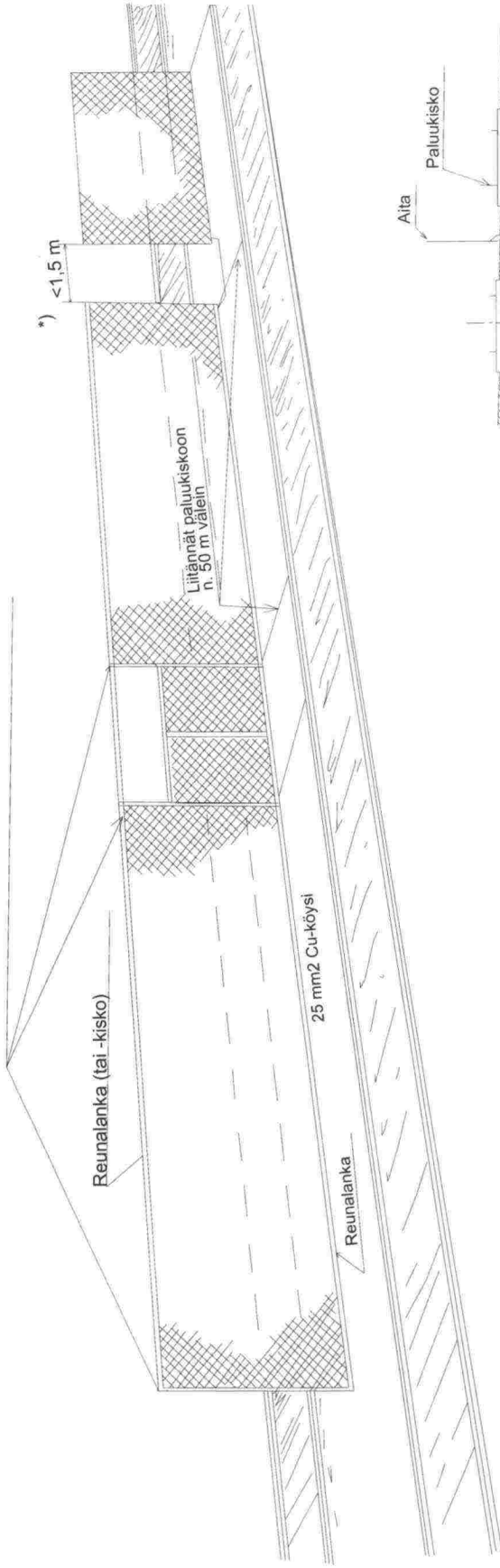
VIITELUETTELO

- /1/ Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 5 Sähköistetty rata, Ratahallintokeskus, 2004
- /2/ Laittilojen ja valaisimien maadoittaminen, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 9, 2002
- /3/ Sähköturvallisuusmääräysten soveltaminen sähköradan kiinteisiin laitteisiin, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 10, 2002
- /4/ Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 13, 2004
- /5/ Rautatiesiltojen suunnitteluohjeet (RSO) osa 8: Siltojen maadoituksen suunnitteluohje, Ratahallintokeskus, 2001
- /6/ Rautatiesiltojen yleiset laatuvaatimukset (SYL-R), Ratahallintokeskuksen julkaisu D 17, 2006
- /7/ EN 61557-4 Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c. Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures. Part 4: Resistance of earth connection and equipotential bonding. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 17.12.2007
- /8/ Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410
- /9/ Rautateiden meluesteet, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 11, 2004
- /10/ SFS-käsikirja 600 Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 1.10.2007
- /11/ SFS 5717 Maakaasun siirtoputkiston sijoittaminen suurjännitejohdon tai kytkinlaitoksen läheisyyteen, Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 28.1.1992
- /12/ SFS 2896 Maakaasuputkisto. Rakentaminen, Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 17.10.1988
- /13/ SFS-EN 50122-1 Railway applications. Fixed installations. Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing, Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 5.1.1998

HUOM! Raidevirtaapiiren vaikutus paluukiskon valintaan on aidan maadoitettaessa erikseen Selvitettävä

