



## Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitus- suunnittelu



# Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitussuunnittelu

Liikenneviraston ohjeita 13/2010

*Kannen kuvat: Simo Toikkanen ja Jyrki Saarro*

Verkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-255-556-4

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 020 637 373

Rautatieosasto

Korvaa

Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitussuunnittelu,  
Ratahallintokeskuksen julkaisu B 23 (16.3.2009).

Rautatiesiltojen suunnitteluohjeet (RSO) osa 8: Siltojen maadoituksen suunnitteluohje (1.4.2001).

Asiasanat

maadoitusvaatimukset, ohjeet

Voimassa

15.10.2010 alkaen toistaiseksi

## Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitussuunnittelu

Tämä ohje hyväksytään käyttöön.

Ylijohtaja



Ossi Niemimuukko

Tekninen johtaja



Markku Nummelin

LISÄTIETOJA  
Markku Granlund  
Liikennevirasto  
puh. 020 637 3875

## Esipuhe

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

Tämä ohje korvaa:

- Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitussuunnit-  
telu, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 23
- RSO 8, Rautatiesiltojen suunnitteluohjeet: Siltojen maadoituksen suunnittelu-  
ohje.

RSO 8:aan verrattuna maadoitusterästen määriä ja yhdistämistapoja koskeva ohjeis-  
tus on muuttunut merkittävästi.

Vaikka tässä ohjeessa on ohjeistettu joidenkin rakenteiden maadoitusten suunnit-  
telua hyvinkin yksityiskohtaisesti, suojamaadoitussuunnittelijalla tulee olla käytettä-  
vissään kaikki tämän julkaisun kohdassa 1 mainitut Liikenneviraston (aik. Rata-  
hallintokeskuksen) ohjeet.

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

Helsingissä lokakuussa 2010

Liikennevirasto  
Rautatieosasto

## Sisällysluettelo

1	YLEISTÄ .....	8
1.1	Paluukisko (paluuvirtakisko).....	8
1.2	Paluuvirtapiiri .....	8
1.3	Maadoittaminen ja radan sähköturvallisuus.....	9
1.4	Suunnitelmien tarkastaminen ja arkistointi.....	9
1.5	Maadoitusten mittaukset.....	10
2	KÄSITTEITÄ JA MÄÄRITELMIÄ.....	11
3	SUOJAMAADOITUSSUUNNITTELU .....	16
4	SUOJAMAADOITETTAVAN RAKENTEEN LIITTÄMINEN PALUUVIRTAPIIRIIN..	17
4.1	Maadoituksen liittäminen paluukiskoon.....	17
4.2	Maadoituksen liittäminen M-johtopylvääseen .....	17
4.3	Maadoituksen liittäminen M-johtimeen.....	17
4.4	Maadoituksen liittäminen impedanssiltaan.....	18
5	SILTOJEN MAADOITTAMINEN .....	19
5.1	Betonisillat .....	20
5.2	Terässillat .....	21
5.3	Puiset ylikulkusillat.....	22
5.4	Alikulkukäytävät .....	22
5.5	Paalulaatat.....	22
5.6	Sillakkeet .....	22
5.7	Tukimuurit .....	22
5.8	Maadoitussuunnitelmien sisältö .....	22
5.9	Korjauskohteiden maadoitussuunnitelmat .....	23
6	RATAA RISTEÄVIEN PUTKIRAKENTEIDEN MAADOITTAMINEN.....	24
6.1	Maakaasuputki.....	24
6.1.1	Muovinen maakaasuputki.....	24
6.1.2	Metallisen maakaasuputken maadoittaminen .....	24
6.1.3	Metallisen maakaasuputken eristäminen .....	24
6.2	Kaukolämpöputket.....	25
6.2.1	Kaukolämpöputki ylittää radan.....	25
6.2.2	Kaukolämpöputki alittaa radan.....	25
7	AITOJEN MAADOITTAMINEN .....	26
7.1	Puuaidat.....	26
7.2	Meluesteet .....	27
8	RAKENNUSTEN MAADOITTAMINEN .....	28
9	LAITUREIDEN JA LAITURIKATOSTEN MAADOITTAMINEN .....	29
10	MAADOITUKSET TUNNELEISSA .....	30

11	ULKOPUOLISEEN SÄHKÖVERKKOON LIITTYVÄT JÄRJESTELMÄT .....	31
11.1	Valaistus.....	31
11.1.1	Valaistuspylväät.....	32
11.1.1.1	Metallipylväs .....	32
11.1.1.2	Puupylväs.....	32
11.1.2	Valaisinmastot.....	32
11.1.3	Rakenteisiin tuleva valaistus.....	32
11.2	Pumppaamot .....	33
12	MUIDEN LAITTEIDEN MAADOITTAMINEN .....	34
12.1	Tunneliin asennettavan vuotavan antennikaapelin maadoittaminen.....	34
12.2	Tunnelin GSM-tukiasemien maadoittaminen.....	34
12.3	Vaunuvaa'at, röntgenlaitteet, säiliön täyttöasteen mittalaitteet, radioaktiivisuuden mittausslaitteet, junaliikenteen turvalaitteet jne. ....	35
VIITELUETTELO .....		36

#### LIITELUETTELO

Liite 1	4901-042-11810	8.6404	Raiteiden välisen aidan maadoitus
Liite 2	4901-042-11811	8.6405	Suoja-aidan maadoitus
Liite 3	4901-042-11812	8.8406	Vanhan betonisillan maadoitus
Liite 4	4901-042-11813	8.6408	Tievaroituskaitoksen maadoitus
Liite 5	4901-042-11814	8.6409	Sähköradan läheisyydessä olevien rakennusten maadoitus
Liite 6	4901-042-11815	8.6410	Laiturikatoksen maadoitus
Liite 7	(Poistettu)		
Liite 8	4901-750-80200		Maadoitusliitäntä pylvääseen
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
Liite 15	4901-042-11816		Siltojen maadoitusten ohjepiirustus/ Betoninen rautatiesilta
Liite 16	4901-042-11817		Siltojen maadoitusten ohjepiirustus/Teräksinen rautatiesilta
Liite 17	4901-042-11818		Siltojen maadoitusten ohjepiirustus/Betoninen ja teräksinen ylikulkusilta
Liite 18	4901-042-11819		Siltojen maadoitusten detaljipiirustus/det 1: Maadoitus- ja betoniteräksen liitos (hitsi)
Liite 19	4901-042-11820		Siltojen maadoitusten detaljipiirustus/det 1: Maadoitus- ja betoniteräksen liitos (köysilukko)
Liite 20	4901-042-11821		Siltojen maadoitusten detaljipiirustus/det 2: Maadoitusten kiinnitysvaihtoehdot
Liite 21	4901-042-11822		Siltojen maadoitusten detaljipiirustus/det 2: Maadoitusliitin
Liite 22	4901-042-11823		Siltojen maadoitusten detaljipiirustus/det 5: Liikuntasauaman ylitys



**Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitussuunnittelu**

---

Liite 23	4901-042-11824	Siltojen maadoitusten detaljipiirustus/det 6: Kaidepylvään maadoitus, pulttikiinnitys valussa
Liite 24	4901-042-11825	Siltojen maadoitusten detaljipiirustus/det 6: Kaidepylvään maadoitus, jälkikiinnitys
Liite 25	4901-042-11826	Siltojen maadoitusten detaljipiirustus/det 6: Kaidepylvään maadoitus, jälkikiinnitys
Liite 26	4901-042-11827	Siltojen maadoitusten detaljipiirustus/det 7: Valaisinpylvään maadoitus
Liite 27	4901-042-11828	Siltojen maadoitusten detaljipiirustus/det 10: Esiin piikatun betoniteräksen maadoitus
Liite 28	4901-042-11829	Tunnelin maadoitusten ohjepiirustus
Liite 29	4901-042-11830	Maadoitus keräilyjohtimen avulla

# 1 Yleistä

Tämä julkaisu sisältää Liikenneviraston antamat suojamaadoitusta koskevat ohjeet. Tämän ohjeen lisäksi maadoittamista, sähköturvallisuusasioita ja niiden suunnittelua ohjeistetaan mm. seuraavissa Liikenneviraston (aik. RHK) ohjeissa:

- RATO 5 Ratatekniset ohjeet: Sähköistetty rata
- B 7 Maakaapeleiden kaivu- ja asennusohjeet
- B 9 Laittilojen ja valaisimien maadoittaminen
- B 10 Sähköturvallisuusmääräysten soveltaminen sähköradan kiinteisiin laitteisiin
- B 13 Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella
- D 17 Rautatiesiltojen yleiset laatuvaatimukset (SYL-R)

Lisätietoa Liikenneviraston voimassa olevista ohjeista on verkkosivuilla [www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi).

Ohjeista saa poiketa vain Liikenneviraston tai Liikenneviraston valtuuttaman tarkastajan antaman kirjallisen luvan perusteella

## 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. katkeamajännite, joka saattaa olla hengenvaarallinen. Tämän vuoksi korjattaessa sähköradalla kiskon katkeamaa tai suoritettaessa sellaisia raiteen kunnossapitotöitä, jotka edellyttävät paluukiskon katkaisemista (sidekiskon 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 paluukiskossa.

## 1.2 Paluuvirtapiiri

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

## 1.3 Maadoittaminen ja radan sähkö- turvallisuus

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

Maadoitusohjeiden lisäksi sähköturvallisuussuunnittelussa on otettava huomioon Liikenneviraston 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.

Maadoitussuunnitelmat 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 ja kosketussuojaus on suunniteltava, hyväksyttävä ja tehtävä kaikkia työnaikaisiakin tilanteita varten

Sähköistetyllä rataosalla sillan työnaikaiset maadoitusetäisyydellä olevat osat, esim. rakennustelineet metalliset pontit ja suojarakenteet, on maadoitettava viivytyksettä tarpeellisilta osiltaan kaikissa työvaiheissa.

Jos maadoitetun kohteen pysyvä maadoitus joudutaan työn aikana irrottamaan, kohde on maadoitettava työn ajaksi. Tästä on laadittava erillinen suunnitelma.

## 1.4 Suunnitelmien tarkastaminen ja arkistointi

Sähköraataan liittyvien rakenteiden ja laitteiden maadoituksista pitää tehdä erillinen maadoitussuunnitelma.

Suunnittelijan tulee huolehtia että Liikenneviraston valtuuttama tarkastaja tarkastaa ja hyväksyy suunnitelmat ja piirustukset ennen rakennustyön aloittamista.

Sähköturvallisuutta koskevat dokumentit, piirustukset ja mittauspöytäkirjat ovat sähköradan piirustuksia ja ne on toimitettava Liikenneviraston 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.

Mittauksesta laaditaan pöytäkirja, josta on toimitettava kopio käytönjohtajalle sekä Liikenneviraston sähköpiirustusarkistoon.

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 veturi-miehistölle raivauspäällikölle, työkoneen kuljettajalle tai pelastusyksikölle.

### **Impedanssisilta**

Kaksikiskoisien raidevirtapiirin alueella maadoitettavat rakenteet, paluujohdin 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 kaksikiskoisien raidevirtapiirin alueella paluuvirran johtamiseen eristysjatkoksen yli sekä raidevirtapiirin syöttöpään tai relepään muuntajana.

### **Imumuuntaja (IM)**

Muuntaja, jonka ensiö on sarjassa ajojohtimen kanssa ja toisiö paluujohtimen 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 ajolankaa.

### **Keräilyjohdin**

Maassa tai ilmassa oleva maadoitusjohdin, jolla useita ratajohtopylväitä tai muita suojavaadoitettavia 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.

**Kiskopotentiali**

Kiskon potentiaali suhteessa neutraaliin maahan.

**Kytkentäryhmä**

Kytkinlaitteiden, ryhmyseristimen, erotuskentän tai erotusjakson rajaama ratajohdon 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 -verkot, teollisuuslaitosten maadoitusverkot, ratapihat jne.

**Maadoittamista edellyttävä alue**

Rautatieympäristössä osa on suojamaadoitettava kun se

- sijaitsee sivusuunnassa 5 m lähempänä sähköistetyn raiteen keskiviivaa
- 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 imumuuntajavälin keskivaiheilla.

**Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitussuunnittelu**

---

**Paluujohtimen kiskoon liittäminen (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 voidaan tehdä paluukiskoon, M-johtopylvääseen, M-johtoon tai impedanssiltaan.

**Paluukiskojen poikittaisyhdistys**

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

**Paluuvirta**

Kuormituskohdasta tai vikapaikasta syöttöasemalle palaava virta.

**Paluuvirtatie**

Paluuvirtatie, paluuvirtapiiri on osa sähköradan virtapiiriä, jota pitkin virta palaa kuormitus- tai vikapaikasta syöttöasemalle. Sähköradalla suojamaadoitus suoritetaan tekemällä sähköinen (metallinen) yhteys maadoitettavan rakenteen ja paluuvirtapiirin välille. Yhteys voidaan tehdä paluukiskoon, M-johtopylvääseen, M-johtoon tai impedanssiltaan.

**Paluuvirtapiiri**

Ks. paluuvirtatie.

**Potentiaalinojauselektrodi**

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 siirtojännitteen 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.

**Ryhmyseristin (RE)**

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

**Ryhmytsjohdin**

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

**Ryhmytskaavio**

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 vastaajohtimen ja paluukiskon väliin.

**Sähkörataohjeet (SRO)**

RHK:n laatimat sähköturvallisuusmääräyksiä täydentävät ohjeet, jotka koskevat sähköradalla työskentelyä ja sähköradan käyttötoimintaa.

**Tavallinen maadoitus**

Yhdellä maadoitusjohtimella tehty maadoitus.

**Työmaadoittaminen**

Virtapiiriin normaalioloissa jännitteisten johtimien maadoittaminen ja oikosulkeminen työn ajaksi.



**Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitussuunnittelu**

---

**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 sähkönjohtavuuden on vastattava sähkönjohtavuudeltaan 25 mm<sup>2</sup>:n kupariköyttä tai 50 mm<sup>2</sup>:n kuumasinkittyä terästä (poikkeustapauksissa voidaan käyttää alumiinijohdinta).

Varmistetusti pitää maadoittaa:

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

Varmistettu maadoitus tehdään vähintään kahdella sähköiset ja mekaaniset vaatimukset yksinään täyttävällä maadoitusjohtimella. Suoraan M-johtimeen maadoitettaessa riittää varmistetussakin maadoituksessa yksi liitäntäjohdin maadoitettavan kohteen ja M-johtimen välille.

Rakenteet on suojamaadoitettava paluuvirtapiiriin seuraavissa tapauksissa:

- Osa sijaitsee sivusuunnassa 5 m lähempänä sähköistetyin raiteen 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, meluesteet ja muut suuret rakenteet suunnitellaan suoja- maadoitettaviksi, vaikkei rataosaa olisi sähköistetty.

Irrallisia esineitä tai pieniä erillisiä rakenteita, jotka eivät oleellisesti levitä pudonneen tai sinkoutuneen jännitteisen osan potentiaalia vikakohtasta 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.

Aitoja, valaisinpylväitä ja katosrakenteita voidaan maadoittaa liitteen 29 mukaisesti keräilyjohtimen avulla

Kiskojen alitukset pyritään tekemään betonista läpivientipölkkyä käyttäen. Siltojen yhteydessä läpivientipölkky sijoitetaan radan pituussuunnassa noin 1 metrin etäisyydelle sillan reunasta tai reunapalkin päästä

Suojamaadoituksen sähkönjohtavuuden on vastattava sähkönjohtavuudeltaan 25 mm<sup>2</sup>:n kupariköyttä tai 50 mm<sup>2</sup>:n kuumasinkittyä terästä (poikkeustapauksissa voidaan käyttää alumiinijohdinta).

### 4.1 Maadoituksen liittäminen paluukiskoon

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

Liitäntä kiskoon tehdään Liikenneviraston hyväksymällä menetelmällä ja hyväksytyjä komponentteja käyttäen.

### 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 liitteessä 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 Al107 mm<sup>2</sup> Oxlip-johtoa).

Varmistetuksi maadoitukseksi suoraan M-johtoon riittää yksi liitäntä. Periaate on esitetty liitteessä 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 impedanssisiltoja ei yleensä voida asentaa.

## 5 Siltojen maadoittaminen

Siltojen maadoittamisen periaatteita esitetään tämän julkaisun lisäksi mm. seuraavissa julkaisuissa:

- B 10 Sähköturvallisuusmääräysten soveltaminen sähköradan kiinteisiin laitteisiin
- B 13 Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella
- D 17 Rautatiesiltojen yleiset laatuvaatimukset (SYL-R)

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).

Vanhaa siltaa korjattaessa voidaan vanha ja uusi maadoitus liittää varmistetusti toisiinsa tai kummatkin erikseen varmistetusti sähköradan paluuvirtajärjestelmään.

Siltojen maadoitusten ohjepiirustukset esittävät erilaisia siltojen teknisiä rakennevaihtoehtoja ja niiden maadoittamista. ( Liitteet 15,16 ja 17)

Ohjepiirustuksissa viitatus detailjiirustukset (DET) esittävät sillan todellisia rakenteita sellaisenaan. Samannumeroiset detailjit ovat vaihtoehtoisia, mikäli maadoitussuunnitelmassa ei toisin mainita. ( Liitteet 18–27)

Rautatiesillassa maadoituspisteitä (SAM-piste) tulee olla sillan molemmissa päissä kummallakin puolen siltaa. Niistä silta liitetään sähköradan paluuvirtapiiriin (paluukiskoon, M-johtimeen, pylväeseen tai impedanssisiltaan). Maadoituspiste DET 2 voi olla sillan maadoitusteräkseen hitsaamalla yhdistetty kierretanko (M 10), laipallinen tai laipaton sisäkierteellinen putkiholkki (M10), laipallinen valuankkuri (10 mm) tai kiinnityskorvake (Liite 20). Maadoituspisteiden materiaalin tulee olla haponkestävää terästä.

Sillan kaikki metallirakenteet sekä betoniradoitus yhdistetään 25 mm<sup>2</sup> Cu-johtimella tai Ø 10 mm teräksellä maadoituspisteisiin. Maadoituspiirin osana ei saa olla sellainen rakenne, joka voidaan poistaa sillan normaalin käytön aikana.

Sillassa olevan huoltokäytävän teräsrakenteisten osien, mukaan lukien mahdolliset koroke- ja tasauslevyt yms. säätöosat, on oltava sähköisessä yhteydessä toisiinsa. Huoltokäytävän teräskäiteet kiinnitetään sillan teräsrakenteisiin sähköä johtavasti siten, että kaikki käytettävät kiinnitys- ja rakenneosat ovat kuumasinkittyä terästä. Huoltokäytävän päissä tulee olla SEM-pisteet.

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), suoja-seinämien 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 liitteestä 3. SAM- ja SEM-pisteiden merkintä periaate on esitetty liitteessä 11. Pisteet numeroidaan juoksevasti siten, että parittomat ovat vasemmalla ja parilliset oikealla puolella kasvavien km-lukemien suuntaan kuljettaessa.

Silloin kun maadoitusköysi joudutaan asentamaan pinta-asennuksena se kiinnitetään reunapalkin ulkosivulle tai sen alle siten, ettei se altistu mekaaniselle kulutukselle, eikä aiheuta kompastumis- tai takertumisvaaraa. Maadoitusköysi kiinnitetään betoni- tai kivrakenteisiin haponkestävin kiinnikkein ja lyöntiankkurein (koko M6). Kiinnitysväli on vaakavedoissa 200mm ja pystyvedoissa 250mm. Johtimien ja kiinnikkeiden pienin sallittu etäisyys betoni- ja kulmarakenteen ulkoreunasta on 50 mm. Reunapalkin päässä maadoitusköysi upotetaan raidesepeleihin, jonka sisällä se viedään läpivientipölkkyyn.

## 5.1 Betonisillat

Betonisillan maadoitusterästen sijoitusperiaate on esitetty liitteissä 3,11,15 ja 17.

Betonisen rautatiesillan ja ylikulkusillan reunoille valun sisään rakennetaan sähköisesti yhtenäinen maadoitusteräs. Sillan päissä ja pilareiden kohdalla teräkset yhdistetään poikittaisella maadoitusteräksellä. Yhtenäinen maadoitusteräs voidaan muodostaa erillisestä jatkuvaksi hitsatusta  $\varnothing$  10 mm maadoitusteräksestä, joka sidotaan betoniteräksiin tai sillan työteräksistä, jos kaikki pituus- ja poikkisuuntaiset liitokset tehdään hitsaamalla ja ne erottuvat muista teräksistä (esim. maali-merkinnällä) siten, että mahdolliset muut liitännät tulee tehtyä näihin samoihin maadoitusteräksiin ja niiden halkaisija on vähintään  $\varnothing$ 10 mm

Liikuntasauaman yli maadoitus kytketään erillisellä 25 mm<sup>2</sup> Cu-johtimella (liite 22).

Jos sillan osia (esim. kaukaloelementti, kulmatukimuurielementti tmv.) tehdään elementtitehtaalla, elementteihin asennetaan maadoitusteräkset ja maadoitusten yhdistämistä/ liittämistä varten tarvittavat liitännätpisteet (liitteet 20 ja 21) kuin paikalla rakennettavissa silloissa.

Ylikulkusillan alapintaan, suojabetonisyvyydelle asennetaan raiteen kohdalle maadoitusteräkset, jotka liitetään sillan läpi ulottuviin pitkittäisiin maadoitusteräksiin.

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. Maadoitusteräkset tulee sijoittaa pilarin tai maatuon kulmiin ja poikkileikkaukseltaan ympyrän muotoisen 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.

Siltaan asennettava kaapeli on eristettävä sillan metalli- ja betoniosista ohjeen B 13 kohdan 2.3 Kaapeli rautatien ali- tai ylikulkusillassa mukaisesti.

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<sup>2</sup> Cu-johtimella siltaan asennettuun maadoituspisteeseen (liitteet 20 ja 21) (esim. valuankkuri tai kierretanko). Muussa tapauksessa kaikki kaidetolpat tai niiden pulttikorit hitsataan (liite 23) kannen pituussuuntaiseen maadoitusteräkseen.

Yhdistettäessä kaiteen osia sähköisesti toisiinsa tulee liitokset tehdä kaiteen alaosaan niin, ettei kaiteen lämpöliikkeitä estetä. Liitos voi olla esim. pultattu liitos tai kaidemateriaaliin sopivalla Al-nauhalla tai Cu-köydellä tehty liitos.

Valaisinpylvään kuumasinkitty kiinnityslaite maadoitetaan Ø 10 mm teräksellä sillan maadoitusteräksiin tai 25 mm<sup>2</sup> Cu-johtimella maadoituspisteeseen.

Sillan pintavesiputket maadoitetaan yhdestä pisteestä, jos ne ulottuvat 2,5 m korkeudelle tai alemmas kulutasosta 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<sup>2</sup> Cu tai 50 mm<sup>2</sup> Fe), ellei siinä ole luonnostaan metalliosaa (esim. kaidetta).

## 5.2 Terässillat

Terässillan maadoitusperiaate on esitetty liitteissä 16 ja 17.

Teräksiset rautatiesillat maadoitetaan paluuvirtapiiriin kummastakin päästä. Sillan sähköisesti erilliset rakenneosat maadoitetaan sillan runkoon tai maadoitusjohtimeen. Ratajohdon kiinnitysrakenteet maadoitetaan sillan runkoon 25 mm<sup>2</sup> Cu-johtimella tai tähtialuslevyillä ja kiinnityspulteilla joiden kokonaispinta-ala/liitos on > 50 mm<sup>2</sup> 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 mm<sup>2</sup> Cu tai 35 mm<sup>2</sup> Fe.

Maadoitusjohtimina käytetään 25 mm<sup>2</sup> kupariköyttä, mutta rakenteiden pintaan asennettuina johtimina voidaan vaihtoehtoisesti käyttää 50 mm<sup>2</sup> kuumasinkittyä lattarautaa. Jos useampi pintaan asennettu lattarauta on kytketty rinnan, poikkipinnaksi riittää 35 mm<sup>2</sup>. Näkyviin jäävät kuparijohtimet maalataan harmaaksi.

## 5.4 Alikulkukäytävät

Alikulkukäytävät maadoitetaan kuten sillat. 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. Tukimuurit maadoitetaan samalla tavalla kuin melusuojaseinät.

## 5.8 Maadoitussuunnitelmien sisältö

Maadoitussuunnitelmat on tehtävä rinnan sillan muun suunnittelun kanssa. Jokaisesta sillasta on laadittava oma maadoitussuunnitelma.



## Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitussuunnittelu

---

Maadoituspiirustuksessa tulee esittää sillan sivukuva, tasokuva ja riittävä määrä poikkileikkauksia. Maadoituksen jatkuvuuden mittauspisteiden (SEM) tulee näkyä maadoituspiirustuksessa.

Sähköä johtamattomiin (esim. maalattu pinta tai puusilta) siltarakenteisiin on SEM pisteille suunniteltava metallinen ja puhdas kontaktipinta. Kosketuspinnat eivät saa olla maalattuja eivätkä muovitettuja tai liitoksessa on käytettävä maalipinnan rikkovaa tähtialuslevyä, jos materiaalit sen sallivat.

Valmiin maadoitussuunnitelman tulee maadoituspiirustuksen lisäksi sisältää seuraavat asiakirjat tai tiedot:

- yleispiirustus
- kannen mittapiirustus
- tarvittava määrä sillan muita rakennepiirustuksia
- siltakohtainen työselitys ja laatuvaatimukset
- työtapiirustus
- maadoitusterästen materiaalit ja hitsausluokat
- maadoitusrakenteiden osaluettelo

Sillan maadoitussuunnitelman numerointi noudattaa sillan suunnitelman numerointia. Maadoituspiirustuksen nimiön tunnistetiedot saa Liikenneviraston siltarkiston hoitajalta. Sillan maadoituspiirustukseen tulee lisäksi sähköarkistonnumero, jonka saa Liikenneviraston sähköarkiston hoitajalta.

## 5.9 Korjauskohteiden maadoitussuunnitelmat

Jos sillan korjaustyön yhteydessä ei muuteta sillan olemassa olevia maadoitusrakenteita, ei uutta maadoitussuunnitelmaa tarvitse laatia.

Siltaa muutettaessa tai laajennettaessa tulee vanhan ja uuden osan maadoitukset esittää samassa suunnitelmassa siten, että maadoituskokonaisuus selviää. Vastavasti kaikki samassa maadoituskokonaisuudessa olevat rakenteet tulee esittää yhdessä piirustuksessa. Esim. jos vanhan sillan maadoitukseen lisätään liitäntäpisteitä uuden maadoitusosan liittämiseksi, tulee vanhan sillan maadoituspiirustukseen tehdä vastaava muutos tai korvata vanha uudella maadoituspiirustuksella.

Jos silta on alun perin maadoitettu noudattaen rakentamishetkellä voimassa olleita tyyppi- ja työpöytäpiirustuksia tai vanhaa siltakohtaista maadoitussuunnitelmaa ei löydy tulee kattava maadoitussuunnitelma laatia osana sillan korjaussuunnittelua.

## 6 Rataa risteävien putkirakenteiden maadoittaminen

Rataa risteilevien maakaapeleiden, putkijohtojen tms. sekä maadoituselektrodien 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, sähkörata-pylväät, 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 suojaputken sisään, tällöin suojaputken tulee ulottua maadoitusta edellyttävän alueen ulkopuolelle (5 m raiteen keskeltä). Suojaputken maadoittaminen tehdään yhdistämällä suojaputki varmistetusti sillan maadoitusrakenteisiin.

#### 6.1.2 Metallisen maakaasuputken maadoittaminen

Metallirakenteiseen maakaasuputkeen asennetaan eristyspalat sähköistetyn raiteen molemmin puolin noin 10 metrin etäisyydelle sillasta ja maadoittaminen tehdään liitteessä 12 esitetyn periaatteen mukaisesti sillan maadoitukseen.

#### 6.1.3 Metallisen maakaasuputken eristäminen

Metallirakenteinen maakaasuputki voidaan vaihtoehtoisesti eristää sillasta. Tällöin se tulee asentaa metalliseen suojaputkeen siten, että putkien välinen eristystaso on 1 kV AC. Suojaputki maadoitetaan molemmista päistä vähintään 25 mm<sup>2</sup> 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 tuki-eristintä ja
- kaukolämpöputken eristämiseen on käytetty muovieristettä ja sen ulkopinnan muodostaa paksusta muovista tehty eristekerros ja
- putkirakenteen pinnalle asennetaan suojapelti tai verkko joka liitetään siltarakenteen maadoitukseen 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 liitteessä 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 (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 pääty-paalujen kautta ja jatkokset varmistetaan tarvittaessa johtimella tai hitsaamalla.

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

Raiteiden välisten metallisten suoja-aitojen molemmat päät (tai lähellä päätä sijaitseva kohta) maadoitetaan paluukiskoon 25 mm<sup>2</sup> kupariköydellä. 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 11.

### 7.1 Puuaidat

Aidan yläpintaan asennetaan 25 mm<sup>2</sup> Cu tai 50 mm<sup>2</sup> Fe maadoitusjohdin.

Yläreunan maadoitusjohtimen täytyy olla sellainen, että jos sähköistetyin raiteen ajolanka katkeaa aidan alueella ja katkennut langanpää sinkoutuu aidan 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 metallilanka, joka on jatkuva radan suunnassa ja jonka johtavuus vastaa Cu 25 -johtimen johtavuutta. Liittäminen paluukiskoon tai M-johtimelliseen ratajohtopylvääseen tehdään kuten edellä.

Yläreunan suojamaadoitetun metallilangan täytyy olla sellainen, että jos sähköistetyn raiteen ajolanka katkeaa meluesteen alueella ja katkennut langanpää sinkoutuu meluesteen päälle, lanka osuu todennäköisimmin ensiksi suojamaadoitetun metallilangan 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 kohdan 5 mukaiset SEM- ja SAM-pisteet meluesteen sähköisen jatkuvuuden mittaamista varten ja meluesteen maadoituksen liittämiseksi paluuvirtapiiriin.

---

## 8 Rakennusten maadoittaminen

Mikäli rakennus tai laitetila sijaitsee maadoittamista edellyttävällä alueella, raiteen puoleisen sivun nurkat sekä räystään reuna varustetaan paluukiskoon maadoitetuilla johtimilla (25 mm<sup>2</sup> Cu tai 50 mm<sup>2</sup> Fe).

Jos rakennuksen katto tai seinä on metallilevyä tai räystäs 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 liitteessä 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 laiturikatos sijaitsee maadoittamista edellyttävällä alueella, sen ajojohdinta lähinnä oleva kohta sekä sen maadoittamista edellyttävällä alueella sijaitsevien kannatuspilarien raiteen puoleinen sivu varustetaan paluukiskoon varmistetusti maadoitetuilla johtimilla (25 mm<sup>2</sup> Cu tai 50 mm<sup>2</sup> Fe).

Johdin voidaan jättää pois, jos katoksen räystästä myöten peittävät metallilevyt tai katoksen metallinen sadekouru tai betonisen laiturikatoksen betoniraudat on maadoitettu paluuvirtapiiriin. 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 liitteessä 6.

Jos laiturin reunus on raudoitettu, raudat maadoitetaan paluuvirtapiiriin. Laituri-reunusten irrallisia betonisia reunuslaattoja ei katsota paluuvirtapiiriin maadoittamista edellyttäväksi rakenteiksi.

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

## 10 Maadoitukset tunneleissa

Kaikki laitteet ja rakenteet maadoitetaan mukaan luettuina betonirakenteiden raudoitteet sekä verkkoraudoitetut ruiskubetonikerrokset (teräskuiduilla vahvistetut ruiskubetonikerrokset maadoitetaan vain, jos niiden yhteydessä käytetään verkkoraudoitusta). Myös verkkoraudoitetut työnaikaiset ja korjausruiskubetonikerrokset tulee maadoittaa.

Suojamaadoituksena toimivan maadoitusteräksen poikkipinta-alan on oltava vähintään 113 mm<sup>2</sup> (esim. Ø12 mm).

Suojamaadoittaminen tehdään yhdistämällä maadoitusteräksset 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 pituisessa tunnelissa maadoitusteräksset yhdistetään yhdestä pisteestä niin, että 150 m maadoitusetäisyys vaatimus ei ylity (ts. maadoittaminen tehdään tunnelin keskeltä). Yli 300 m pituisissa tunneleissa maadoitusteräksset yhdistetään vähintään 300 m välein.

Tunnelin betonirakenteiden radansuuntaiset esim. Ø12 mm maadoitusteräksset asennetaan 0,40 m ja 1,8–2,5 m korkeudelle kv-tasosta. Raudoitusverkko yhdistetään näihin maadoitusteräksiin hitsaamalla muutamasta kohtaa. Maadoitusteräksset yhdistetään toisiinsa ja paluuvirtakiskoihin tai sähköradan M-johtoon vähintään 300 m välein. Näihin kohtiin asennetaan hitsaamalla DET2 (liitteet 20 ja 21) mukaiset tai vastaavat maadoituskorvakkeet. (Liite 28)

Jos betonirakenteet ovat elementtirakenteisia maadoitusterästen on muodostettava sulkeutuva lenkki elementissä. Elementtien maadoitusten toisiinsa liittämiseksi niihin asennetaan joko DET2 (liitteet 20 ja 21) 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 300m 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 DET2 (liitteet 20 ja 21) mukainen tai vastaava maadoituskorvake. Anturaan ei tarvita maadoitusterästä.

Jos tunnelin katto-osa on silta (esim. ylikulkusilta), katon maadoitus tehdään siltojen maadoitusten 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

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

Yhdistettäessä paluuvirtapiiriä 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 sähköjakeluverkon PE- tai PEN-johdinta ei saa yhdistää paluuvirtapiiriin. Tällöin ulkopuolinen verkko on varustettava erotusmuuntajalla tai vikavirtasuojakytkimillä.

Sähköradan läheisyydessä sijaitsevan laittilan maadoituskisko liitetään paluuvirtapiiriin. 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 mm<sup>2</sup> 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 mm<sup>2</sup> Cu- maadoitusjohtimella. Lisäksi pääkeskukseen asennetaan normaali maadoituselektrodi.

### 11.1 Valaistus

Yksiraitaisella radalla liikennepaikkojen ulkopuolella olevien ylikulkusiltojen valaistus on aina erotettava pienjännitesähköjakelujärjestelmästä erotusmuuntajalla. Muuntajan tarkoituksena on pitää erillään sähköjakeluverkoston ja sähköradan maadoitukset ja estää paluuvirtakiskojen virran siirtyminen sähköjakeluverkostoon.

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

Uusissa asennuksissa sähköradan keskuksissa käytetään erillistä sähköradan maadoituskiskoa PE-SR, joka on yhdistetty keskuksen runkoon ja paluukiskoon. PE-SR-kiskoa 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 liitteessä 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 mm<sup>2</sup> Cu-maadoitusjohdin maadoitetaan kohdan 4 mukaisesti.

Valaisimen liitäntäkotelo 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 pienjännite-sähköjakelujärjestelmästä erotusmuuntajalla tai pumppaamon sähkökeskus varustetaan jokaiseen lähtöön asennettavalla vikavirtasuojakytkimellä standardin EN 50122-1 mukaisesti /13/. Asiaa on ohjeistettu ohjeessa Laitetilojen ja valaisimien maadoittaminen /2/. Pumppaamo maadoitetaan sähköradan paluuvirtapiiriin.

## 12 Muiden laitteiden maadoittaminen

### 12.1 Tunneliin asennettavan vuotavan antennikaapelin maadoittaminen

Antennikaapelin maadoittaminen on esitetty liitteessä 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 laitetilan maadoituskiskoon.

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

### 12.2 Tunnelin GSM-tukiasemien maadoittaminen

Tukiasemien laitetila maadoitetaan paluukiskoon ja erotetaan syöttävän verkon maasta.

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

### 12.3 Vaunuvaa'at, röntgenlaitteet, säiliön täyttöasteen mittalaitteet, radio- aktiivisuuden mittauslaitteet, junaliikenteen turvalaitteet jne.