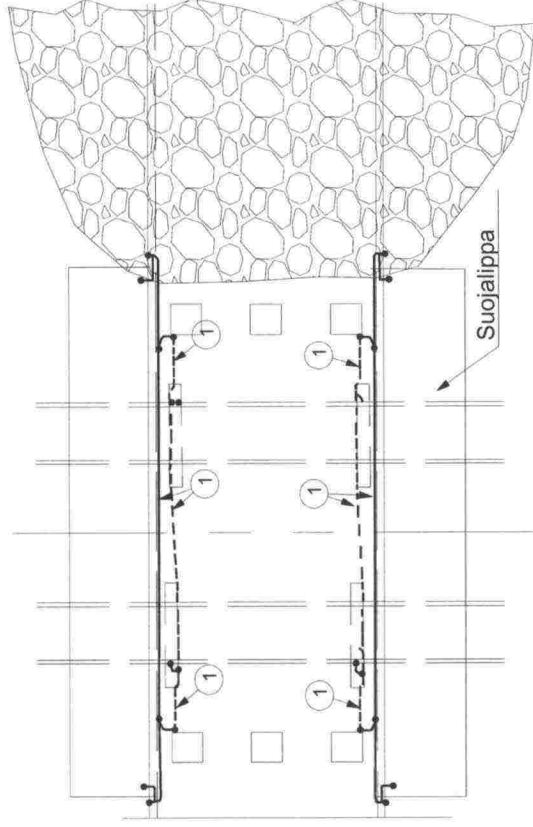
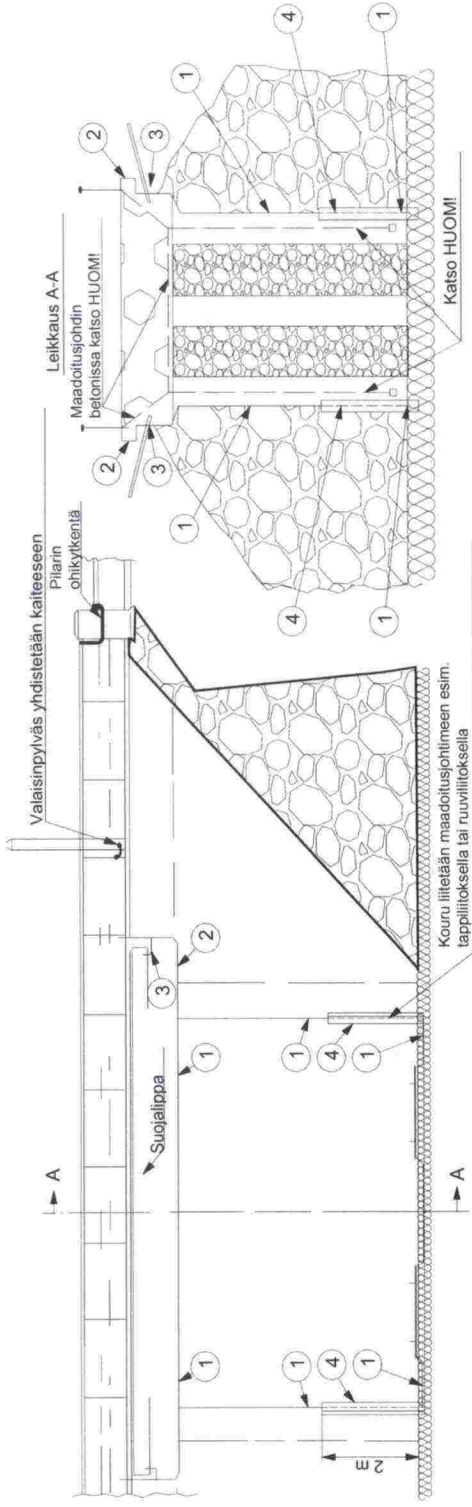
*) Mikäli etäisyys suurempi kuin 1,5 m yhdistetään kummankin aidan päät aukon kohdalla suoraan paluukiskoon

Huonot liitokset reunalangoista maadoitettuun aitaoljppaan varmistetaan esim. 25 mm² kupariköydellä pulttiiliitosta käyttäen



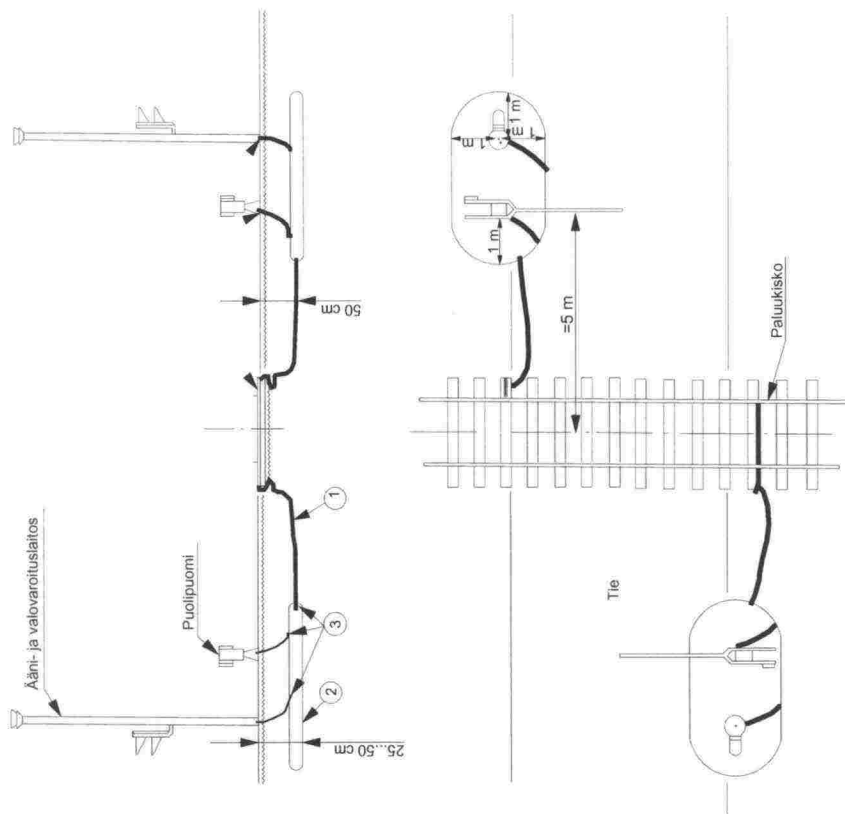
SSR 8.6404

Betonisillan maadoitus (kaaviokuva)



HUOMI! Raidevirtapiirien vaikutus paluukiskon valintaan on siltaa maadoitettaessa erikseen selvítettävä

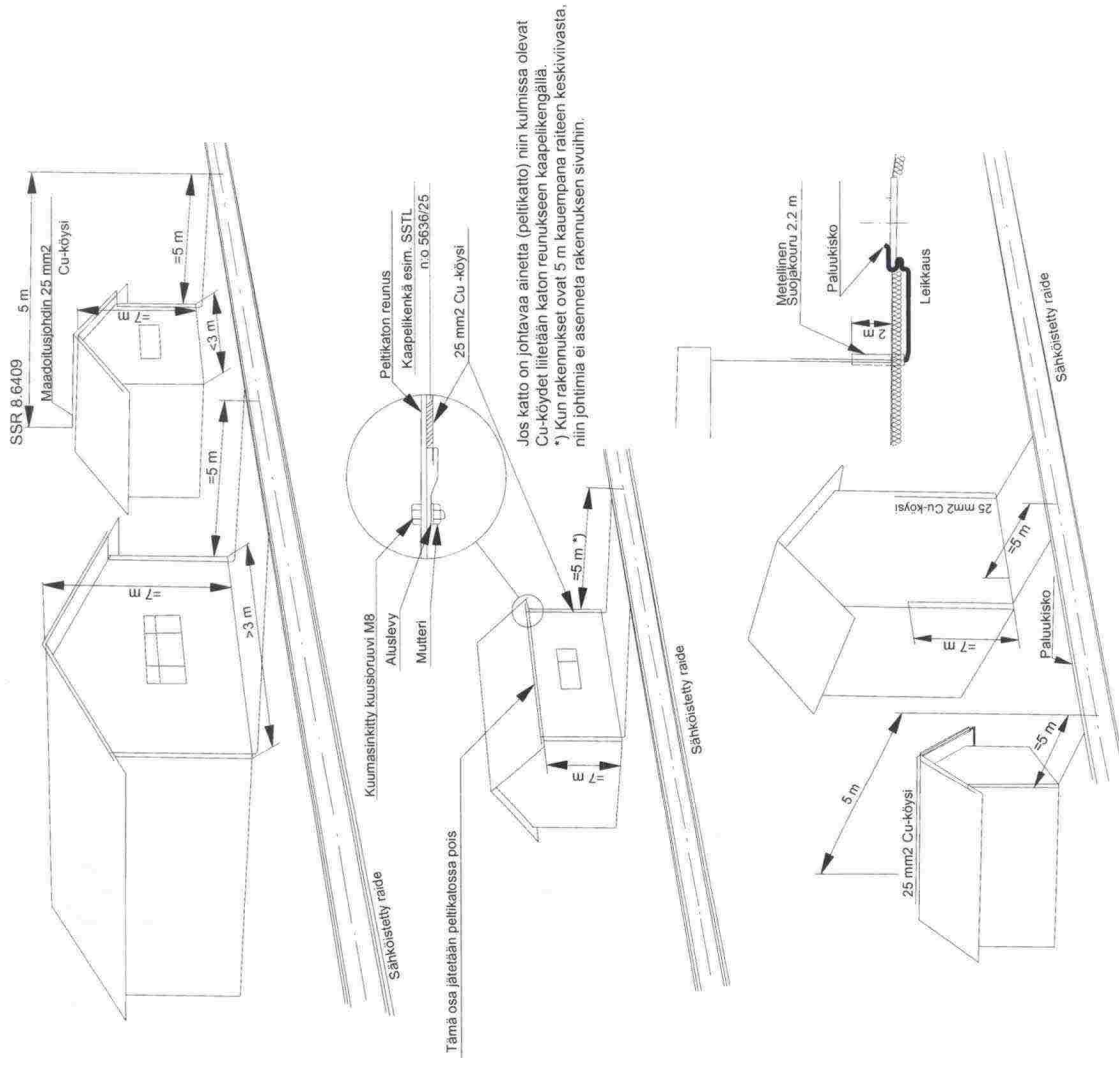
Kansiosan vaakasuonia ohjima ei maalata. Pystysuorat ohjimet: (myös pilareissa) maalataan SAKU-sokkeleilla n:o 696
 Asennus: Maadoitusohjimet asennetaan betonin pintaan käyttämällä ruostumatonta kinnikkeä. Kinnikkeet kiinnitetään betonissa oleviin erikseen asennettaviin lyöntikokureihin (esim. T-ZDM6) ruostesuojattujen kuusioruuvin M6x10 avulla. piir. no. 214 D37-16
 HUOMI! Betoniliitassa voi olla asennettuna maadoitusohjimia myös betonivalussa. piir. 214 B38-19, 214 C37-20, 214 J26, 214 J27



Kiinnityksen jälkeen sinkkiä ja 25 mm² Cu-köyden 7x2,14 mm maanpäällinen osa maalataan helli SAKU-sokkeli-maalilla n.0696. Opastinyväiden joutoskohta maalataan opastinyväillä (musta tai harmaa)