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

---

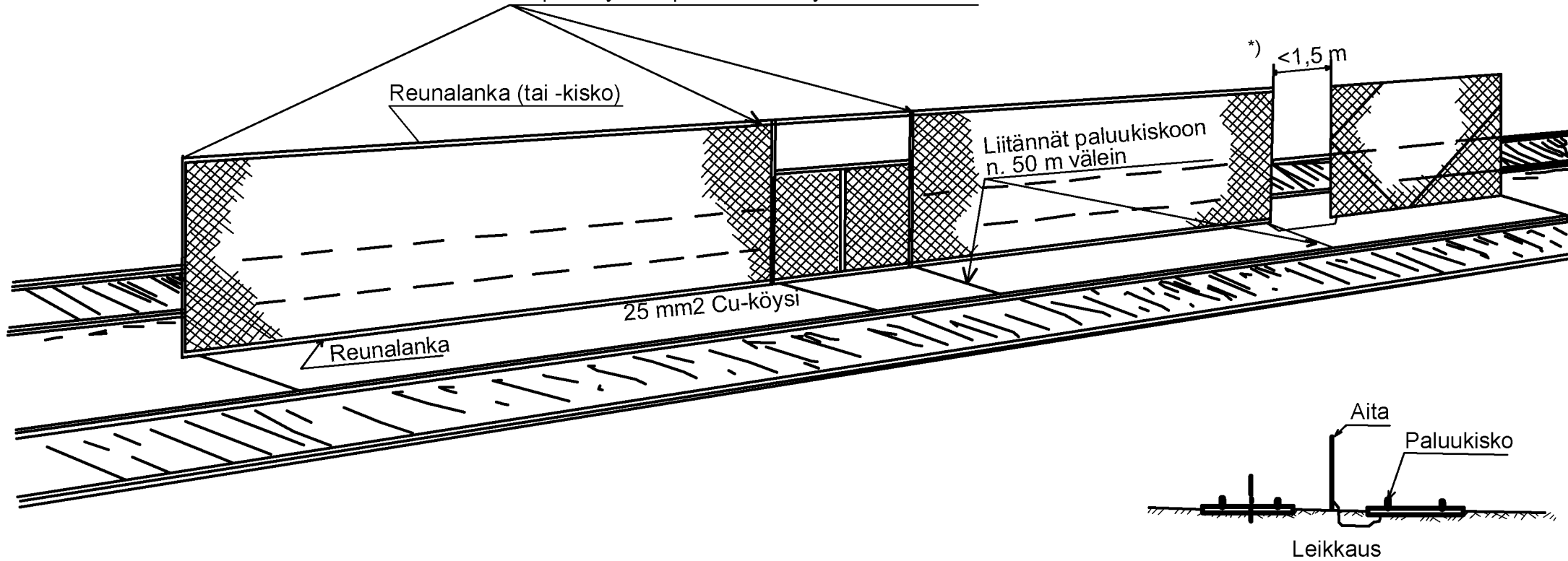
## Viiteluettelo

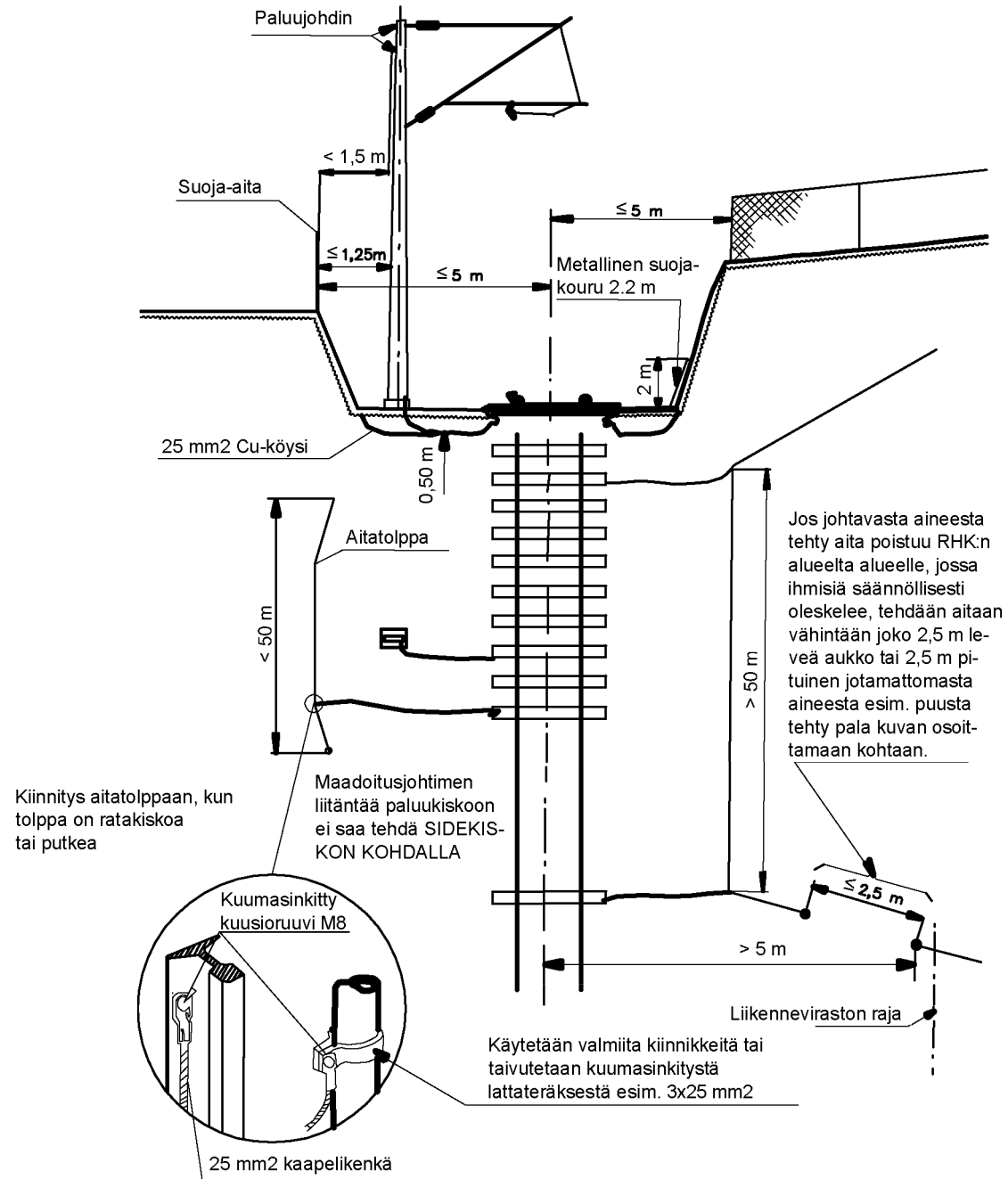
- /1/ Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 5 Sähköistetty rata, Ratahallintokeskus, 2004
- /2/ Laitetilojen ja valaisimien maadoittaminen, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 9, 2002
- /3/ Sähköturvallisuusmääräysten soveltaminen sähköradan kiinteisiin laitteisiin, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 10, 2002
- /4/ Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 13, 2004
- /5/ Maakaapeleiden kaivu- ja asennusohjeet, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 7, 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! Raidevirtapiirien vaikutus paluukiskon valintaan on aita maadoitettaessa erikseen selvítettävä

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

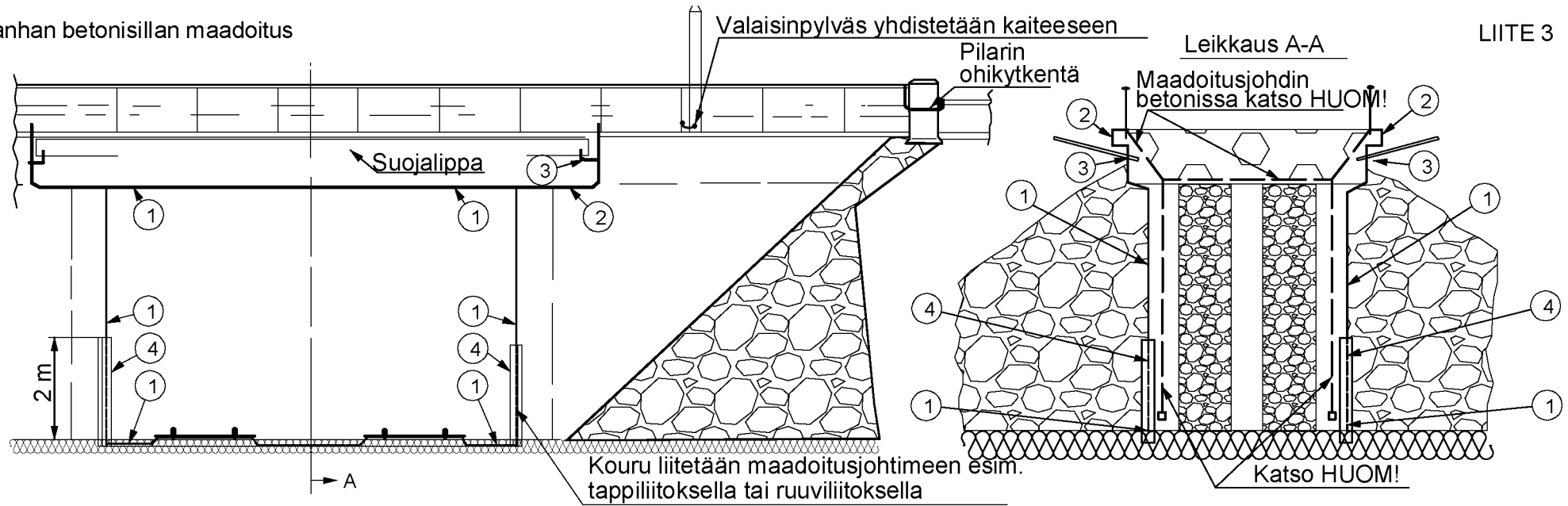
Huonot liitokset reunalangoista maadoitettuun aitatolppaan varmistetaan esim. 25 mm<sup>2</sup> kupariköydellä pulttiliitosta käyttäen



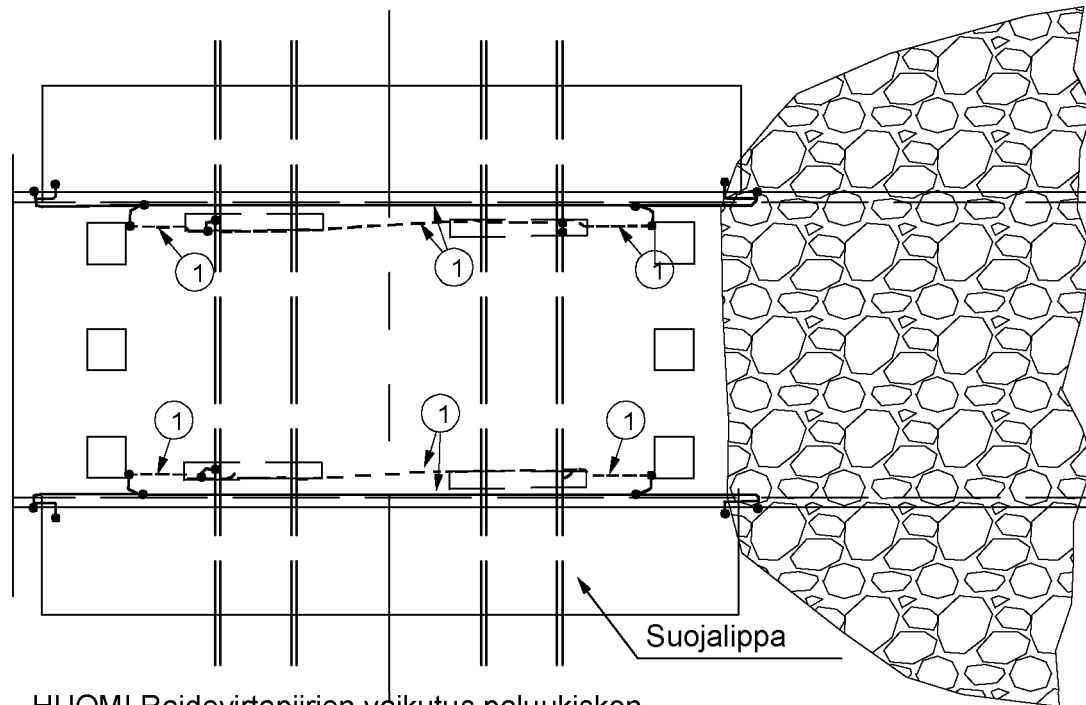




Vanhan betonisillan maadoitus



LIITE 3



HUOM! Raidevirtapiirien vaikutus paluukiskon valintaan on siltaa maadoitettaessa erikseen selvítettävä

Kansiosan vaakasuoria johtimia ei maalata. Pystysuorat johtimet (myös pilaissa) maalataan tarvittaessa harmaaksi

Asennus:

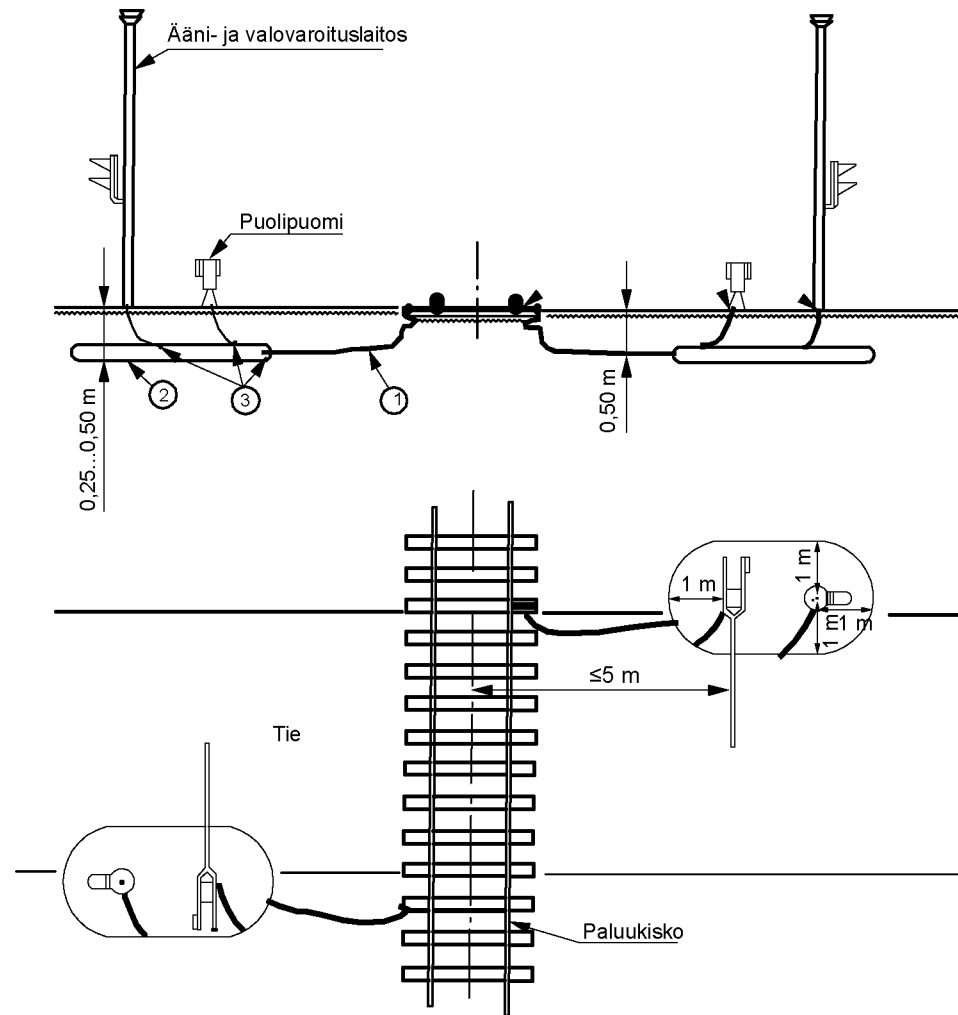
Maadoitusjohtimet asennetaan betonin pintaan käyttämällä ruostumattomia kiinnikkeitä. Kiinnikkeet kiinnitetään betonissa oleviin erikseen asennettaviin lyöntiankkureihin ruostesuojattujen kuusioruuvien M6x10 avulla.

HUOM!

Betonisillassa voi olla asennettuna maadoitusjohtimia myös betonivalussa.

- 1 Pystypilarin ja kannen maadoitusjohdin
- 2 Suojakaiteen maadoitusjohdin
- 3 Suojalipan maadoitusjohdin
- 4 Metallinen suojakouru 2,2 m

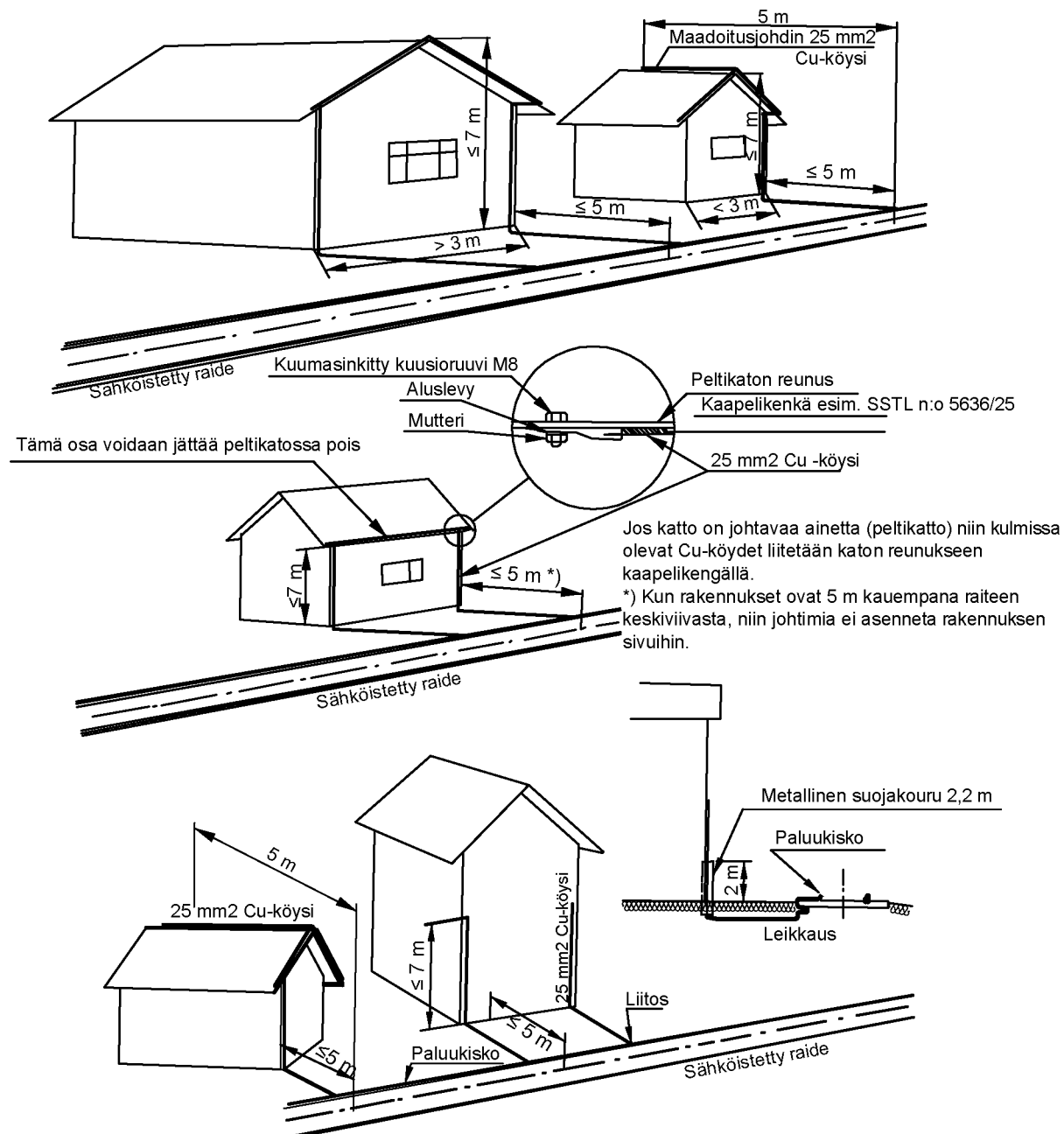
4901-042-11812



Kiinnityksen jälkeen sinkilät ja 25 mm<sup>2</sup> Cu-köyden 7x2.14 mm maanpäällinen osa maalataan harmaaksi  
Opastinpylväiden juotoskohta maalataan opastinvärillä (musta tai harmaa)

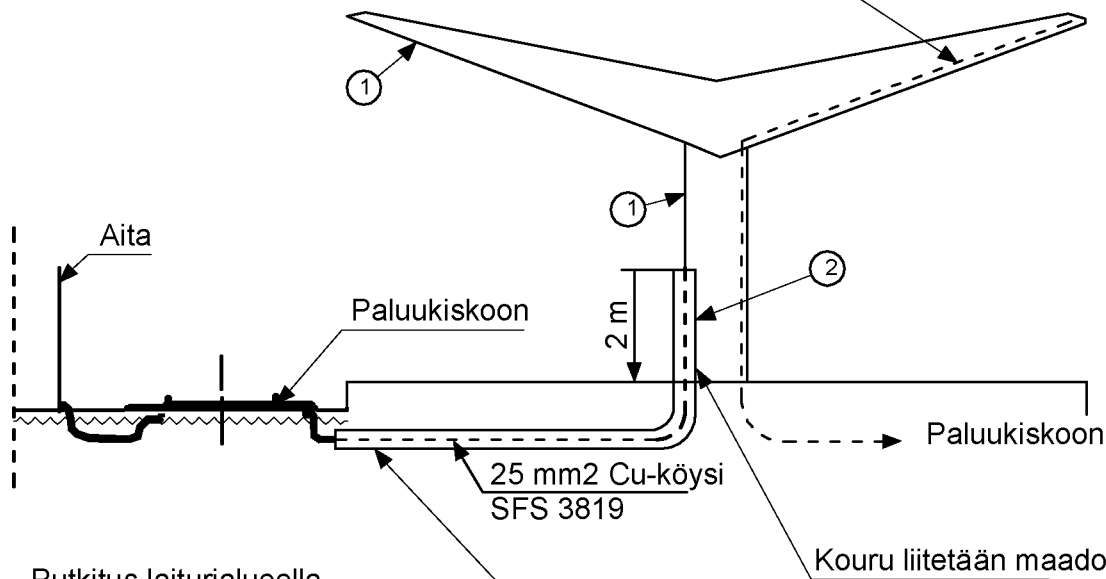
- 1 25 mm<sup>2</sup> Cu-köysi 7x2.14 mm
- 2 25 mm<sup>2</sup> Cu-köysi 7x2.14 mm
- 3 Puristattava kosketusliitin 25 mm<sup>2</sup>

\*)Tasausköyttä ei eristetä

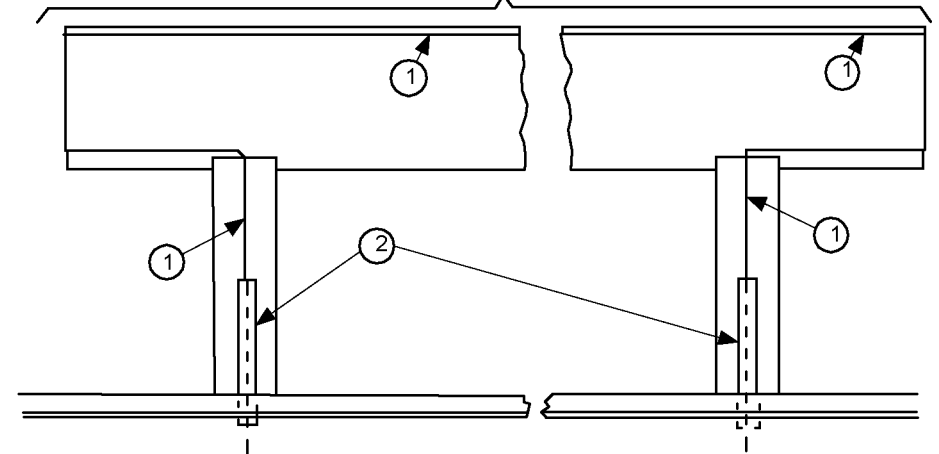


HUOM! Maadoitusjohtimia voi olla myös laiturikatoksen betonivaluissa. Näistä maadoitusjohtimista annetaan selvitys laiturikatoksen piirustusten yhteydessä

Tämä osa jätetään peltikatossa pois ja maadoitusjohtimet kiinnitetään peltikattoon.



Putkitus laiturialueella  
polyeteeni muoviputki D8/D11,5 mm  
PEL D12/D8 mm SFS 2334

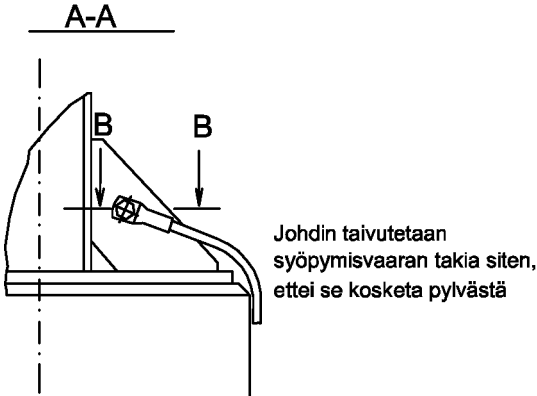
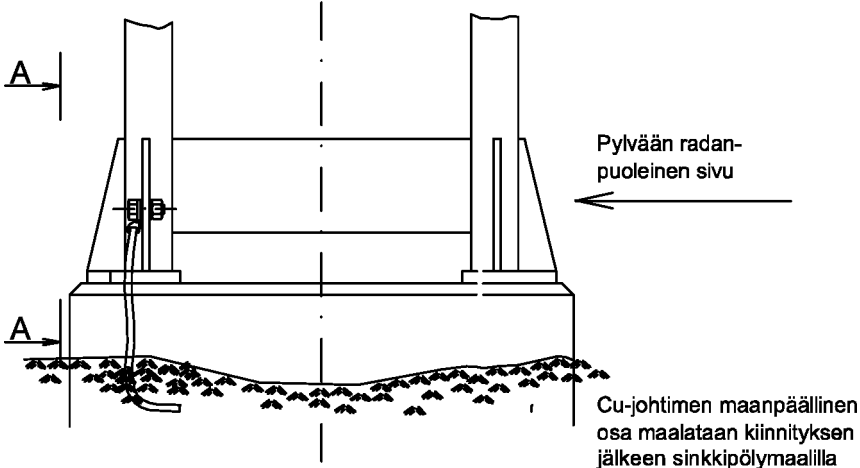


HUOM! Katososan johtimia ei maalata. Pilarin johtimet maalataan tarvittaessa harmaaksi

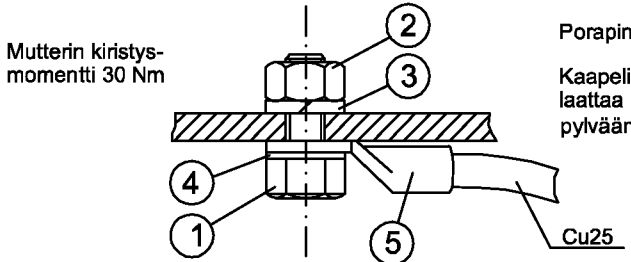
- 1 Katoksen pilarin ja reunan maadoitusjohtin
- 2 2,2 m metallinen suojakouru Al- tai Fe

HUOM! Raidevirtapiirien vaikutus paluukiskon valintaan on laiturikatosta maadoitettaessa erikseen selvitettävä

Maadotusliitäntä pylväeseen

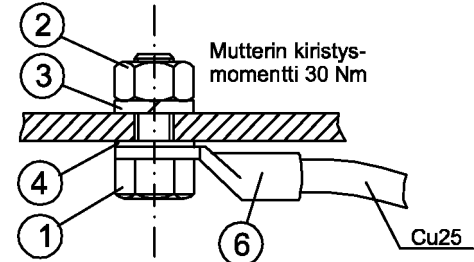


B-B -vaihtoehto 1



Poraus o 11mm  
 Porapinnat maalataan sinkkipölymaalilla  
 Kaapelikenkää (vaihtoehto 1) tai aluslaattaa (vaihtoehto 2) vasten tulevaa pylvään liitospintaa ei saa maalata

B-B -vaihtoehto 2



## GSM-antennikaapeliasennuksen maadoitus

Antennikaapeln kannatinvaijeri 25Fe

( 25Fe, 7xØ2,12mm=24,7mm<sup>2</sup>)

Antennikaapelin kannatinvaijerin käsittely ja antennikaapelien liittimien avaaminen sallittu vain ratajohdon ollessa jännitetön ja työmaadoitettu

Kannatinvaijeri maadoitetaan Cu25 johdolla joko suoraan paluuvirtakiskoon tai ajojohtimen kannatinrakenteiden maadoitusjohtimeen, joka on yhdistetty M-johtimeen tai paluuvirtakiskoon, 2-kiskoisesti eristetyllä osuudella. maadoituskuristimen avulla

G=tinattu siirtymäliitin

H=C-, H-liitin tai pulttikiristeinen siirtymäliitin (Cu)

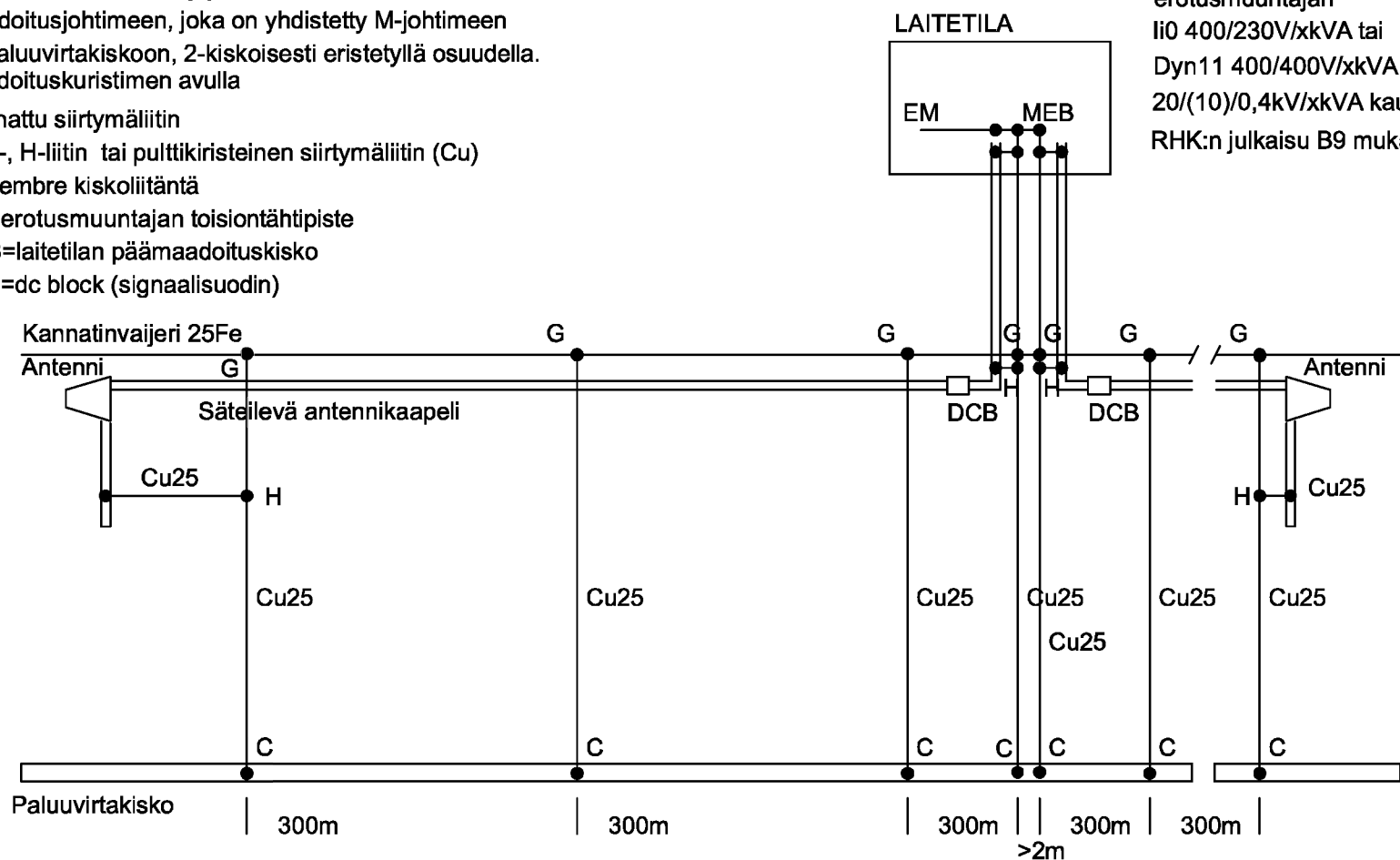
C=Cembre kiskoliitääntä

EM=erotusmuuntajan toisiohtähtipiste

MEB=laitetilan päämaadoituskisko

DCB=dc block (signaalisuodin)

Laitetilan sähkönsyöttö  
erotusmuuntajan  
li0 400/230V/xkVA tai  
Dyn11 400/400V/xkVA tai  
20/(10)/0,4kV/xkVA kautta,  
RHK:n julkaisu B9 mukaisesti



# Valaisimien suojavaadoitus sähköradalla

EROTUSMUUNTAJATON SYÖTTÖ (ISOT RATAPIHAT TMV.)

PÄÄKESKUS 10K

NOUSUKESKUS 1001K

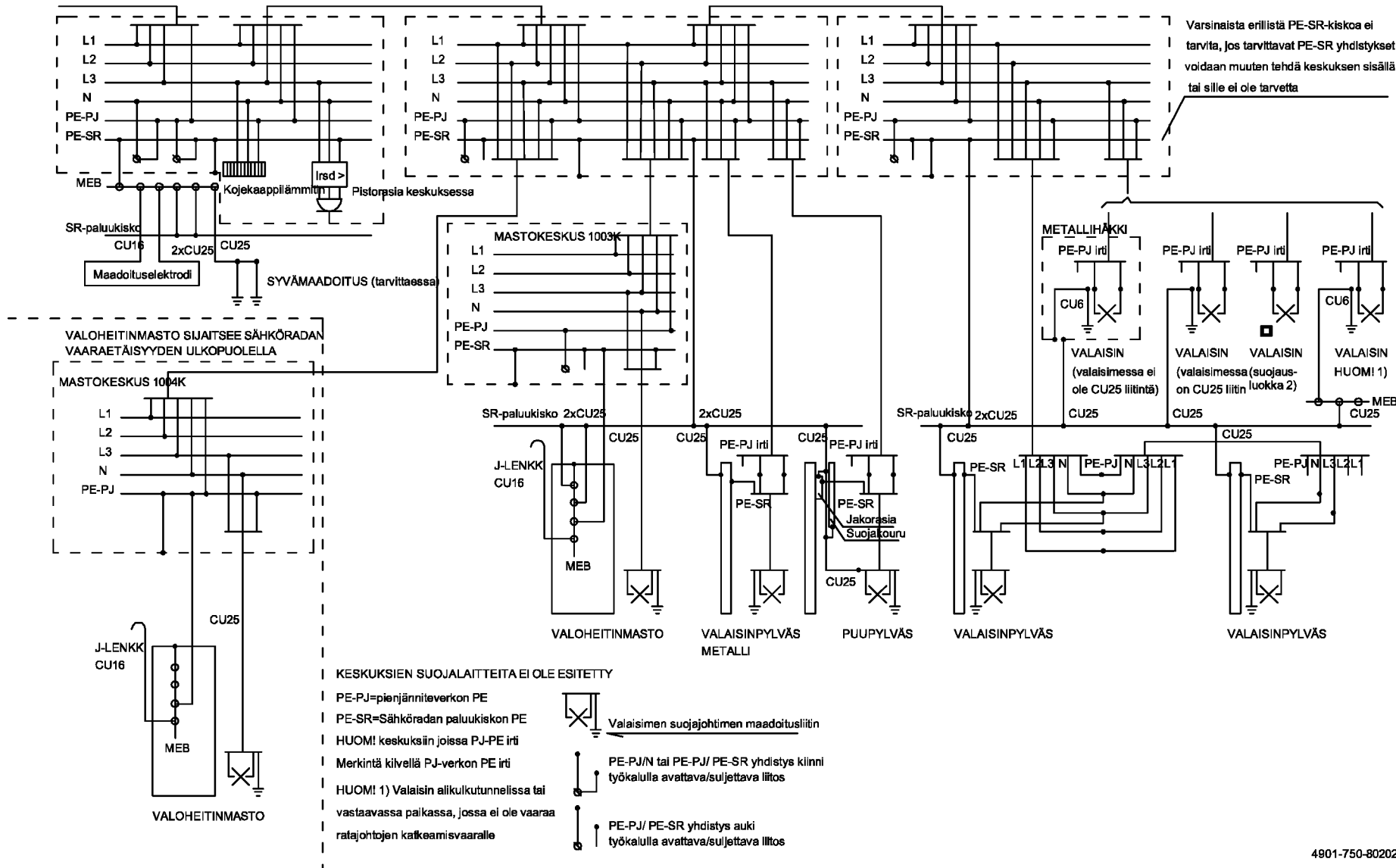
NOUSUKESKUS 1002K

LIITTYMISJOHTO

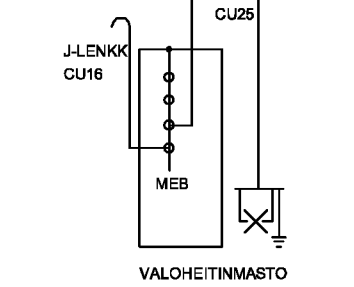
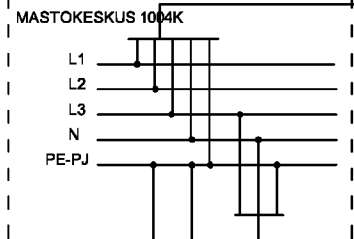
NOUSUJOHTO

NOUSUJOHTO

Varsinaista erillistä PE-SR-kiskoa ei tarvita, jos tarvittavat PE-SR yhdistykset voidaan muuten tehdä keskuksen sisällä tai sille ei ole tarvetta



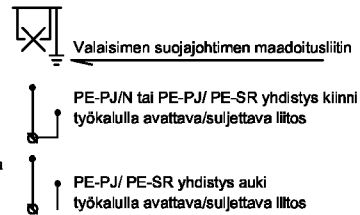
VALOHEITINMASTO SIJAITSEE SÄHKÖRADAN VAARAETÄISYYDEN ULKOPUOLELLA

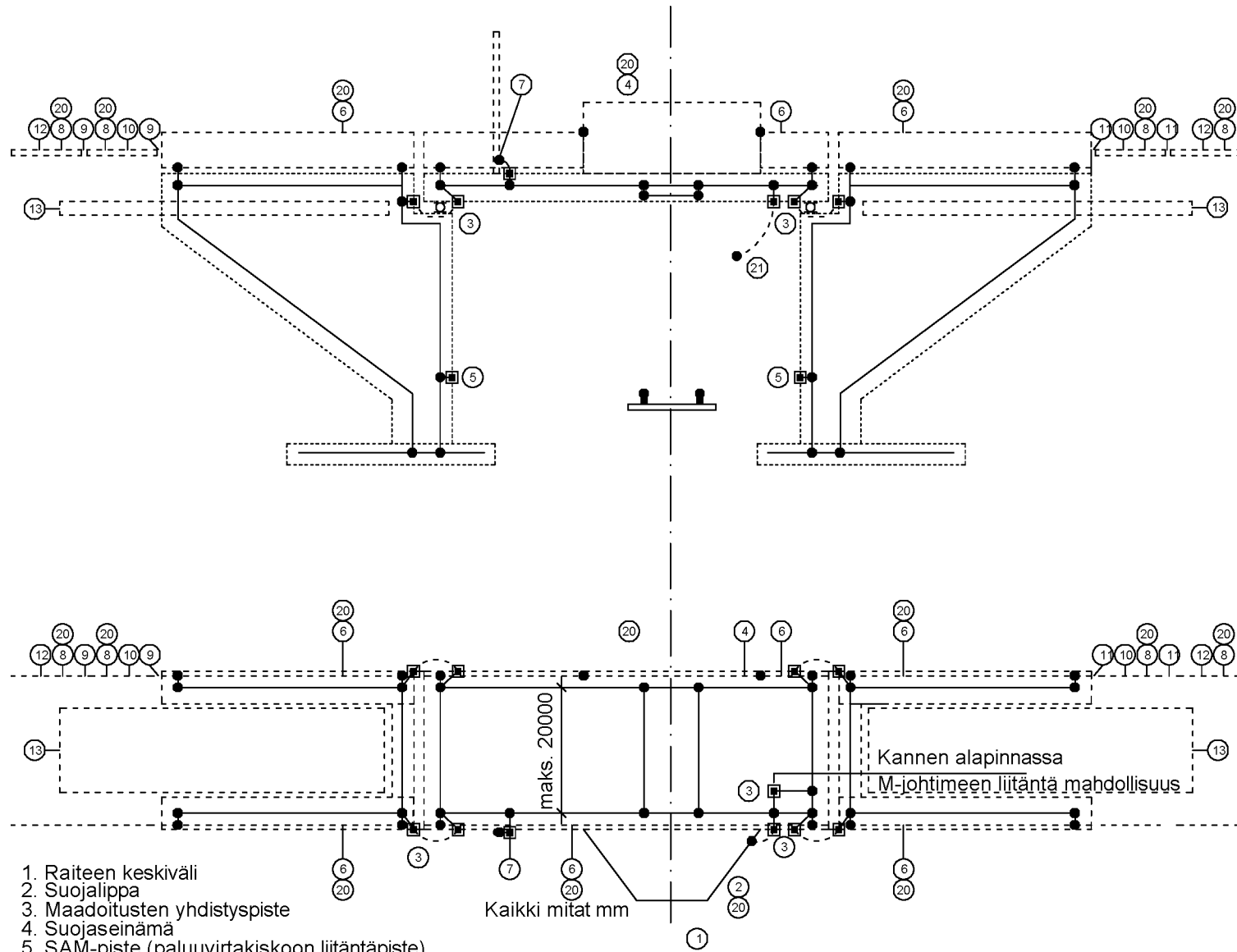


VALOHEITINMASTO

KESKUKSIEN SUOJALAITTEITA EI OLE ESITETTY

- | PE-PJ=pienjänniteverkon PE
- | PE-SR=Sähköradan paluukiskon PE
- | HUOM! keskuksiin joissa PJ-PE irti
- | Merkintä kivellä PJ-verkon PE irti
- | HUOM! 1) Valaisin alkukutunnelissa tai vastaavassa paikassa, jossa ei ole vaaraa ratajohtojen katkeamisvaaralle