*)Tasauskoyttä ei eristetä

Sähköradan läheisyydessä olevien rakennusten maadoitus

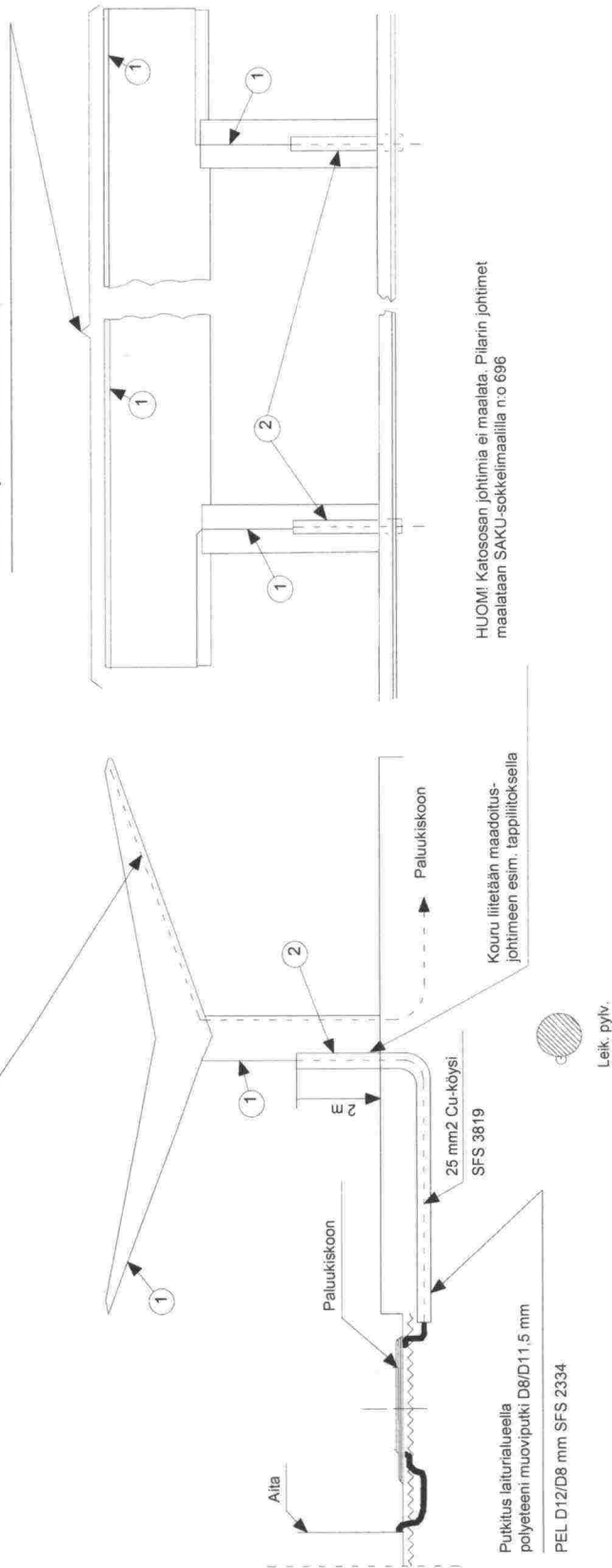


Laiturikatoksen maadoitukset

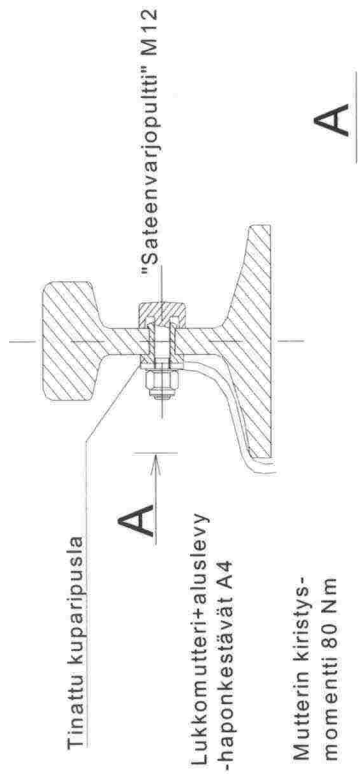
HUOM! Raidevirtapiiriin vaikutus paluukiskon valintaan on laiturikatosta maadoitettaessa erikseen selvittävä

HUOM! Maadoitusjohtimia voi olla myös laiturikatoksen betonivaluissa. Näistä maadoitusjohtimista annetaan selvitys laiturikatoksen piirustusten yhteydessä

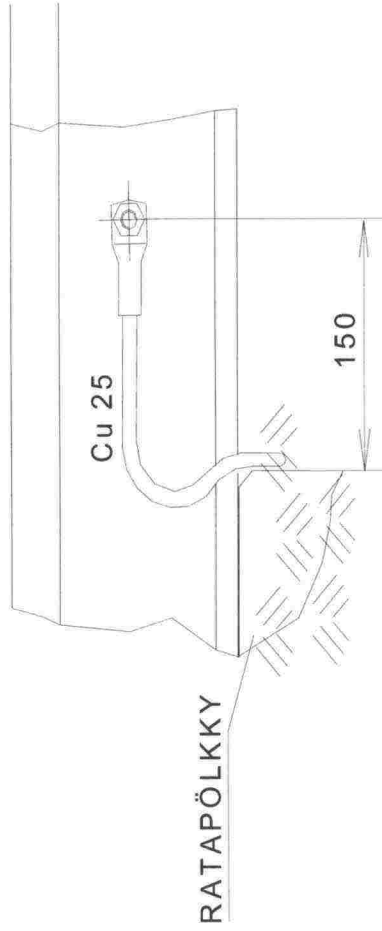
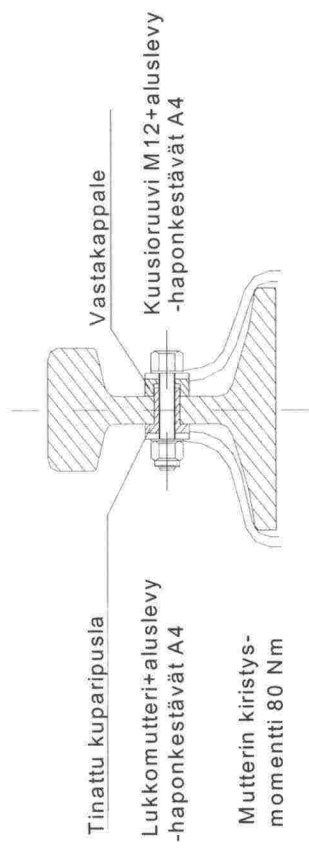
Tämä osa jätetään pelikatossa pois ja maadoitusjohtimet kiinnitetään pelikkattoon.