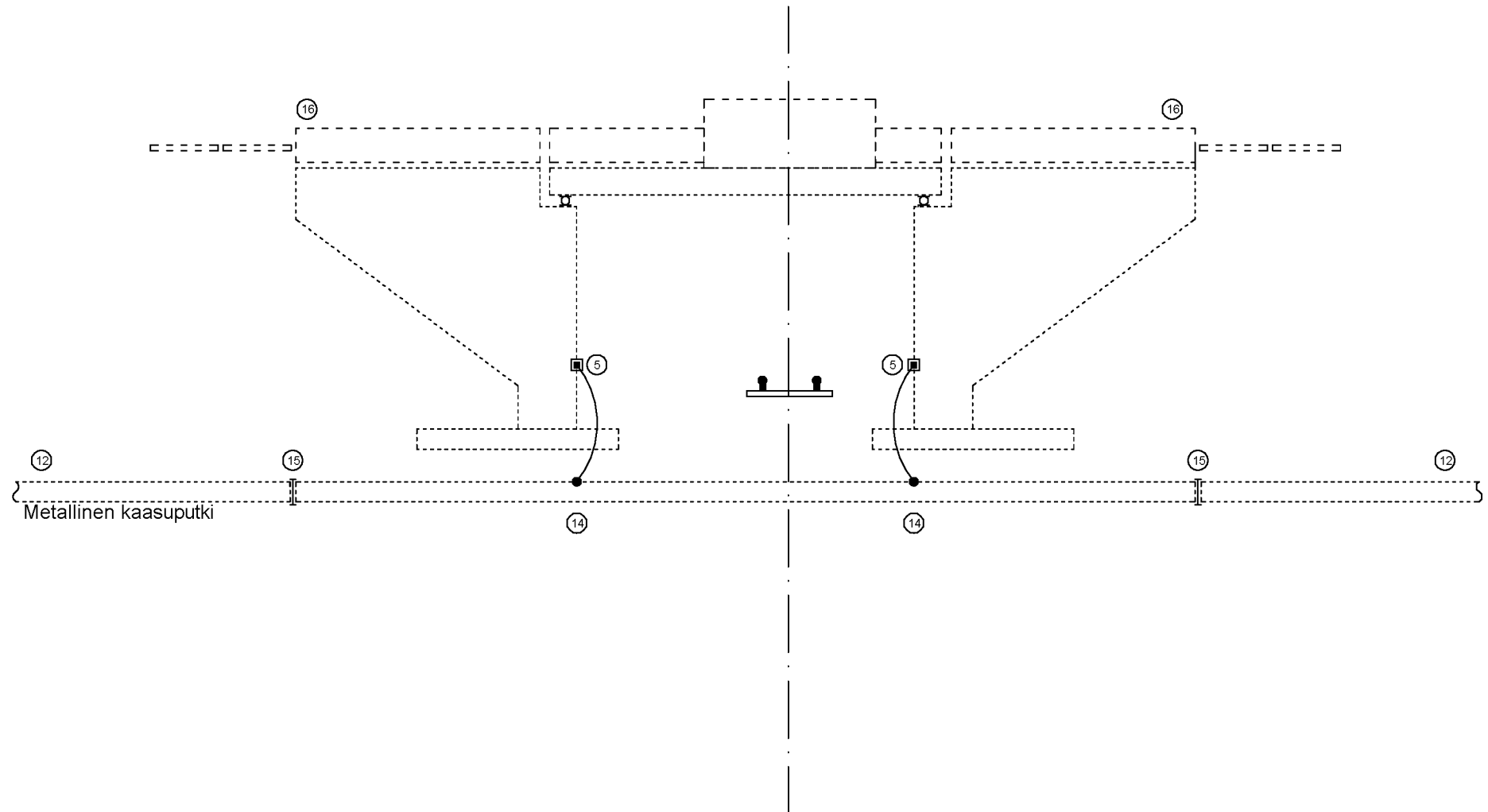




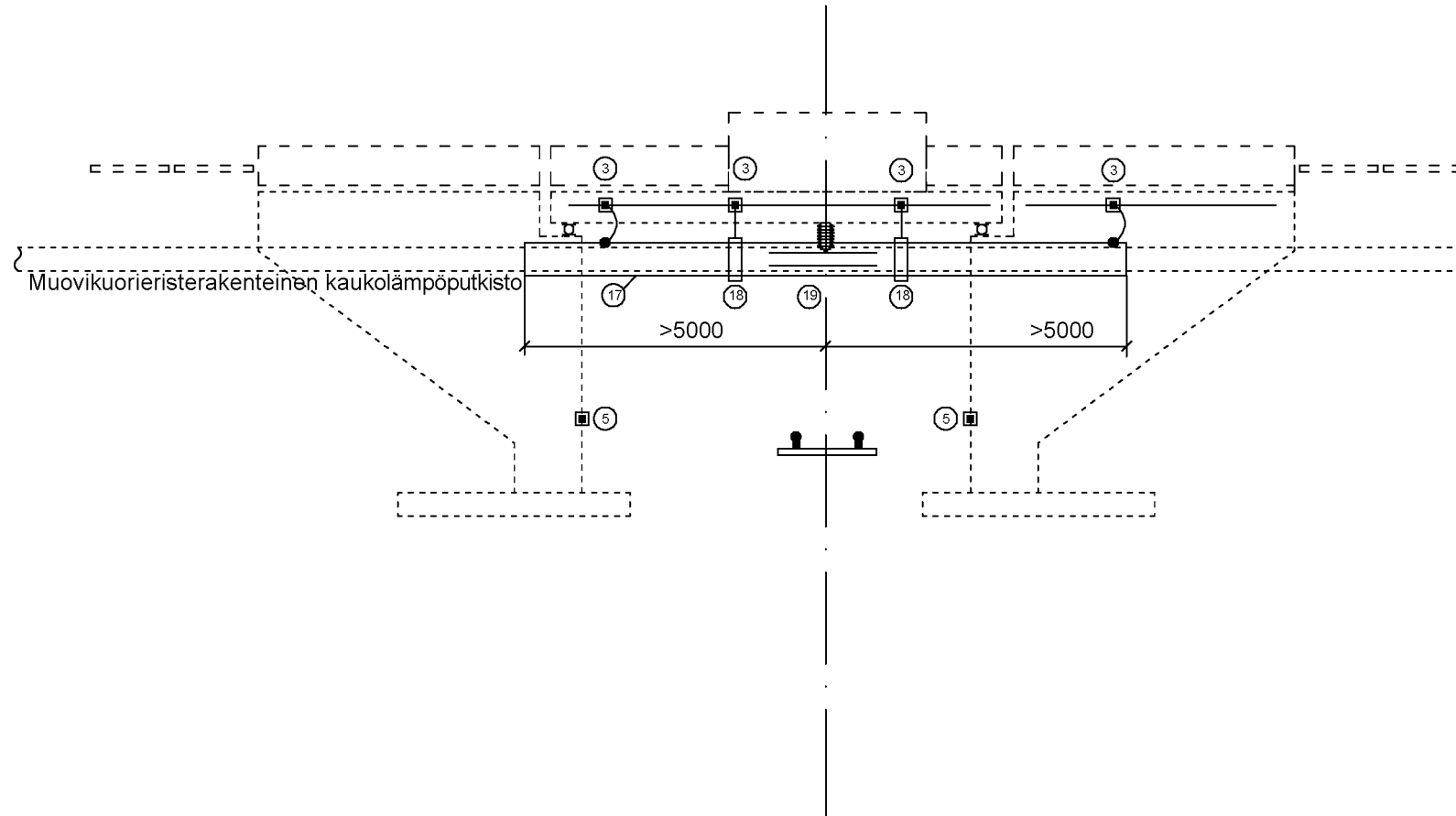
1. Raiteen keskiväli
2. Suojalippa
3. Maadoitusten yhdistyspiste
4. Suojaseinä
5. SAM-piste (paluuvirtakiskoon liitäntäpiste)
6. Suojakaide
7. Valaisinpylvään maadoitus
8. Kaide
9. Sähköinen eriste
10. Sähköisesti kelluva osuus, pituus 2500-5000mm
11. 50mm ilmaväli
12. Maadoittamaton osuus
13. Siirtymälaatta
20. SEM-piste
21. Sillan maadoituksen liittäminen M-johtoon

Kaikki mitat mm

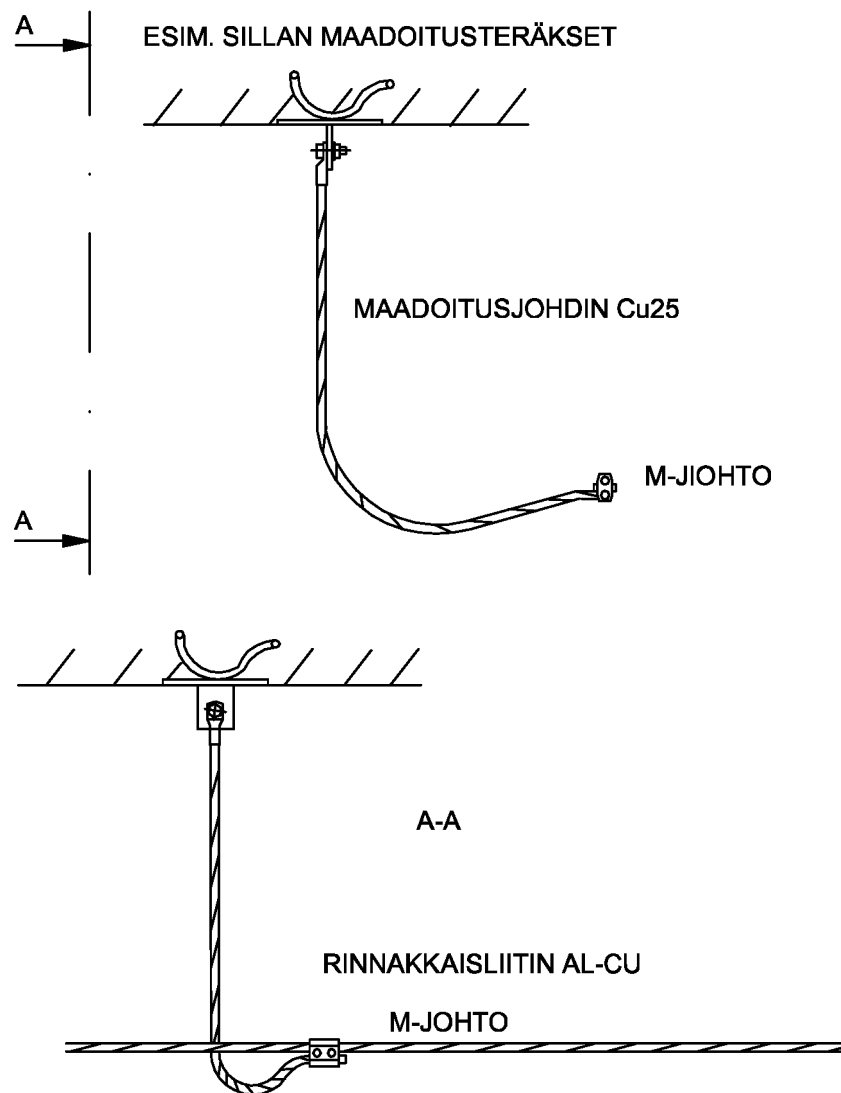




- 5. SAM-piste (paluuvirtakiskoon liitäntäpiste)
  - 14. Kaasuputken maadoitusliitäntä
  - 15. Eristyspala
  - 12. Kaasuputken maadoittamaton osuus
  - 16. Sillan maadoitettu osuus
- Jos kaasuputki on kiinnitetty sillaan, kaasuputken maadoittamaton osuus on sijoitettava maan alle niin ettei siihen tai sillan maadoittamattomaan kaideosuuteen pääse samanaikaisesti koskettaaan (> 2500mm)

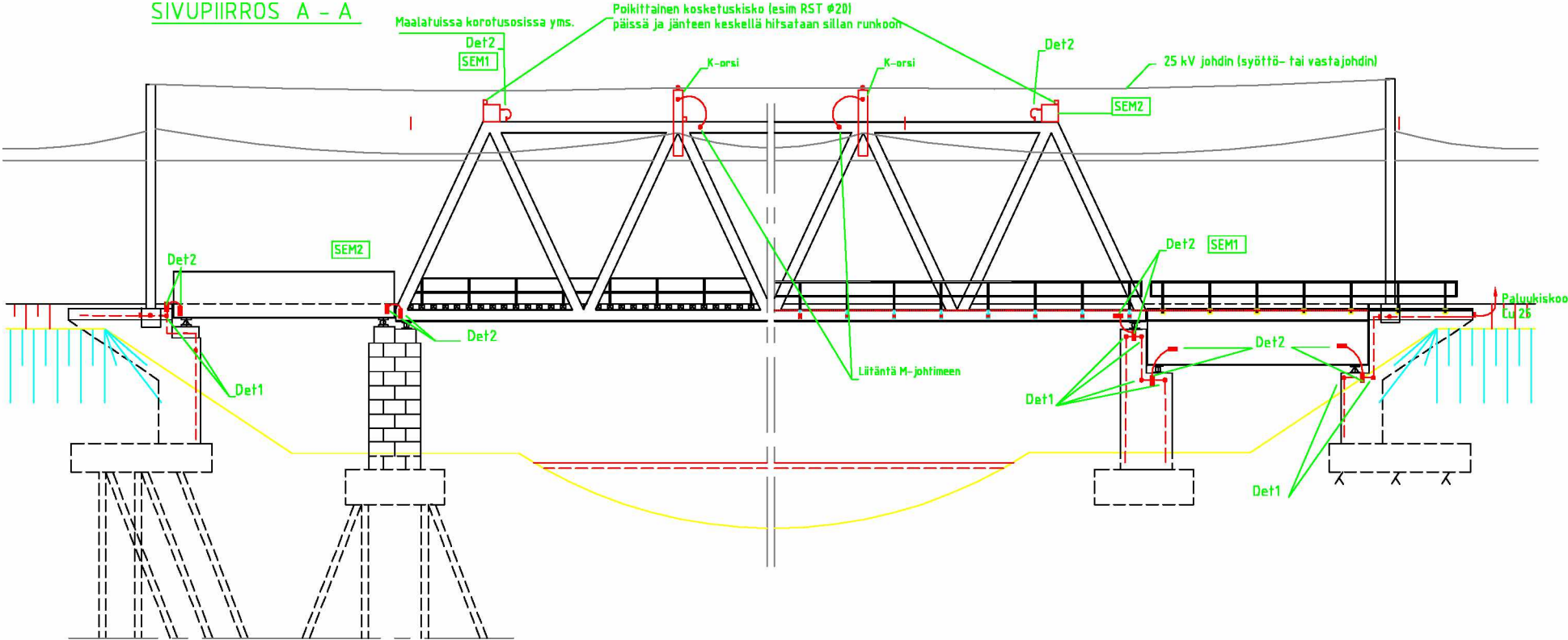


3. Maadoitusten yhdistyspiste sillan maadoitusteräksiin
17. Kaukolämpöputken päälle asennettava sillan maadoituksiin yhdistetty metallinen suojarakenne
18. Kaukolämpöputken kannakkeet yhdistetään sillan maadoituksiin
19. Tukieristin ( jos kaukolämpökanavan sisäputket ankkuroidaan mekaanisesti siltarakenteeseen kaukolämpöputken pitämiseksi erillään sillan maadoituksista käytetään tukieristintä, jonka eristejännitekestoisuus on oltava vähintään 1kV ac )

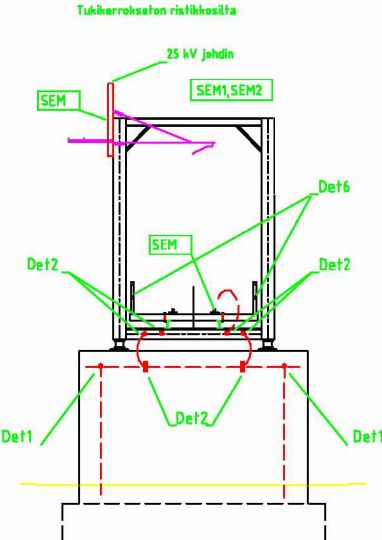




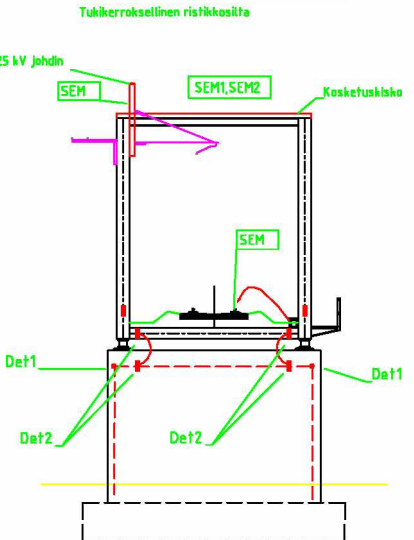
SIVUPIIRROS A - A



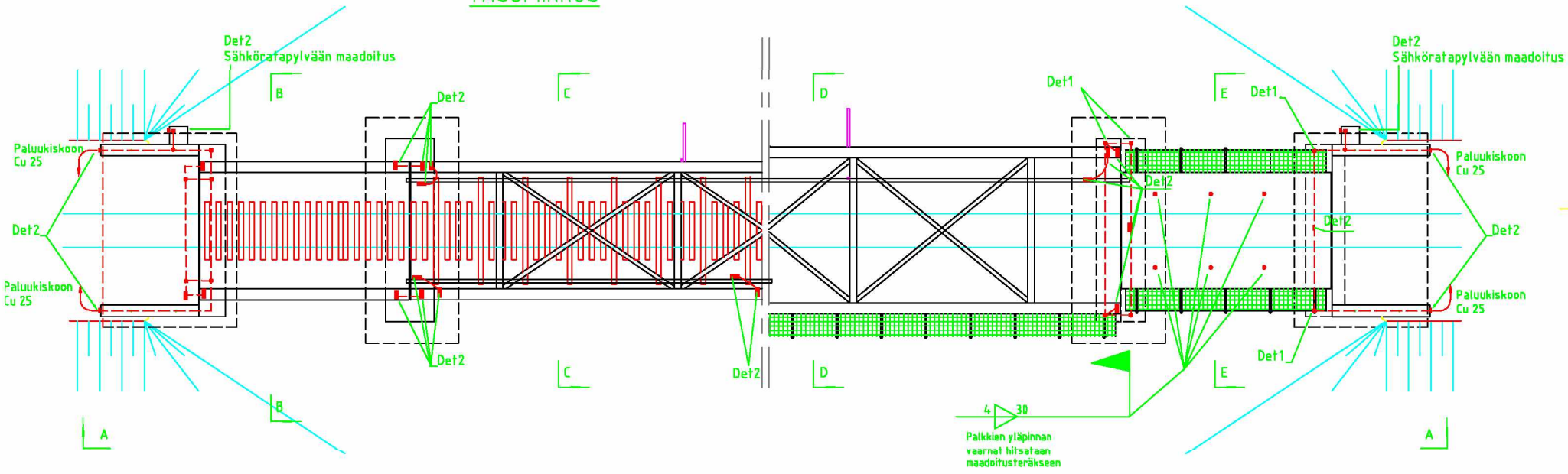
POIKKILEIKKAUS C - C



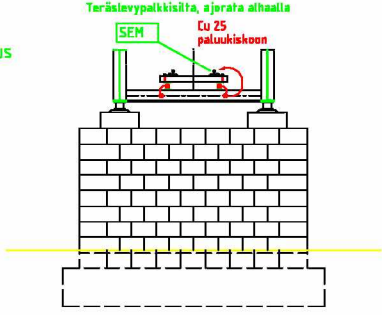
POIKKILEIKKAUS D - D



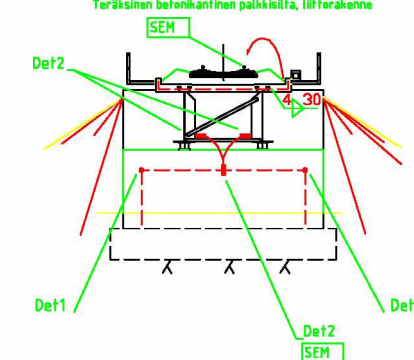
TASOPIIRROS



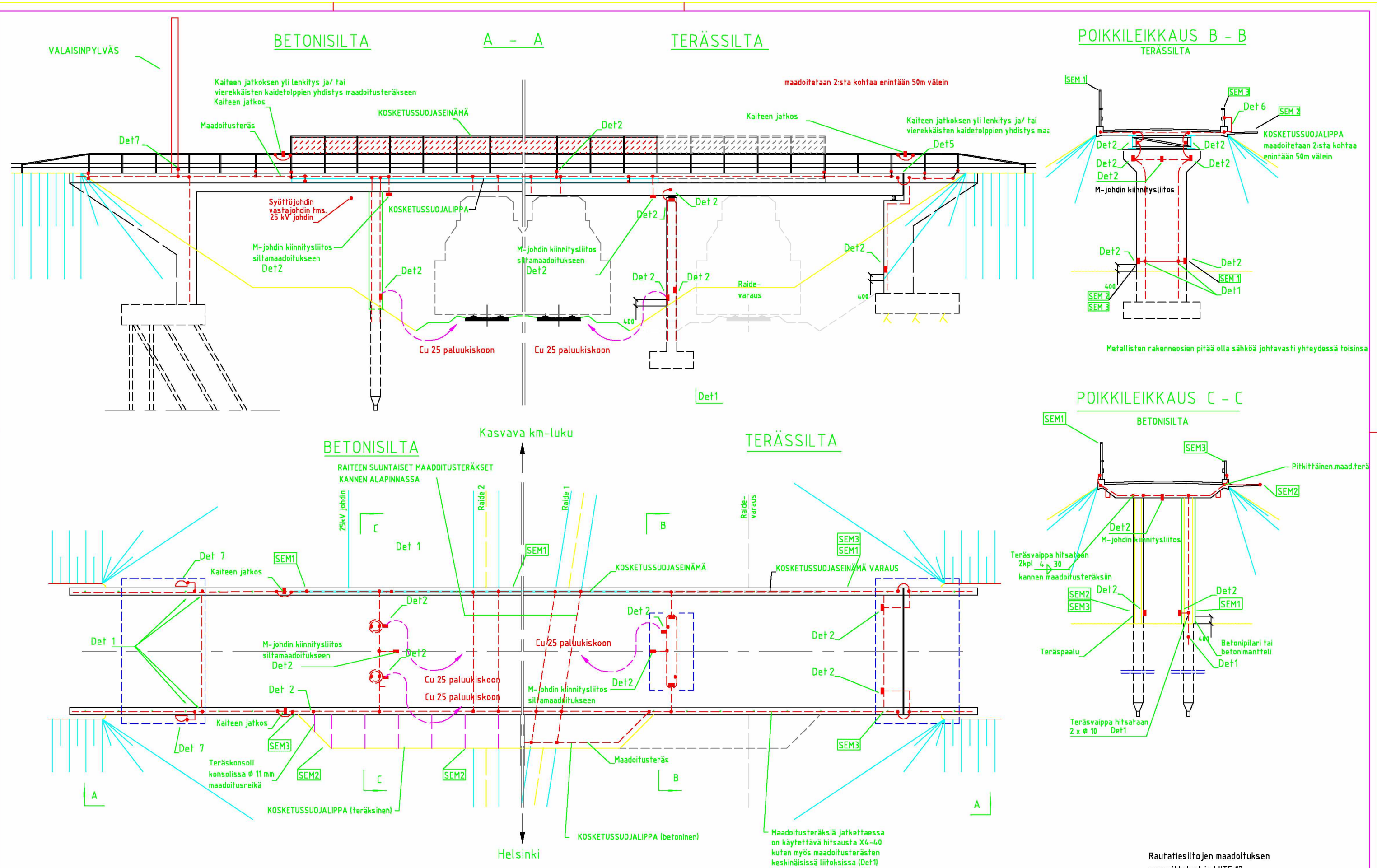
POIKKILEIKKAUS B - B



POIKKILEIKKAUS E - E





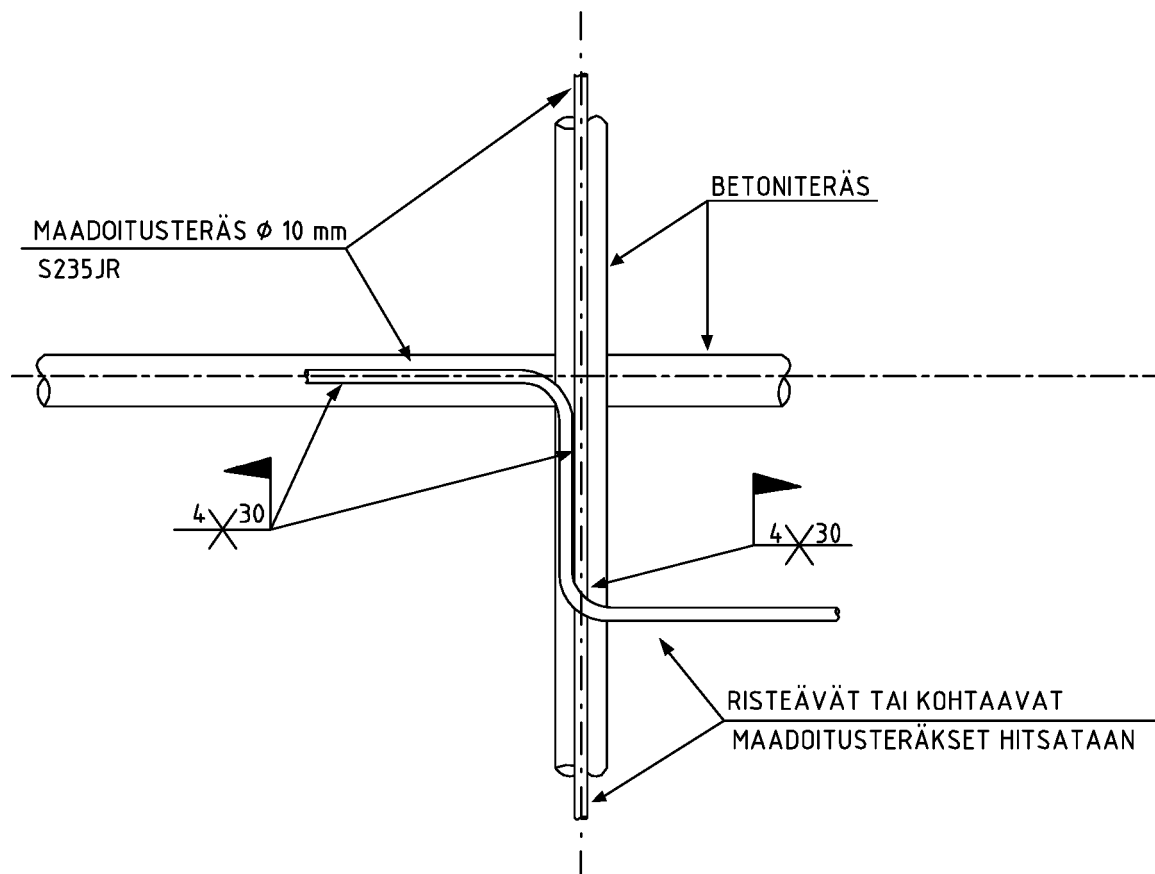


Metallisten rakenneosien pitää olla sähköä johtavasti yhteydessä toisiinsa

Maadoitusteräksiä jatkettaessa on käytettävä hitsausta X4-40 kuten myös maadoitusterästen keskinäisissä liitoksissa (Det1)

Rautatiesiltojen maadoituksen suunnitteluohje LIITE 17  
 Betoninen ja teräksinen ylikulkusilta  
 4901-042-11818

## DET 1 1:5

MAADOITUSTERÄSTEN SITOMINEN BETONITERÄKSIIN  
JA MAADOITUSTERÄSTEN RISTEYSKOHTA

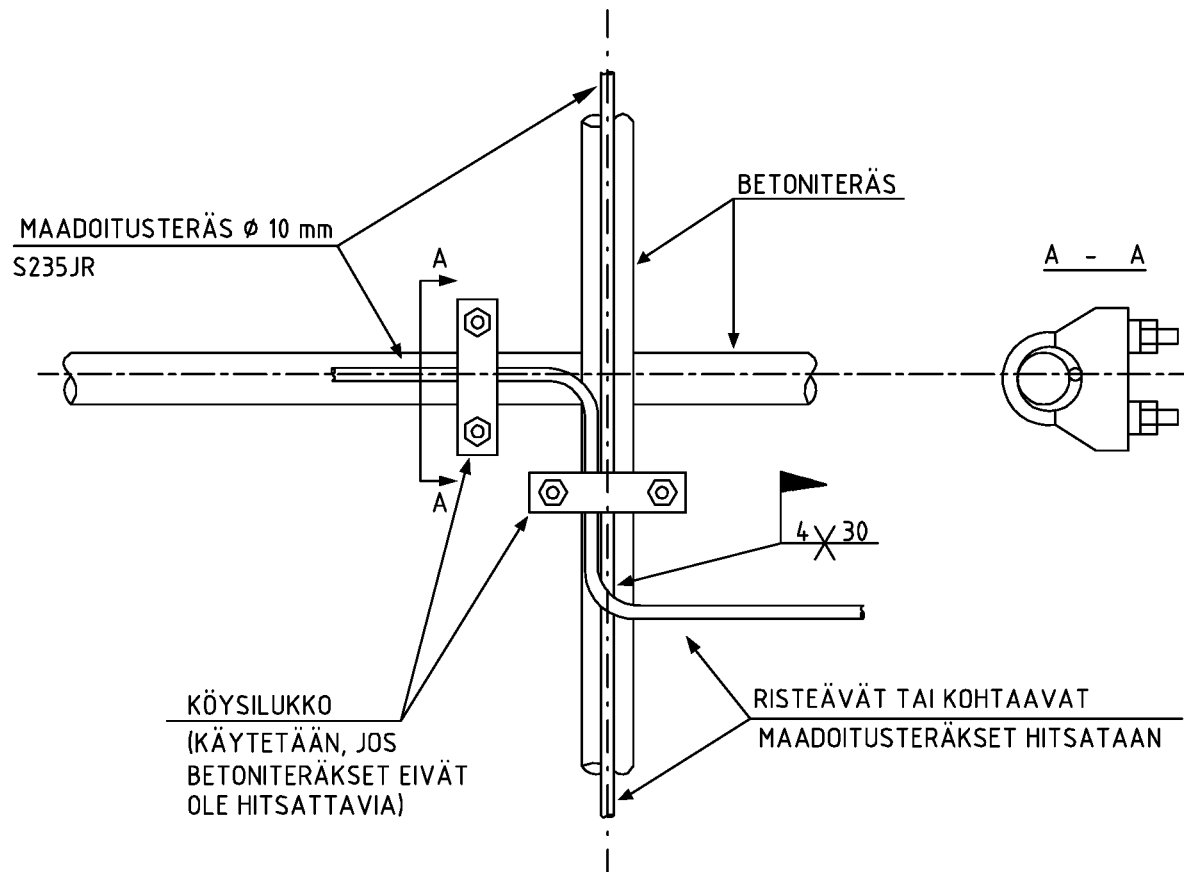
LISÄKSI MAADOITUSTERÄS SIDOTAAN ENINTÄÄN NOIN 1 METRIN VÄLEIN SIDELANGOILLA BETONITERÄKSIIN  
MAADOITUSTERÄKSET JATKETAAN HITSAAMALLA 4 X 40

HITSILUOKKA: D SFS-EN 25817

KAIKKIEN NÄKYVIEN JA SUOJAAVASSA  
BETONIPEITTEESSÄ SIJAITSEVIEN  
TERÄKSISTEN MAADOITUSOSIEN ON OLTAVA  
HAPONKESTÄVÄÄ TERÄSTÄ  
EN 10088-3-1.4436+D2 (AISI 316),  
ELLEI SUUNNITELMASSA OLE MUUTA ESITETTY.  
MUUT MAADOITUSTERÄKSET VOIVAT OLLA  
TERÄSTÄ S235JR

MAADOITUSDETALJI DET6  
MAADOITUS- JA BETONITERÄKSEN  
HITSILIITOS  
4901-042-11819

## DET 1 1:5

MAADOITUSTERÄSTEN SITOMINEN BETONITERÄKSIIN  
JA MAADOITUSTERÄSTEN RISTEYSKOHTA

LISÄKSI MAADOITUSTERÄS SIDOTAAN ENINTÄÄN NOIN 1 METRIN VÄLEIN SIDELANGOILLA BETONITERÄKSIIN

MAADOITUSTERÄKSET JATKETAAN HITSAAMALLA 4 X 40

HITSILUOKKA D SFS-EN 25817

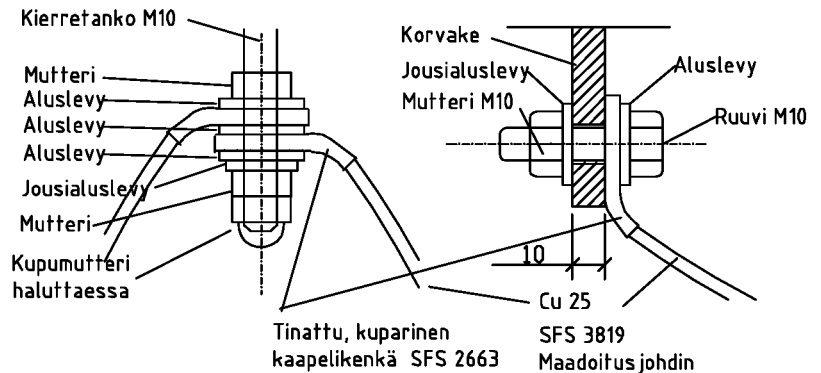
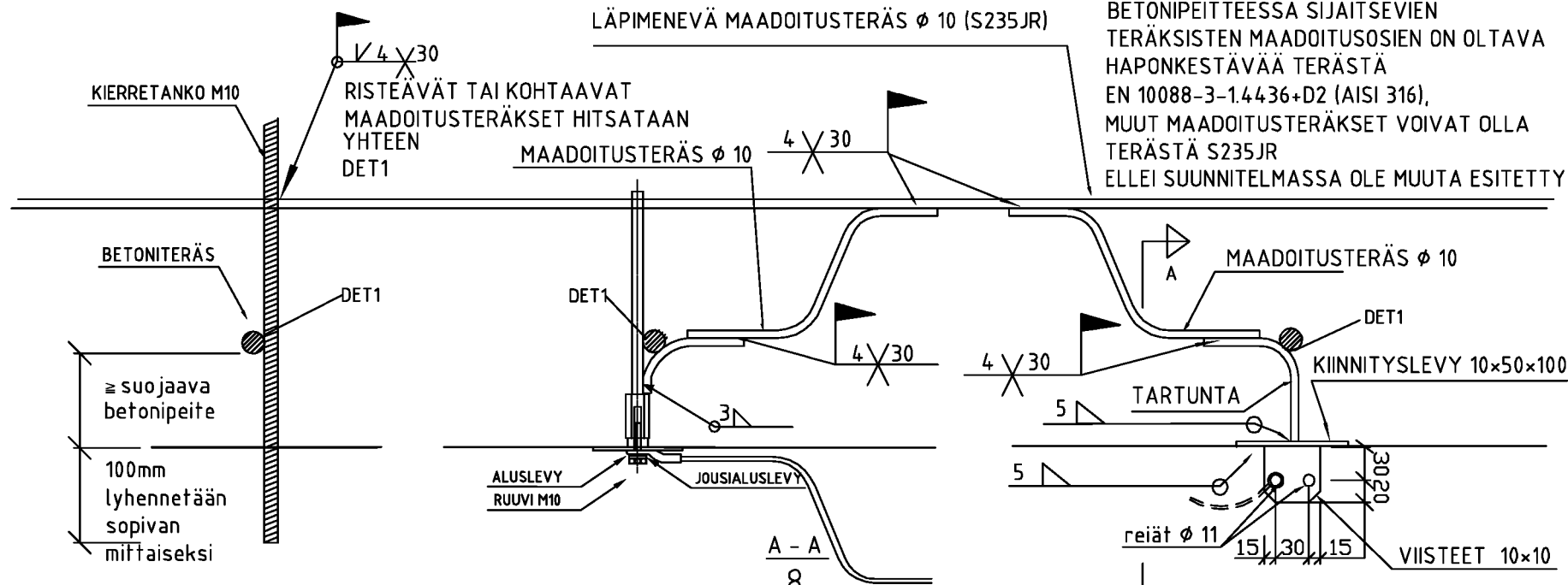
KAIKKIIEN NÄKYVIEN JA SUOJAAVASSA  
BETONIPEITTEESSÄ SIJAITSEVIEN  
TERÄKSISTEN MAADOITUSOSIEN ON OLTAVA  
HAPONKESTÄVÄÄ TERÄSTÄ  
EN 10088-3-1.4.4.36+D2 (AISI 316),  
ELLEI SUUNNITELMASSA OLE MUUTA ESITETTY.  
MUUT MAADOITUSTERÄKSET VOIVAT OLLA  
TERÄSTÄ S235JR