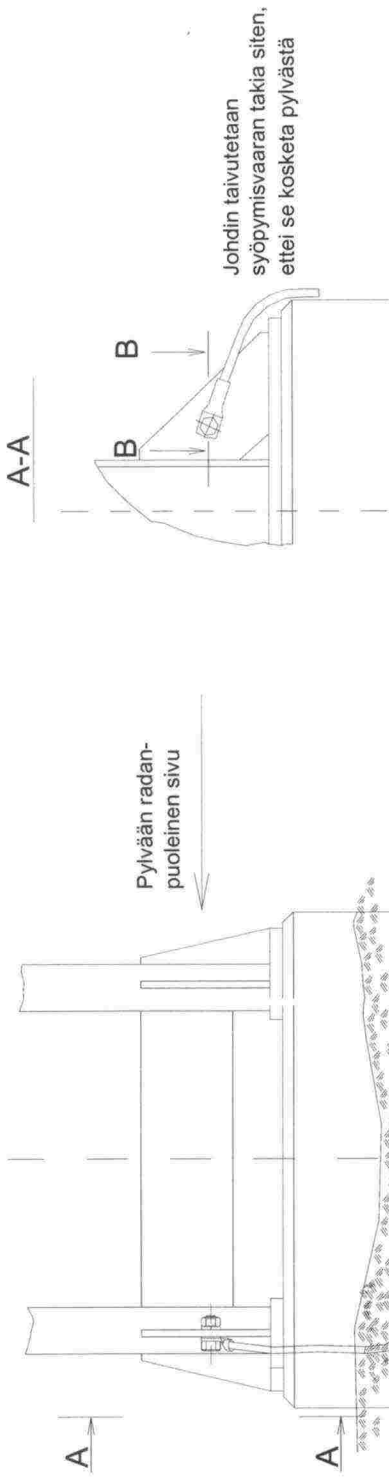
Cembre AR 60D
liitos



Cembre AR 260D
kaksoisliitos

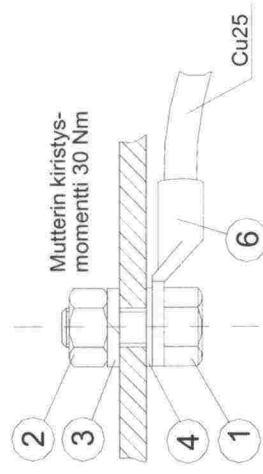


Maadoitusliitäntä pylvääseen



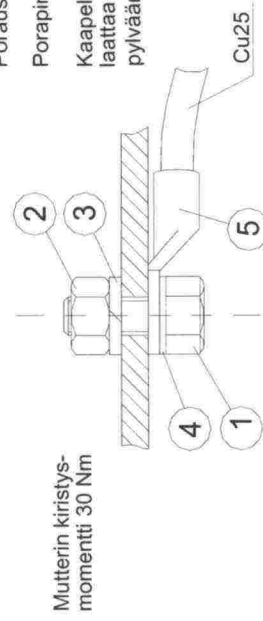
B-B

-vaihtoehto 2

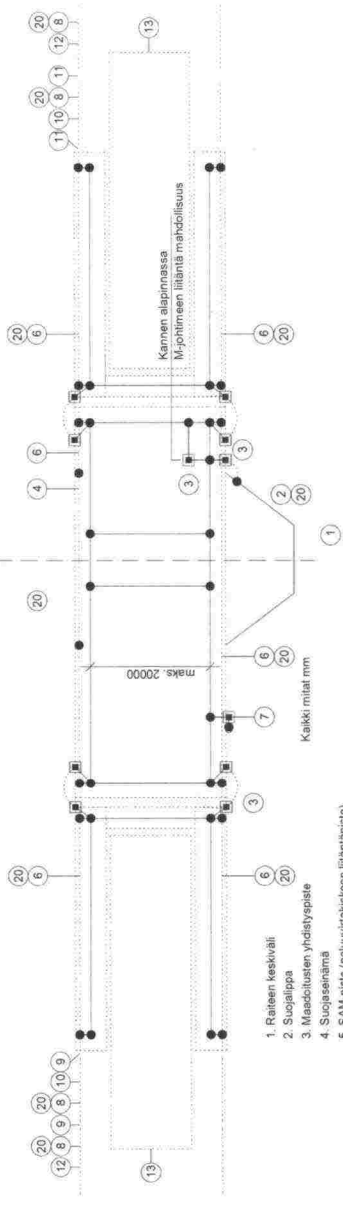
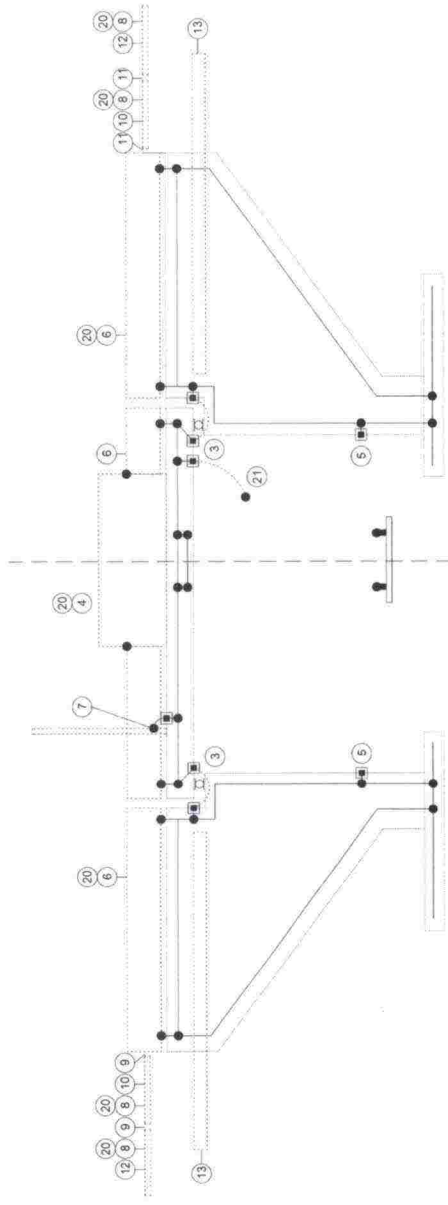


B-B

-vaihtoehto 1



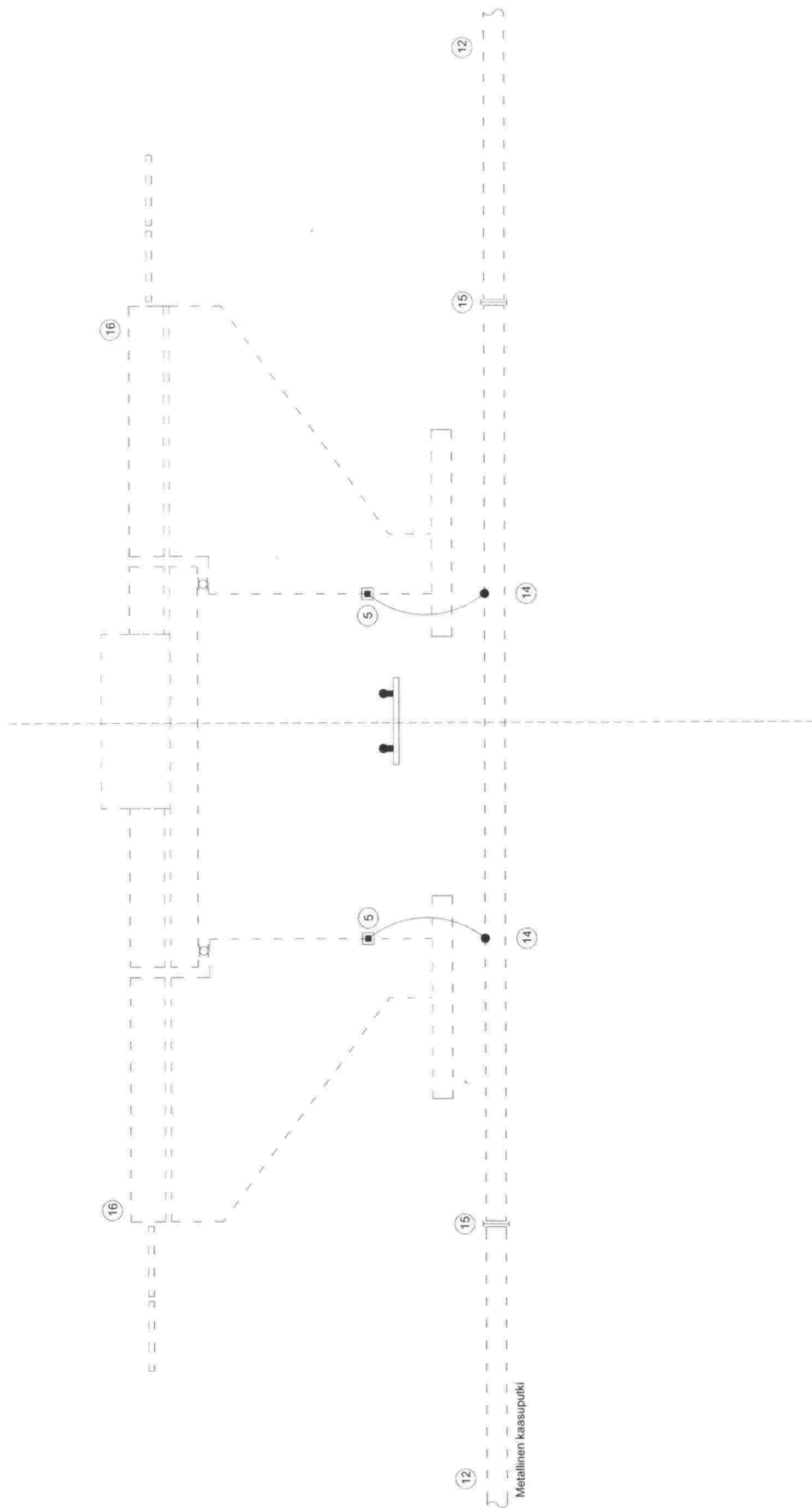
Betonisillan maadoitusterästen periaate



- 1. Raiteen keskiväli
- 2. Suojalippa
- 3. Maadoituksen yhdistyspiste
- 4. Suojasänähä
- 5. SAM-piste (palluvirakiskoon liitäntäpiste)
- 6. Suojakeide
- 7. Valaisinsyvään maadoitus
- 8. Kaide
- 9. Sähköinen eriste
- 10. Sähköisesti kylliä osuus, pituus 2500-5000mm
- 11. 50mm irtaväli
- 12. Maadoittamaton osuus
- 13. Siirtymälaatta
- 20. SEM-piste
- 21. Sillan maadoituksen liittäminen M-pihtoon

Kaikki mitat mm

Rataa risteävän kaasuputken maadoitusperiaate



5. SAM-piste (palluvirtakiskoon liitäntäpiste)

14. Kaasuputken maadoitusliitäntä

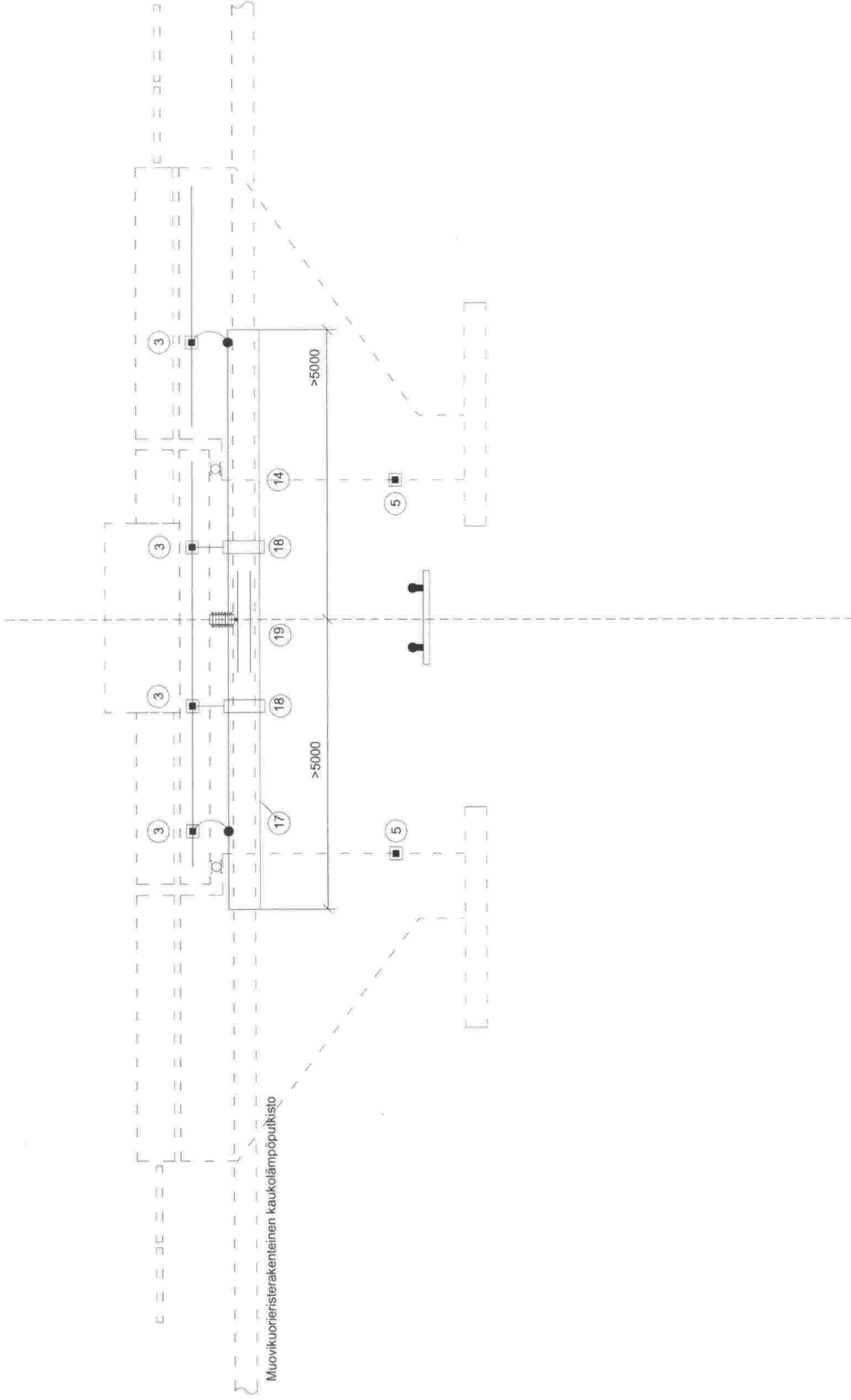
15. Eristyspala

12. Kaasuputken maadoittamaton osuus

16. Silian maadoitettu osuus

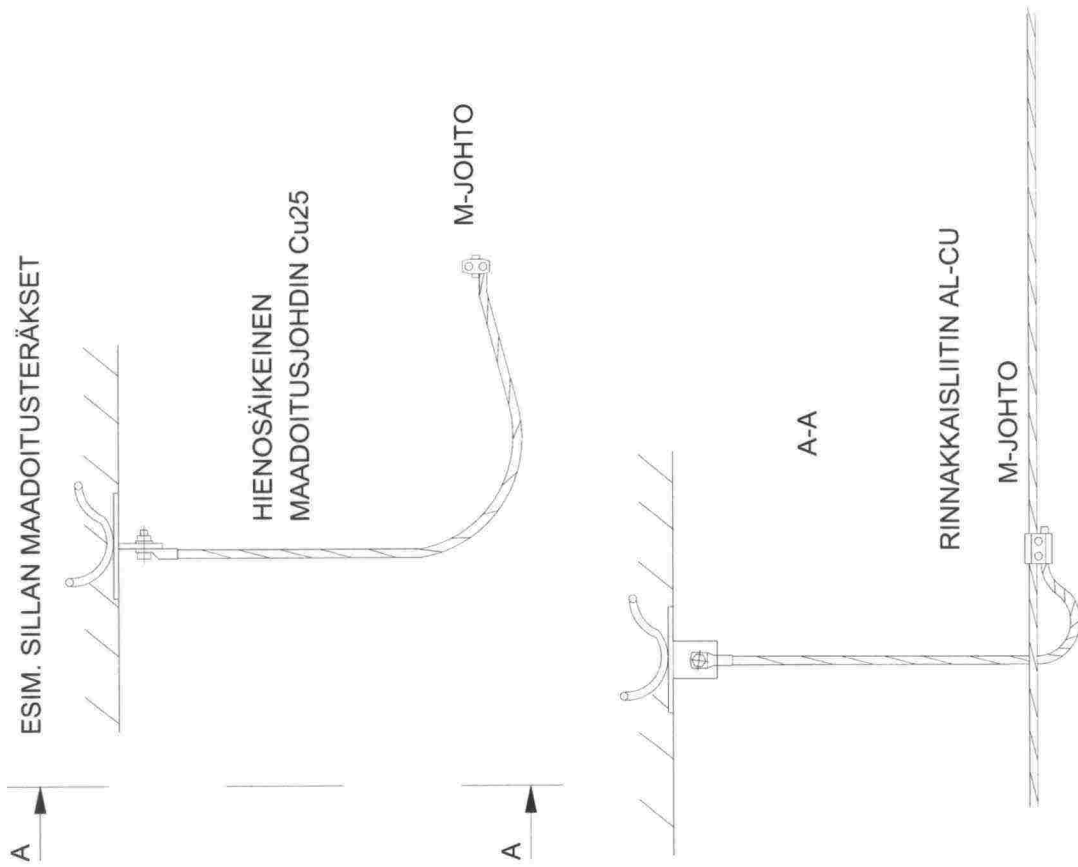
Jos kaasuputki on kiinnitetty siltaan, kaasuputken maadoittamaton osuus on sijoitettava maan alle niin ettei siihen tai silian maadoittamattomaan kaldeosuuteen pääse samanaikaisesti koskettaaan (> 2500mm)

Rataa risteävän kaukolämpöpöputken maadoitusperiaate



3. Maadoitusten yhdistyspiste sillan maadoitusteräksiin
 17. Kaukolämpöpöputken päälle asennettava sillan maadoituksiin yhdistetty metallinen suojarakenne
 18. Kaukolämpöpöputken kannakkeet yhdistetään sillan maadoituksiin
 19. Tukeristin (jos kaukolämpökanavan sisäputket ankkuroidaan mekaanisesti sillarakenteeseen kaukolämpöpöputken pitämiseksi erillään sillan maadoituksista käytetään tukieristintä, jonka eristäminteostoisuuden on oltava vähintään 1kV ac)

Maadoitusjohtimen liittäminen M-johtoon



RATAHALLINTOKESKUKSEN JULKAISUJA B-SARJASSA

- B 1 -
- B 2 Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella (B 13 korvannut)
- B 3 Teollisuus- ja satamaradat
- B 4 Radan suunnitteluohje (B 20 korvannut)
- B 5 Sähköratamääräykset (B 16 korvannut)
- B 6 Johtoteiden suunnitteluohjeet
- B 7 Maakaapeleiden kaivu- ja asennusohjeet
- B 8 Ratojen routasuojaustarpeen selvittäminen, tutkimusohje
- B 9 Laittilojen ja valaisimien maadoittaminen
- B 10 Sähköturvallisuusmääräysten soveltaminen sähköradan kiinteisiin laitteisiin
- B 11 Rautateiden meluesteet
- B 12 Ratainvestointien hankearviointiohje
- B 13 Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella
- B 14 Asema-alueiden aidat
- B 15 Radan stabiiliteetin laskenta, olemassa olevat penkereet
- B 16 Sähköratamääräykset (B 22 korvannut)
- B 17 Vaihteenlämmityksen tekniset määreet
- B 18 Ratatekniset piirustusohjeet
- B 19 Louhintatyöt rautatien läheisyydessä
- B 20 Radan suunnitteluohje
- B 21 Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO)
- B 22 Sähkörataohjeet



**RATAHALLINTOKESKUS
BANFÖRVALTNINGSCENTRALEN**

Julkaisija:
Ratahallintokeskus
Kaivokatu 8, PL 185, 00101 Helsinki
puh. 020 751 5111, fax 020 751 5100
www.rhk.fi

ISBN 978-952-445-274-8
ISSN 1455-1204