MAADOITUSDETALJI DET 1  
MAADOITUS- JA BETONITERÄKSEN  
KÖYSILUKKOLIITOS  
4901-042-11820

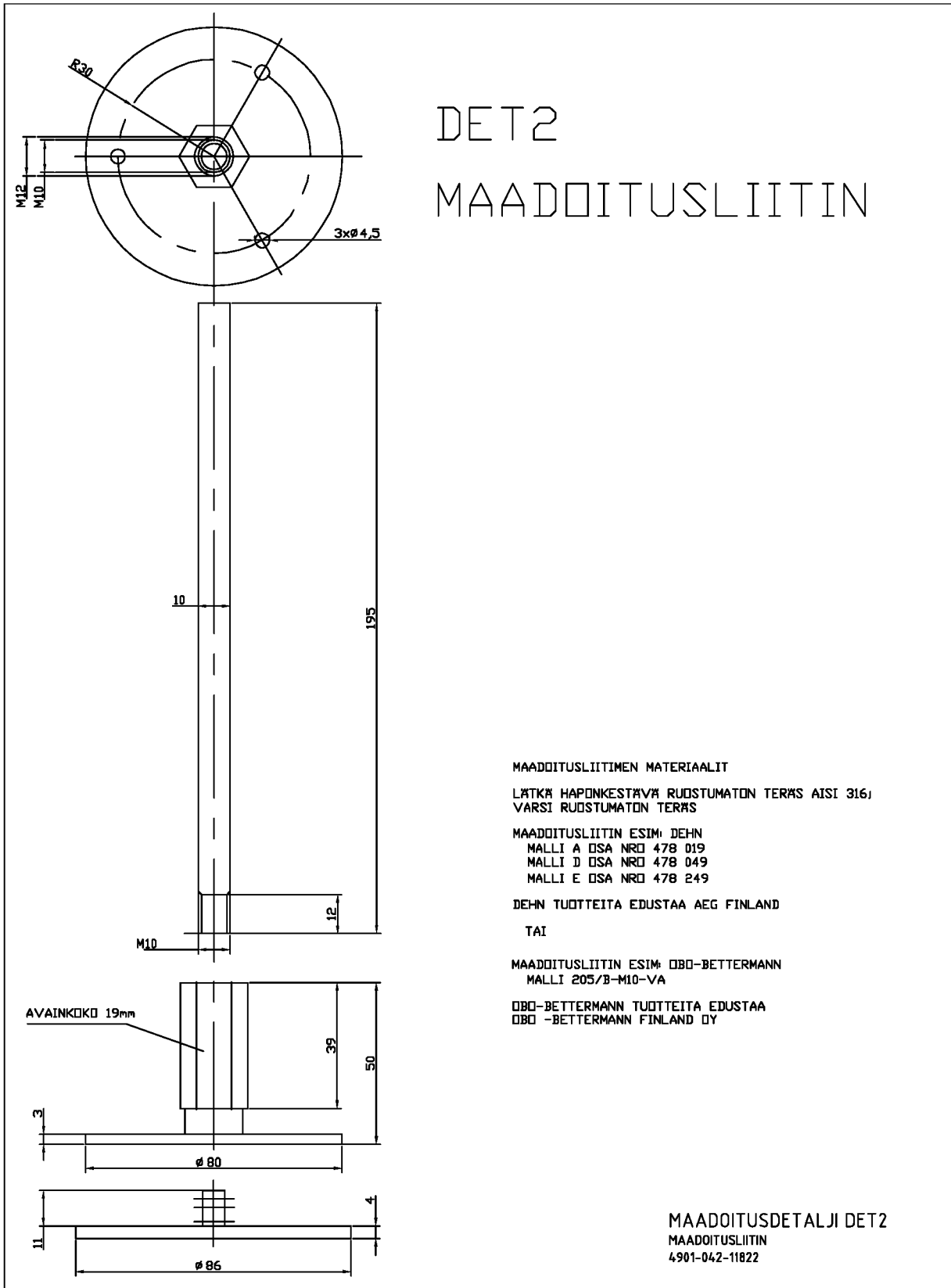


VAIHTOEHTOISET MAADOITUSJOHTIMEN LIITÄNTÄTAVAT DET2

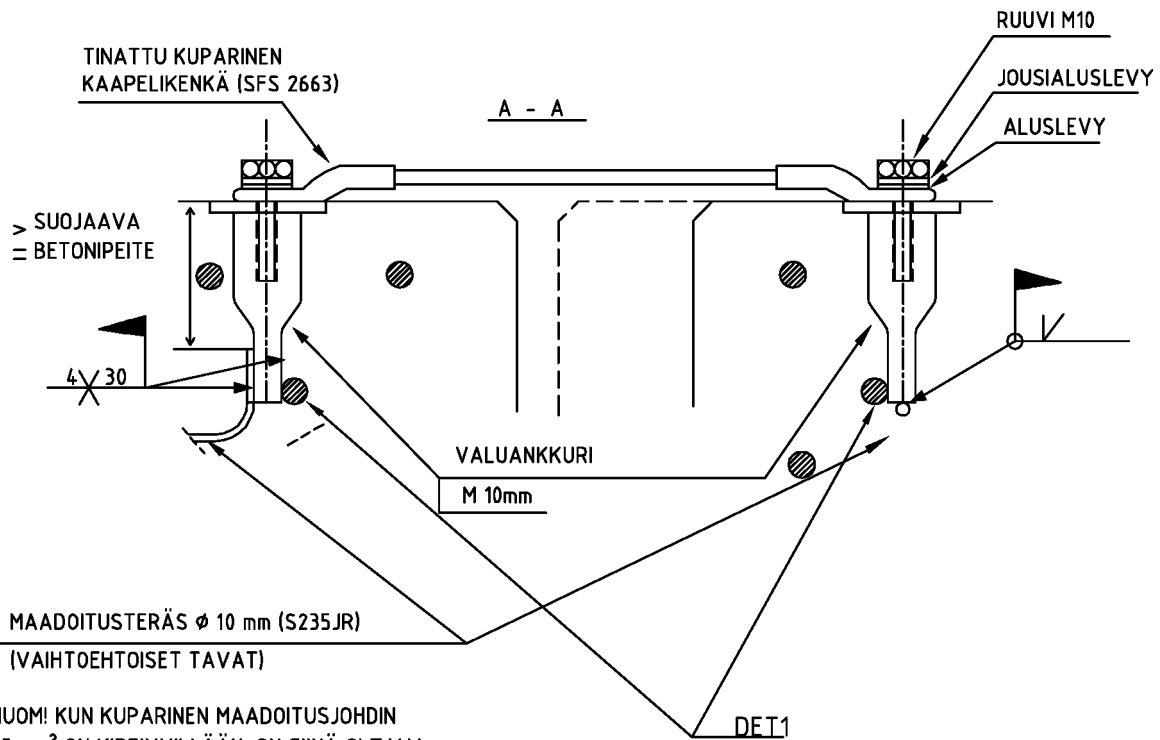
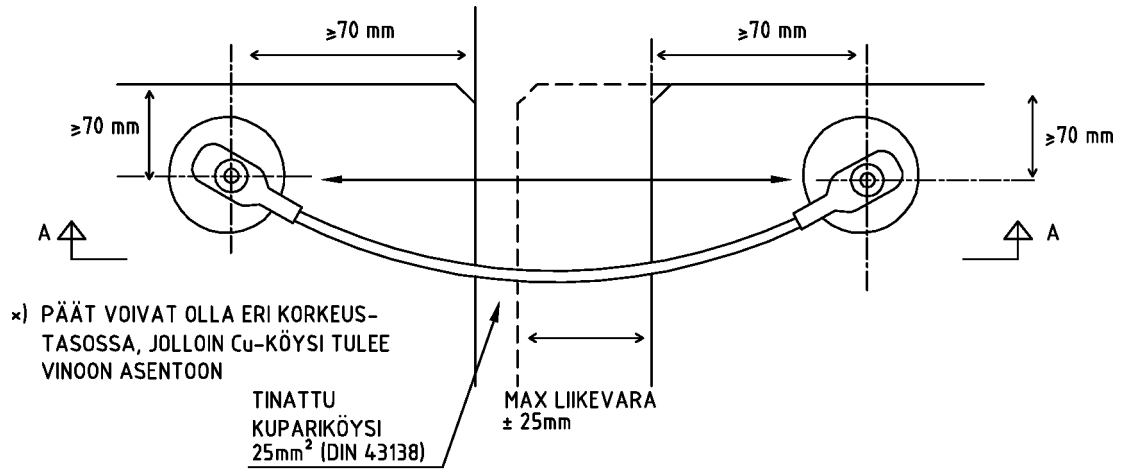
HITSILUOKKA:  
 -VALUSSA D SFS-EN 25817  
 -KIINNITYSLEVYSSÄ C SFS-EN 25817  
 KAIKKIEN NÄKYVIEN JA SUOJAAVASSA  
 BETONIPEITTEESSÄ SIJAITSEVIEN  
 TERÄKSISTEN MAADOITUSOSIEN ON OLTAVA  
 HAPONKESTÄVÄÄ TERÄSTÄ  
 EN 10088-3-1.4436+D2 (AISI 316),  
 MUUT MAADOITUSTERÄKSET VOIVAT OLLA  
 TERÄSTÄ S235JR  
 ELLEI SUUNNITELMASSA OLE MUUTA ESITETTY.



MAADOITUSDETALJI DET2  
 MAADOITUSTEN KIINNITYSVAIHTOEHDOT  
 4901-042-11821



## DET5 1:5

LIIKUNTA SAUMAN YLITYS, LIIKEVARA  $\pm 25$  mm

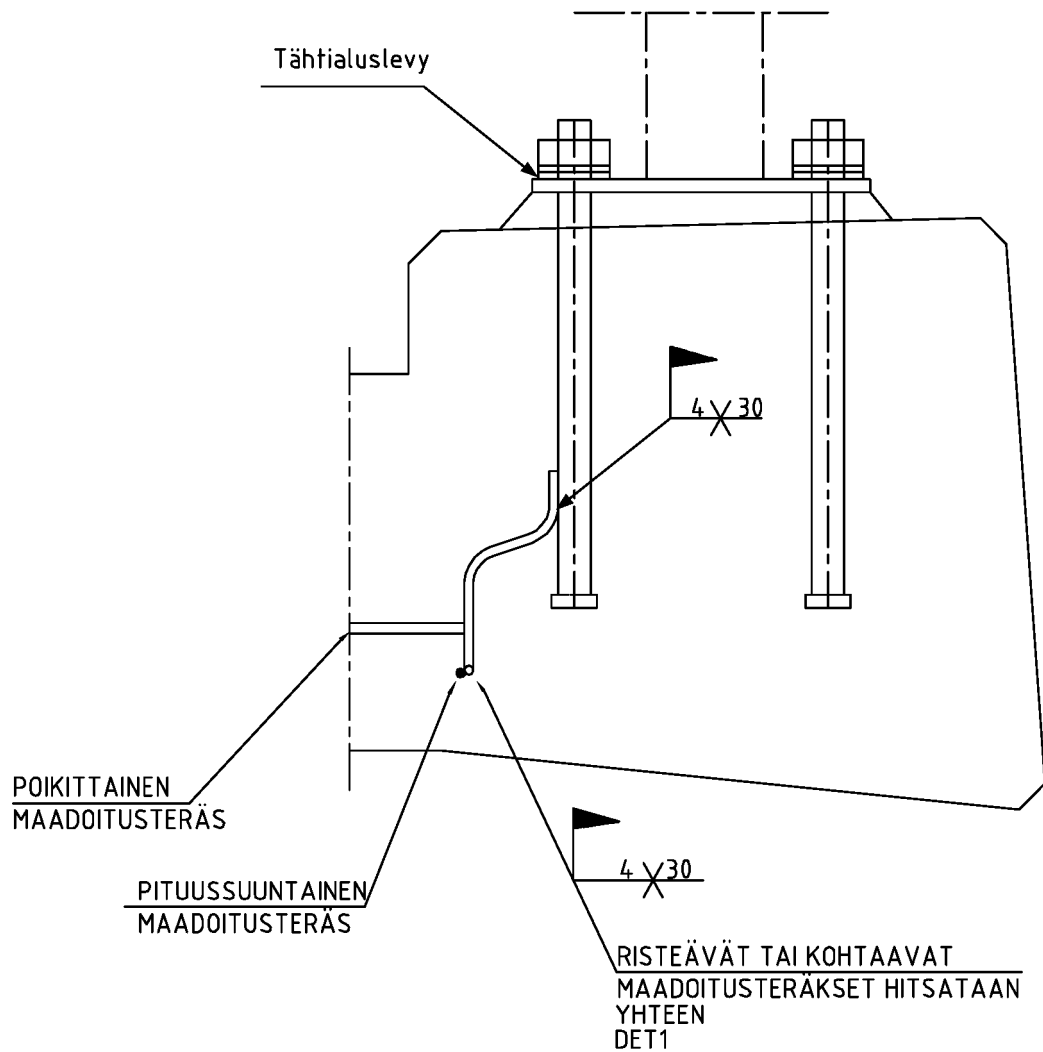
HUOM! KUN KUPARINEN MAADOITUSJOHDIN  
25 mm<sup>2</sup> ON KIREIMMILLÄÄN, ON SIINÄ OLTAVA  
50 mm PITUUSYLIMÄÄRÄ

HITSILUOKKA D SFS-EN 25817

KAIKKIEN NÄKYVIEN JA SUOJAAVASSA  
BETONIPEITTEESSÄ SIJAITSEVIEN TERÄKSISTEN  
MAADOITUSOSIEN ON OLTAVA HAPONKESTÄVÄÄ  
TERÄSTÄ EN 10088-3-1.4436+D2 (AISI 316),  
ELLEI SUUNNITELMASSA OLE MUUTA ESITETTY.  
MUUT MAADOITUSTERÄKSET VOIVAT OLLA  
TERÄSTÄ S235JR

MAADOITUSDETALJI DET5  
LIIKUNTA SAUMAN YLITYS  
4901-042-11823

## DET6

KAIDEPYLVÄÄN MAADOITUS,  
PULTTIKIINNITYS VALUSSA

HITSILUOKKA D SFS-EN 25817

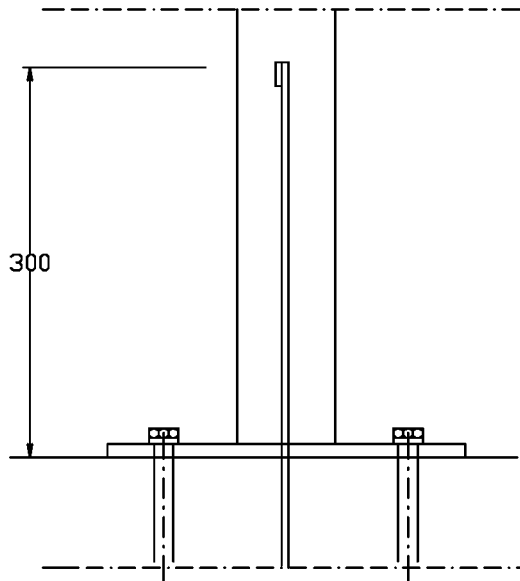
KAIKKIEN NÄKYVIEN JA SUOJAAVASSA  
BETONIPEITTEESSÄ SIJAITSEVIEN  
TERÄKSISTEN MAADOITUSOSIEN ON OLTAVA  
HAPONKESTÄVÄÄ TERÄSTÄ  
EN 10088-3-1.4436+D2 (AISI 316),

MUUT MAADOITUSTERÄKSET VOIVAT OLLA  
TERÄSTÄ S235JR

MAADOITUSDETALJI DET6  
KAIDEPYLVÄÄN MAADOITUS  
PULTTIKIINNITYS VALUSSA  
4901-042-11824

DET6 1:5

KAIDEPYLVÄÄN MAADOITUS,  
JÄLKIKIINNITYS



KUUMASINKITTY TERÄSKORVAKE 60x40x10

VIISTEET  
2 KPL 5x5



OSA 1

REIKÄ Ø11

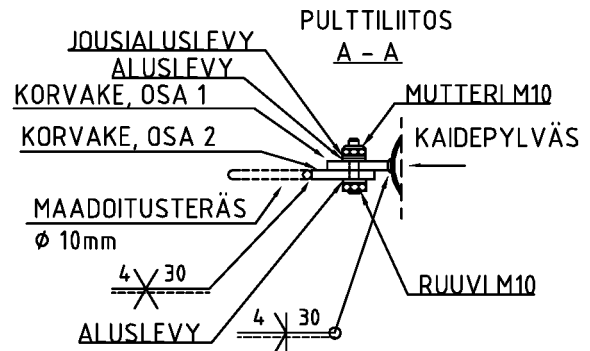
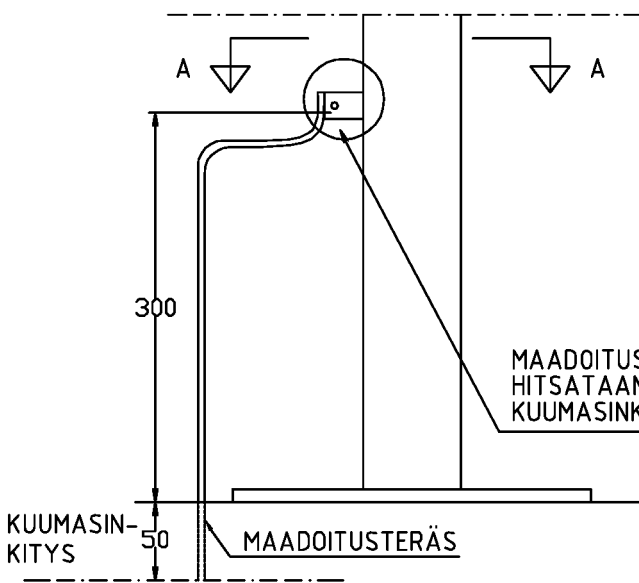


OSA 2

VIISTEET  
2 KPL 5x5

MAADOITUSOSIEN JA VALUSTA ULOS TULEVIEN MAADOITUSTERÄSTEN (Ø 10) TULEE OLLA KUUMASINKITTYJÄ, JOUSIALUSLEVYJEN RUISKUSINKITTYJÄ MAADOITUSTERÄKSIÄ JATKETTAESSA KÄYTETÄÄN HITSAUSTA X 4-40.

SIVULTA

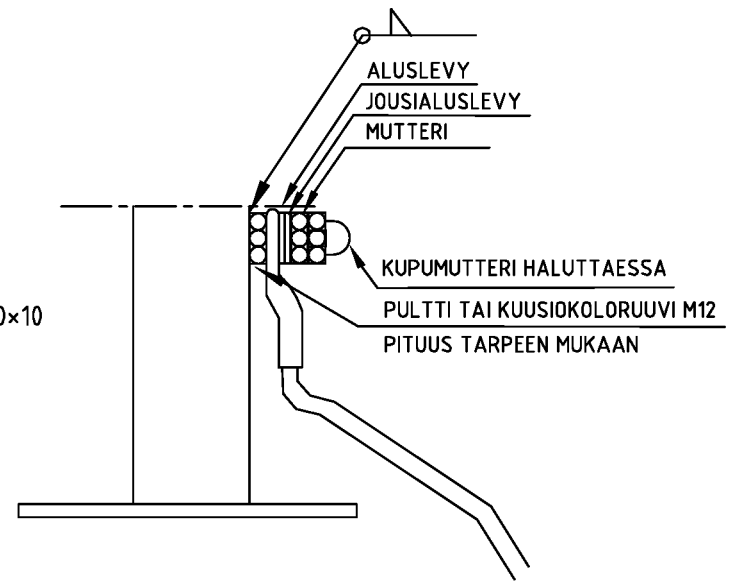
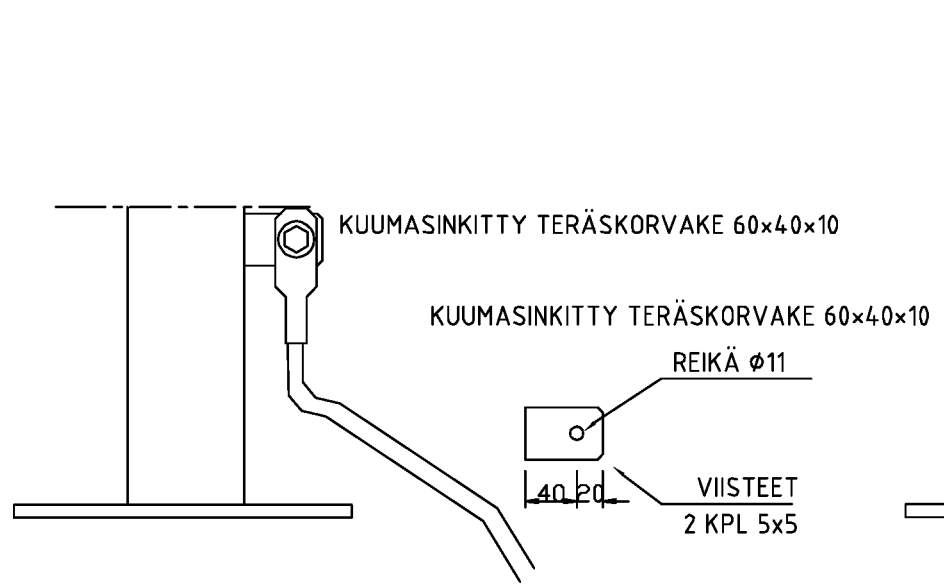


MAADOITUSKORVAKKEET  
HITSATAAN KIINNI ENNEN  
KUUMASINKITYSTÄ

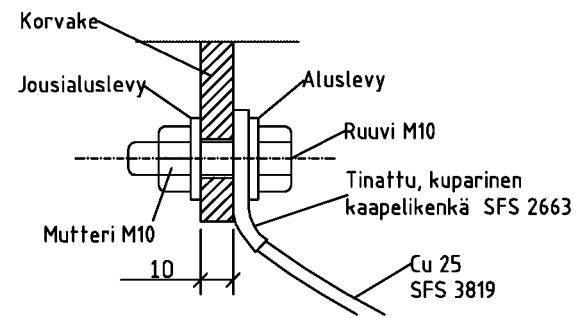
HITSILUOKKA C SFS-EN 25817

MAADOITUSDETALJI DET6  
JÄLKIKIINNITETTÄVÄN  
KAIDEPYLVÄÄN MAADOITUS  
4901-042-11825

VAIHTOEHTOISET KAIDETOLPAN TAI MUUN VASTAAVAN RAKENTEEN MAADOITUKSEN LIITÄNTÄTAVAT



Kaapeliliitos 1:2



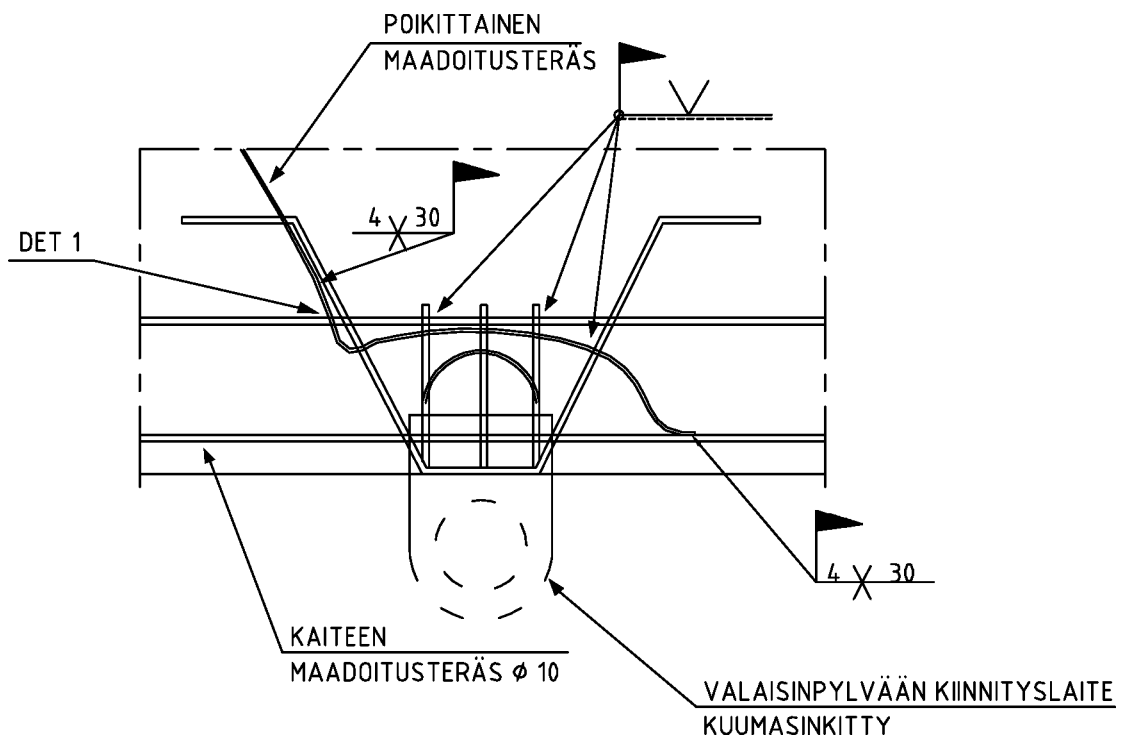
TERÄKSISTEN MAADOITUSOSIEN ON OLTAVA HAPONKESTÄVÄÄ TERÄSTÄ EN 10088-3-1.4436+D2 (AISI 316),

MAADOITUSDETALJI DET6  
JÄLKIKIINNITETTÄVÄN  
KAIDEPYLVÄÄN MAADOITUS  
4901-042-11826

DET7 1:10

## VALAISINPYLVÄÄN MAADOITUS

YLHÄÄLTÄ KATSOTTUNA



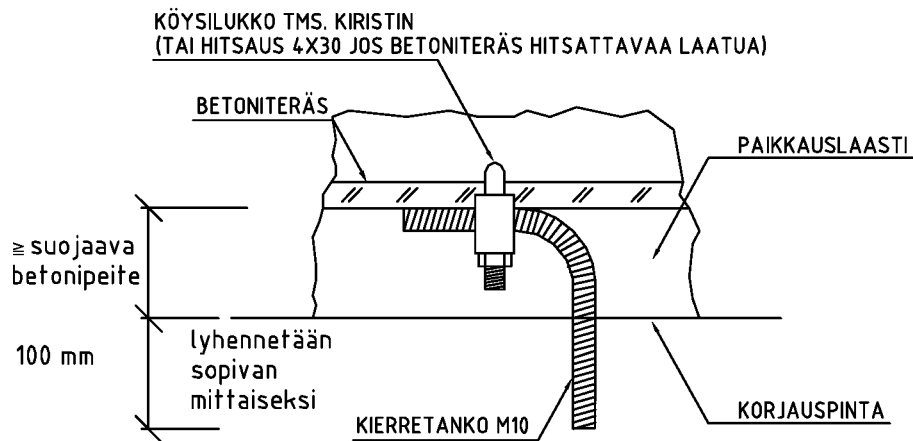
JOKAINEN VALAISINPYLVÄS MAADOITETAAN

HITSILUOKKA D SFS-EN-25817

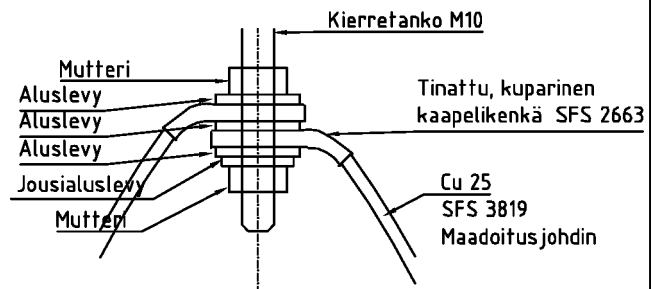
MAADOITUSTERÄKSET VOIVAT OLLA  
TERÄSTÄ S235JRMAADOITUSDETALJI DET7  
VALAISINPYLVÄÄN KIINNITYSLAITTEEN  
MAADOITUS  
4901-042-11827

## DET 10

### ESIINPIIKATUN BETONITERÄKSEN MAADOITUS



Maadoitusjohtimien liittämisperiaate kierretankoon



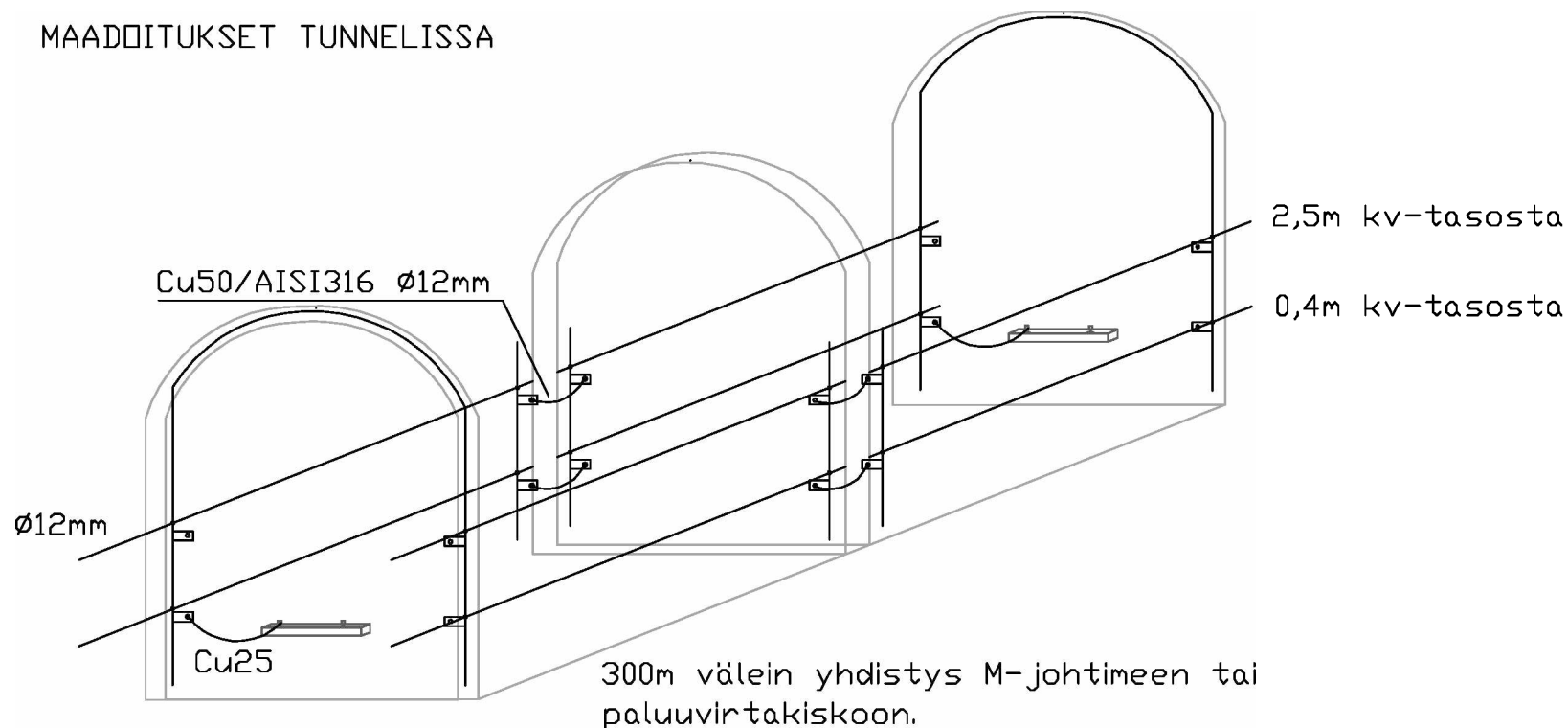
HITSILUOKKA:  
-VALUSSA D SFS-EN 25817

KAIKKIEN NÄKYVIEN JA SUOJAAVASSA  
BETONIPEITTEESSÄ SIJAITSEVIEN  
TERÄKSISTEN MAADOITUSOSIEN ON OLTAVA  
HAPONKESTÄVÄÄ TERÄSTÄ  
EN 10088-3-1.4.4.36+D2 (AISI 316),

MAADOITUSDETALJI DET10  
ESIINPIIKATUN BETONITERÄKSEN MAADOITUS  
4901-042-11828



## MAADOITUKSET TUNNELISSA



HUOM! tunnelin poikki ei ajolangan yläpuolelta saa viedä johtoja  
 Rauditusverkot hitsataan muutamasta koosta kiinni maadoitusteräksiin  
 Teräskuidulla vahvistettu ruiskubetonikerrokset maadoitetaan, jos  
 käytetty rauditusverkkoa.

Elementtirakenteisia kattoja ei tarvitse maadoittaa kv tasosta 2,5m korkeammalle.

Elementtirakenteissa maadoitusteräksen muodostettava sulkeutuva lenkki.

Kaapelihyllylle maadoitusjohdin  $\varnothing 25\text{KEVI}$ , yhdistetään paluuvirtakiskoon/ M-johtimeen  
 300m välein. Johtimeen maadoitetaan tunnelin kaapelihylly PJ-sähkölaitteita yms.

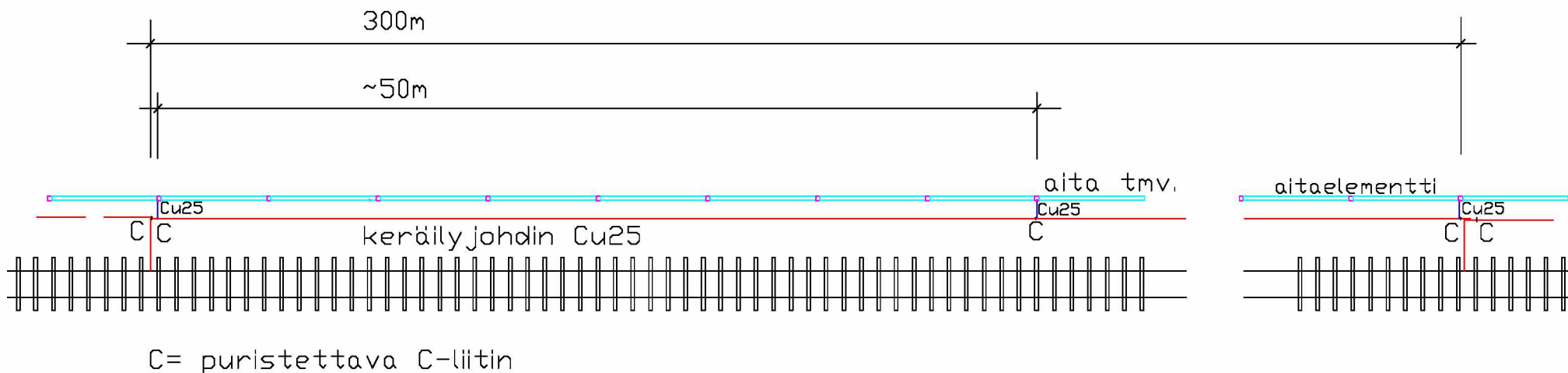
Ratajohdon kannatinrakenteet maadoitetaan M-johtimeen/ paluuvirtakiskoon.

# MAADOITUS KERÄILYJOHTIMEN AVULLA

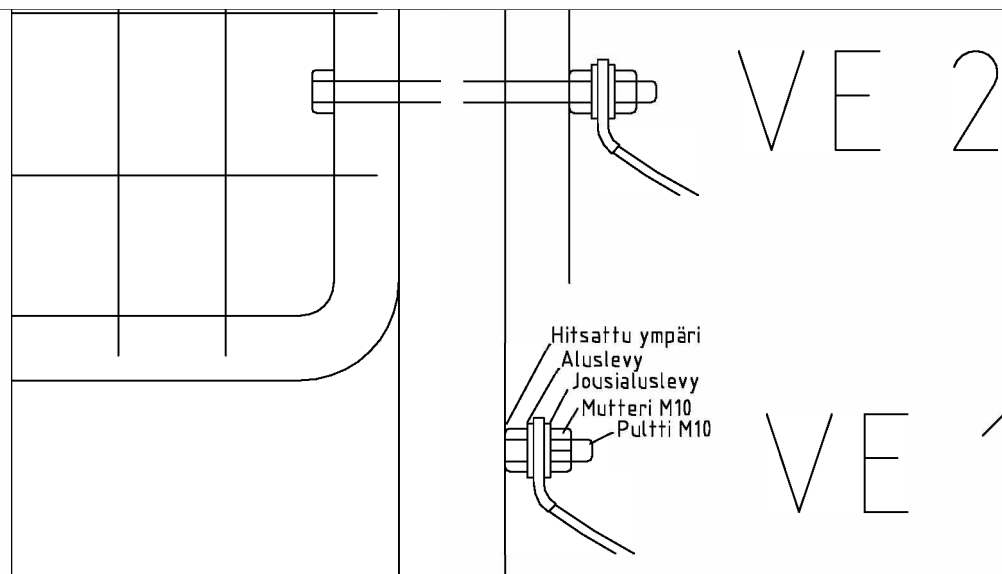
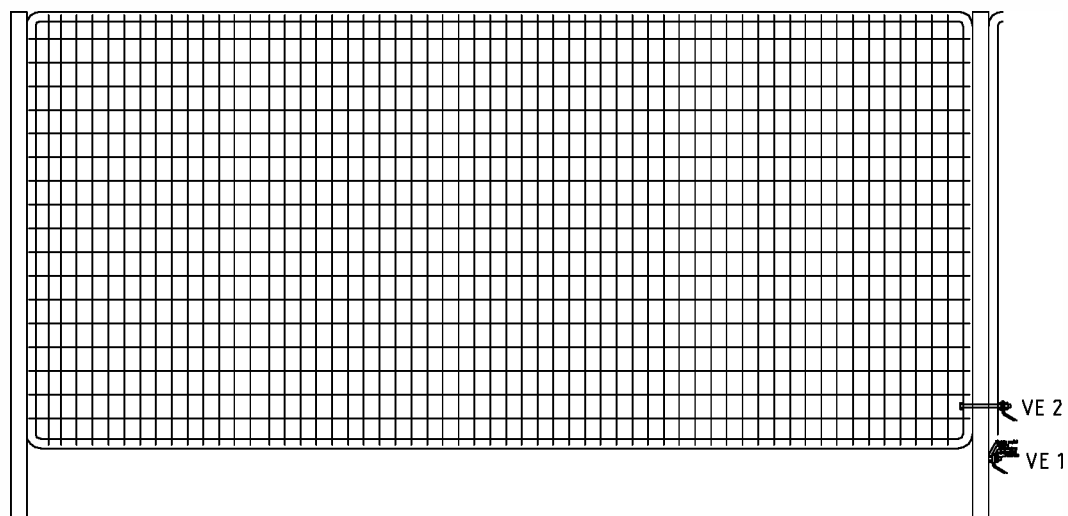
LIITE 29

keräilyjohtimen avulla voidaan maadoittaa mm.

- meluaitoja
- aitoja
- valaisinpylväitä
- katosrakenteita



## Aitaelementti



4901-042-11830



Liik  
enne  
vira  
sto

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-255-556-4

[www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi)