

Vaihteenlämmityksen tekniset määreet



Ratahallintokeskuksen
julkaisu B 17

Vaihteenlämmityksen tekniset määreet

Helsinki 2006

Ratahallintokeskus

Ratahallintokeskuksen julkaisuja B 17

ISBN 952-445-163-8 (nid.)

ISBN 952-445-164-6 (pdf)

ISSN 1455-1204

Kannen ulkoasu: Proinno Design Oy, Sodankylä

Kansikuva: Jorma Männikkö

Paino: VR Kirjapaino, Hyvinkää

Julkaisu pdf-muodossa: www.rhk.fi

Julkaisun myynti: VR Kirjapaino, os. PL 48, 05821 Hyvinkää ja puh. 0307 25 874

Helsinki 2006



1.12.2006

RATAHALLINTOKESKUS
BANFÖRVALTNINGSCENTRALEN

VAIHTEENLÄMMITYKSEN TEKNISET MÄÄREET

Ratahallintokeskus on hyväksynyt Vaihteenlämmityksen tekniset määreet.

Voimassa 29.12.2006 lukien.

Tekninen johtaja

Markku Nummelin

Ylitarkastaja

Markku Granlund

ESIPUHE

Tässä julkaisussa esitetään Ratahallintokeskuksen hallinnoimien ratojen vaihteenlämmitykseen liittyvien laitteiden tekniset määreet.

Julkaisun toimitustyö on tehty Ratahallintokeskuksen ohjauksessa. Työryhmässä ovat olleet mukana Antti Lepistö ja Reino Smolander Pöyry Oy:stä, Raimo Huhtamäki, Arto Laurila, Jorma Männikkö ja Olavi Solasaari Oy VR-Rata Ab:stä sekä Markku Granlund ja Pekka Rautoja Ratahallintokeskuksesta.

Helsingissä, joulukuussa 2006

Ratahallintokeskus
Rataverkko-osasto

SISÄLLYSLUETTELO

1	YLEISTÄ	5
2	LAITTEISTOJEN TEKNISET MÄÄREET	6
3	KÄYTTÖLUPAMENETTELY	7
4	TURVALLISUUSOHJEITA	8
5	DOKUMENTOINNIN VAATIMUKSET	9
6	VAIHTEENLÄMMITYKSEEN LIITTYVIÄ LAITTEISTOJA	10
6.1	Vaihteenlämmitysmuuntamo	10
6.2	50 kVA, 100 kVA ja 200 kVA -vaihteenlämmitysmuuntajat	11
6.2.1	Käyttöolosuhteet	11
6.2.2	Tekniset vaatimukset	11
6.3	Ylijännitesuojat 25 kV järjestelmän muuntajan A-liittimeen	17
6.3.1	Käyttöolosuhteet	17
6.3.2	Tekniset vaatimukset:	17
6.4	Ylijännitesuojat 25 kV järjestelmän muuntajan X-liittimeen	17
6.4.1	Käyttöolosuhteet	17
6.4.2	Tekniset vaatimukset	18
6.5	Vaihteenlämmityskeskus sähköistetyllä rataosuudella, energia ratajohdosta	18
6.5.1	Käyttöolosuhteet	18
6.5.2	Kaapelijakokaapin jalusta	18
6.5.3	Kaapelijakokaappi	19
6.5.4	Sähköteknilliset vaatimukset vaihteenlämmityskeskukselle	19
6.5.5	Merkinnät	20
6.5.6	Kalustus	21
6.5.7	Dokumentointi	22
6.5.8	Takuu	22
6.6	Vaihteenlämmityksen erotusmuuntaja	22
6.6.1	Käyttöolosuhteet	22
6.6.2	Erotusmuuntajakeskuksen jalusta	22
6.6.3	Erotusmuuntajakeskuksen rakenne	23
6.6.4	Sähköteknilliset vaatimukset erotusmuuntajakeskukselle	23
6.6.5	Merkinnät	25
6.6.6	Kalustus	25
6.6.7	Dokumentointi	27
6.6.8	Takuu	27
6.7	Yleisimpien vaihteiden lämmitystehot sekä lämmityssauvojen tiedot	28
6.8	Vaihteenlämmitysvastukset	30
6.9	Tankokuoppalämmitys	30
6.10	Kielilämmitys	31
7	LÄMMÖNSÄÄTÖJÄRJESTELMÄT	32
7.1	Erotusmuuntajakohtaiseen säätöön perustuva järjestelmä	32
7.2	Jännitevalintaan perustuva lämmönsäätöjärjestelmä	32

7.3	Sääasemaan perustuva lämmönsäätöjärjestelmä.....	33
7.4	Säätöjärjestelmien asetusarvot	34
7.5	Lämmönsäätöjärjestelmien kauko-ohjauksien tarkempi kuvaus	34
8	DIAGNOSTIIKKALAITTEET JA KAUKOKÄYTTÖ.....	36
8.1	Vaihteenlämmityskeskukseen ja kauko-ohjaajan (Ko)/ junansuorittajan (Js) välillä välitettävät tiedot.....	36
9	VALAISTUS.....	38
9.1	Vaihdealue- ja ratapihavalistusvalaistus	38
9.2	Vaihteenlämmityskeskukseen liitetty vaihdealuevalaistuksen jännitestabilisaattorikeskus	39
9.2.1	Käyttöolosuhteet	39
9.2.2	Stabilisaattorikeskustaapin jalusta	39
9.2.3	Stabilisaattorikeskuksen rakenne.....	39
9.2.4	Sähköteknilliset vaatimukset stabilisaattorikeskukselle	40
9.2.5	Merkinnät.....	40
9.2.6	Kalustus	41
9.2.7	Dokumentointi	42
9.2.8	Takuu	42
10	ASENNUSOHJEITA, LAITTEIDEN SIJOITUSOHJEITA	43
10.1	Maadoitukset.....	43
10.1.1	Ensiöpuolen X-napa yhdistetään paluujohtimeen	43
10.1.2	Ensiöpuolen X-napa yhdistetään M-johtimeen	43
10.1.3	Ensiöpuolen X-napa maadoitetaan vaihteenlämmitysmuuntajapylvään kautta	44
10.1.4	Muut maadoitukset	44
10.2	Ylijännitesuojien asentaminen	45
10.3	Vaihteenlämmityskeskus ja erotusmuuntajat.....	45
10.4	Kaapeloinnit ja johtotiet.....	46
10.5	Nousu- ja ryhmäjohtojen merkinnät	47
10.6	Kaapelointi pylväsmuuntajalta vaihteenlämmityskeskukselle	47
10.7	Kaapelointi vaihteenlämmityskeskukselta erotusmuuntajille.....	47
	VIITTELUETTELO	49

LIITELUETTELO

- Liite 1 Vaihteenlämmitysmuuntajan pylväsasennus, periaatepiirustus, 1x25 kV ja 2x25 kV järjestelmä
- Liite 2 Vaihteenlämmitysmuuntajan johtimien haaroitusalus, ajojohtimen liitöntäkappale, maadoituskorvake
- Liite 3.1 Vaihteenlämmitysmuuntaja 20 kVA/ 27500/ 400/ 230 V kojeiden mitoitus tiedot
- Liite 3.2 Vaihteenlämmitysmuuntaja 50 kVA/ 27500/ 400 V kojeiden mitoitus tiedot
- Liite 3.3 Vaihteenlämmitysmuuntaja 100 kVA/ 27500/ 400 V kojeiden mitoitus tiedot
- Liite 3.4 Vaihteenlämmitysmuuntaja 200 kVA/ 27500/ 400 V kojeiden mitoitus tiedot
- Liite 3.5 Vaihteenlämmitysmuuntaja 50 kVA/ 27500/ 400/ 347/ 283 V kojeiden mitoitus tiedot
- Liite 3.6 Vaihteenlämmitysmuuntaja 100 kVA / 27500/ 400/ 347/ 283 V kojeiden mitoitus tiedot
- Liite 3.7 Vaihteenlämmitysmuuntaja 200 kVA/ 27500/ 400/ 347/ 283 V kojeiden mitoitus tiedot
- Liite 4 Vaihteenlämmitysmuuntajien A- ja X-napojen ylijännitesuojien kiinnitysalustan ja liitöntäkotelon laippa-aukkojen mitoitus, periaatepiirustus
- Liite 5.1 Vaihteenlämmitysmuuntaja, kiinnitysten mitoitus 20 kVA
- Liite 5.2 Vaihteenlämmitysmuuntaja, kiinnitysten mitoitus 50 kVA/ 100 kVA/ 200kVA
- Liite 5.3 Vaihteenlämmitysmuuntaja, kiinnitysten mitoitus 50 kVA/ 100 kVA/ 200 kVA/400 V
- Liite 6.1 Teknisten tietojen kyselylomake: 20 kVA/ 27500/ 400/ 230 V muuntaja, tekniset tiedot
- Liite 6.2 Teknisten tietojen kyselylomake: 50 kVA/ 100 kVA/200 kVA/ 27500/ 400 V muuntaja, tekniset tiedot
- Liite 6.3 Teknisten tietojen kyselylomake: 50 kVA/100 kVA/200 kVA/ 27500/ 400 V/ 347/ 283 V muuntaja, tekniset tiedot
- Liite 7.1 Teknisten tietojen kyselylomake:
Ylijännitesuojat 25 kV järjestelmän muuntajan A-napaan
- Liite 7.2 Teknisten tietojen kyselylomake:
Ylijännitesuojat 25 kV, järjestelmän muuntajan X-napaan
- Liite 9 Vaihteenlämmityskeskus LM xxx pääkaavio, lehti 1, 2 ja 3
- Liite 10 Kaksipuolisen risteysvaihteen erotusmuuntajien ja lämmityssauvojen tunnuks
- Liite 11 Erotusmuuntajan johdotusperiaate, elektronisesti säädetty vaihteenlämmitys 16 kVA muuntaja
- Liite 12.1 Vaihteenlämmityksen kaapelointiperiaate YV60-5000/2500-1:26 ja -1:28 tukikiskolämmitys
- Liite 12.2 Vaihteenlämmityksen kaapelointiperiaate YV60-5000/2500-1:26 ja -1:28 tukikiskolämmitys; tukikisko-, kieli- ja tankokuoppalämmitys

- Liite 13 Vaihteenlämmityksen kaapelointiperiaate YV60-900-1:18 ja -1:15,5 tukikiskolämmitys; tukikisko-, kieli- ja tankokuoppalämmitys
- Liite 14 Vaihteenlämmityksen kaapelointiperiaate YV60-300-1:9 tukikiskolämmitys; tukikisko-, kieli- ja tankokuoppalämmitys
- Liite 15 Vaihteenlämmityksen kaapelointiperiaate YV54-200N-1:9 tukikiskolämmitys; tukikisko-, kieli- ja tankokuoppalämmitys
- Liite 16 Vaihteenlämmityksen kaapelointiperiaate KRV54-200-1:9 tukikiskolämmitys; tukikisko-, kieli- ja tankokuoppalämmitys
- Liite 17.1 Vaihteenlämmityksen laitekytkentöjen periaatekaavio (ratajohtoon liitettävän muuntajan äärinapa x1 maadoitettu)
- Liite 17.2 Nousu-, ohjaus- ja johdotuskaavio (ratajohtoon liitettävän muuntajan äärinapa x1 maadoitettu) (3-sivua)
- Liite 17.3 Vaihteenlämmityksen laitekytkentöjen periaatekaavio (ratajohtoon liitettävän muuntajan keskipisteen n-napa maadoitettu)
- Liite 17.4 Nousu-, ohjaus- ja johdotuskaavio (ratajohtoon liitettävän muuntajan keskipisteen n-napa maadoitettu)
- Liite 18 Vaihteenlämmityksen laitteet, periaatekaavio (elektroninen säätö)
- Liite 19.1 Vaihteenlämmityksen syöttö vaihteenlämmityskeskuksesta, jännitestabilisaattorin periaate
- Liite 19.2 Stabilisaattorikeskuksen pääkaavio esimerkki (2-sivua)
- Liite 19.3 Stabilisaattorikeskuksen piirikaavio esimerkki
- Liite 20 Ratajohdon maadoitukset, periaatepiirustus
- Liite 21.1 Vaihteenlämmitys sähköistetyllä radalla, maadoituskaavio
- Liite 21.2 Vaihteenlämmitys sähköistetyllä radalla, maadoituskaavio
- Liite 22 Ratajohtopylvään potentiaaliohjaus Elektrodi ja pylväsmaadoitukset
- Liite 23 Muuntajan/muuntajien hankintahinnan ja -häviöiden kapitalisointi
- Liite 24.1 Kauko-ohjauksen rajapintakaavio, periaate
- Liite 25 Ratapihavalaistus ohjauksen periaate
- Liite 26 Kaappien asennus

1 YLEISTÄ

Tämä ohje esittää Ratahallintokeskuksen (RHK) hallinnoimien ratojen vaihteenlämmitykseen liittyvien laitteiden tekniset määreet. Ohjeessa käsitellään vaihteenlämmitykseen liittyviä laitteita aina sähköradan pylväsmuuntajalta vaihteissa oleviin vastussauvoihin asti niiden suunnittelun, hankintojen ja rakentamisen kannalta. Ohje keskittyy esittämään pääasiassa sähköistetyn radan vaihteenlämmityksen vaatimuksia ja teknisiä ratkaisuja. Sähköistämättömällä radalla tässä esitettyjä malliratkaisuja tulee hyödyntää soveltaen. Merkittävimmät erot sähköistetyn ja sähköistämättömän radan välillä ovat käytettävissä syöttöjännitteissä sekä maadoituksissa.

2 LAITTEISTOJEN TEKNISET MÄÄREET

Vaihteenlämmityksen sähkötekniisten laitteistojen suunnittelussa, hankinnoissa, asennuksissa ja muissa niihin liittyvissä sähkötoissa tulee toimia tämän ohjeen lisäksi seuraavien päätöksien, määräysten, standardien ja ohjeiden mukaan:

- Sähköalan töissä noudatetaan Sähköturvallisuuslakia (410/1996) ja sen nojalla annettua Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöstä sähköalan töistä (516/1996) muutoksineen
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen turvallisuudesta (1193/1999)
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä annetun päätöksen muuttamiseksi (1194/1999)
- Standardisarja SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset
- Standardisarja SFS 6001 Suurjännitesähköasennukset
- Standardisarja SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus
- IEC 60726; Dry-type power transformers
- IEC 61558-2-4; Safety of power transformers, power supply units and similar Particular requirements for isolating transformers for general use
- IEC 60742; Isolating transformers and safety isolating transformers – Requirements
- IEC 60076-1; Power transformers Part 1: General
- IEC 60076-2; Power transformers Part 2: Temperature rise
- IEC 60076-3; Power transformers Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air
- IEC 60076-5; Power transformers Part 5: Ability to withstand short circuit
- EN ISO 1461; Hot dipgalvanized coatings on fabricated iron and steel articles
- EN ISO 4042; Fasteners – Electroplated Coatings
- EN 60439; Low-voltage switchgear and controlgear assemblies
- CENELEC HD21 ja HD22

Ratahallintokeskuksen määräykset ja ohjeet mm.:

- Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RAMO) /1/
- Maakaapeleiden kaivu- ja asennusohjeet /2/
- Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella /3/
- Johtoteiden suunnitteluohjeet /4/
- Sähköratamääräykset /5/
- Johtoteiden yleinen työselitys /6/

Viimeisimmät ohjeet on tarkistettava Ratahallintokeskuksen internet-sivulta <http://www.rhk.fi>, jossa on mm. junaturvallisuuteen ja rata-tekniikkaan liittyvien määräysten luettelo.

3 KÄYTTÖLUPAMENETTELY

Käyttöluvalla (entinen tyyppihyväksyntä) tarkoitetaan menettelyä, jolla varmistetaan, että ratalaitteet täyttävät viranomaismääräykset ja lisäksi Ratahallintokeskuksen (RHK) antamat tekniset määräykset ja normit, sekä että ne soveltuvat sarjavalmistuskelpoisina käyttöön valtion rataverkolla sekä siihen liittyvillä yksityisraiteilla ja -radoilla. Poikkeusluvalla voidaan hyväksyä yksittäisiä kokeilulaitteita tilapäiseen käyttöön. Ratalaitteita ovat kaikki raiteisiin, sähköistykseen ja turvalaitteisiin liittyvät komponentit.

Ratahallintokeskuksen internet-sivuilla <http://www.rhk.fi> on hyväksytyjen ratalaitteiden luettelo.

4 TURVALLISUUSOHJEITA

Ratahallintokeskus on antanut junaturvallisuuteen liittyen määräyksiä, joiden luettelo on julkaistuna Ratahallintokeskuksen internet-sivulla <http://www.rhk.fi>.

Määräyksissä on määriteltynä mm. liikenteeseen vaikuttavat työt radalla, ratatöihin liittyvät ilmoitusvelvollisuudet: junaturvallisuusilmoitus (JT) sekä ratatyöilmoitus (RT) sekä varausmenettely.

Määräyskokoelmassa on lisäksi ratatöissä työskentelevää henkilöitä koskevat määräykset Ratatyön kelpoisuusvaatimukset /7/ ja Terveystilavaatimukset /8/.

5 DOKUMENTOINNIN VAATIMUKSET

Vaihteenlämmityksen suunnittelun ja rakentamisen asiakirjojen tulee täydentää toisiaan siten, että työn valmistumisen jälkeen rakennuskohteesta ja siihen liittyvistä asennuksista on olemassa kattavat, tarkat piirustukset ja luettelot, jotka palvelevat huollon ja kunnossapidon tarpeita. Dokumenttien on oltava suomenkieliset.

Vaihteenlämmityksen suunnitelmapiirustuksista sekä niihin liittyvistä dokumenteista on käytävä selville mm. laitteiden ja kojeiden lukumäärät ja sijoitus, laitteiden mitoitus sekä niille asetetut tekniset ja muut vaatimukset.

Suunnittelussa ja loppudokumentoinnissa käytettävät piirustus-, teksti- ja taulukko-ohjelmat sovitaan tapauskohtaisesti.

Työnaikaiseen, ja myöhemmin loppudokumentointiin, on sisällytettävä asennuksia vastaavat tarkistetut piirustukset, joita on täydennetty asennettujen kojeiden yksityiskohtaisilla piirustuksilla ja luetteloilla.

Mittaus- ja tarkistuspyytäkirjat, varmennustarkastus-, takuu- sekä muut asiakirjat tehdään ja toimitetaan viranomaisten ja urakka-asiakirjojen vaatimusten mukaisesti.

Loppudokumenttien tulee olla urakoitsijan tarkastamat ja allekirjoittamat sekä tilaajan hyväksymät.

Loppudokumentit tulee luovuttaa urakka-asiakirjojen vaatimusten mukaisesti. Lisäksi dokumentit tulee aina luovuttaa Ratahallintokeskuksen arkistoon arkistokelpoisena paperi- tai muovitulosteena sekä sähköisessä muodossa suunnitelmien alkuperäisessä formaatissa. Luovutettavien dokumenttien sähköisen tallennusmuodon tulee sallia piirustusten muokkaaminen jälkeenpäin.

Rakennetuista johtoreiteistä ja kaapeloinneista tulee lisäksi olla tehtynä kartoitus sähköisessä muodossa sidottuna valtakunnalliseen koordinaatistoon. Geodeettiset mittaustyöt /9/.

6 VAIHTEENLÄMMITYKSEEN LIITTYVIÄ LAITTEISTOJA

6.1 Vaihteenlämmitysmuuntamo

Sähköistetyllä radalla vaihteenlämmityksen sähköenergia otetaan sähköratapylvääseen sijoitetun vaihteenlämmitysmuuntajan kautta.

Vaihteenlämmitysmuuntamo sisältää yleensä seuraavat tarvikkeet:

- vaihteenlämmitysmuuntaja
- pylväs kannatusrakenteineen, pylväässä huomioitu vaihteenlämmitysmuuntajan sijoittaminen pylvääseen
- perustus
- varokealusta varokkeineen, varoke vaihdettavissa ilman ratajohdon jännitekatkoa
- Katkaisukoskettimella varustettu 1-napainen erotin
- ylijännitesuoja(t)
- 25 kV tukieristin
- tarvittavat kuparijohtimet, ajolangan kosketusliitin, C-liitin, kaapelikenkä.

Vaihteenlämmitysmuuntaja sijoitetaan sähköratapylvääseen, jonka perustuksen suunnittelee yleensä rakennesuunnittelija. Sähköratapylvään sähköisine komponentteineen suunnittelee sähkösuunnittelija.

Vaihteenlämmitysmuuntamon toteuttamisen työnjaosta sovitaan kohteittain.

Tilaaja määrittelee:

- lämmitysmuoto (erotusmuuntaja)
- tarve (tukikiskolämmitys)
- varautuminen (kielilämmitys, tankokuoppalämmitys).

Vaihteenlämmitystä varten sähköradan 27,5 kV:n jännite pienennetään vaihteenlämmitysmuuntajan avulla 400 V-jännitteeksi käytettäessä puoli-johteisiin perustuvia säätöjärjestelmiä tai 400V–347V–283V-jännitteeksi käytettäessä jännitevalintasäätöön perustuvia säätöjärjestelmiä.

Käytettävän muuntajan teho määräytyy vaihteiden lämmitystarpeen mukaan. Muuntajan tehon sekä sen kytkentäryhmän sähköradalla, johon muuntaja liitetään, määrittelee sähkösuunnittelija.

Muuntajan hankinta, asennus ja urakkarajat määritellään tapauskohtaisesti kohdekohtaisissa urakka-asiakirjoissa.

Vaihteenlämmitysmuuntamon pylväsasennuksen periaatepiirustus on esitetty liitteessä 1.

6.2 50 kVA, 100 kVA ja 200 kVA -vaihteenlämmitysmuuntajat

6.2.1 Käyttöolosuhteet

Arvot (yksivaiheiselle) järjestelmälle:

Nimellisjännite	25 kV
Korkein toimintajännite maata vastaan	27,5 kV
Korkein hetkellinen toimintajännite, 200ms	29,4 kV
Taajuus	50Hz

Muuntajan toimintalämpötila	-50...+40 °C
Muuntajan varastointi ja kuljetus	-50...+40 °C

Muuntaja sijoitetaan pylvääseen, ja se kytketään 1x25kV-järjestelmässä sähköradan ajo- ja paluujohtimen väliin. 2x25kV- järjestelmässä muuntaja kytketään sähköradan vastajohdon ja M-johdon tai ajojohdon ja M-johdon väliin.

Muuntaja syöttää energiaa vaihteenlämmityskeskuksen kautta erotusmuuntajille, joiden toisiopiireihin on liitetty vaihteenlämmitysvastukset.

Sekä muuntaja että sen alajännitepuolen piirit on suojattu sulakkeilla.

6.2.2 Tekniset vaatimukset

Muuntajan tyyppi yksivaiheinen, ilmajäähdytetty, öljyeristetty muuntaja ulkokäyttöön

Muuntajan teho 20 kVA (***)
50 kVA
100 kVA
200 kVA

Muuntajan suurin käyttöjännite (ensiö) 27500 V
Korkein hetkellinen jännite (ensiö), t=200ms 29400 V

(*** katso myöhempanä esitetyt mitoituskuormitukset 20 kVA muuntajalle

Muuntajien jännitteet eri säätöjärjestelmiä käytettäessä

Vaihteenlämmitysmuuntajat 20 kVA/ 27500/ 400/ 230V

Muuntajan jännitteet (toisio) 400 V ja 230 V
toleranssilla -2...+2 % (ks. liite 3)

Oikosulkuimpedanssi	4 % (a1-x1 välillä)
Muuntajan kytkentä	Ii0
Jäähdytystapa	ONAN

Vaihteenlämmityksen tekniset määreet
Koestusjännitteet:

Muun- tajan napa	Kappalekoe		Ylijännitekoe (IEC 76) (** /kV	Lajikoe
	Eristyskoe (1 min. 50 Hz): sisäinen eristys /kV	Eristyskoe (1min. 50 Hz): läpiviennit (sadekoe) /kV		Syöksyjännitekoe (1,2 / 50µs.) /kV
A	70	95	55	170
X	15	15	-	45
[X	70	70	-	170] *)
a1	3	-	800V	15
a2	3	-	460V	15
x1	3	-	-	15

Huomautukset:

*) Jos molemmat ensiöpuolen navat A ja X ovat eristetty samalla tavoin, silloin näitä koejännitteitä käytetään liittimen X koestuksessa.

**) Liitin x1 on maadoitettu koestuksen ajaksi

Muuntajan alajännitepuolen on kestävä yläjännitepuolen syöksyjännitekoe, kun liittimet a1 ja a2 ovat avoimina.

Vaihteenlämmitysmuuntajat 50 kVA/ 27500/ 400V

Muuntajan jännitteet (toisio) 400 V

toleranssilla -2...+2 %

Oikosulkuimpedanssi 4 % (a1-x1 välillä)

Muuntajan kytkentä Ii0

Jäähdytystapa ONAN

Koestusjännitteet:

Muun- tajan napa	Kappalekoe		Ylijännitekoe (IEC 76) (** /kV	Lajikoe
	Eristyskoe (1min. 50Hz): sisäinen eristys /kV	Eristyskoe (1min. 50Hz): läpiviennit (sadekoe) /kV		Syöksyjännitekoe (1,2 / 50µs.) /kV
A	70	95	55	170
X	15	15	-	45
[X	70	70	-	170] *)
a1	3	-	800V	15
x1	3	-	-	15

Huomautukset:

*) Jos molemmat ensiöpuolen navat A ja X ovat eristetty samalla tavoin, silloin näitä koejännitteitä käytetään liittimen X koestuksessa.

**) Liitin x1 on maadoitettu koestuksen ajaksi

Muuntajan alajännitepuolen on kestävä yläjännitepuolen syöksyjännitekoe, kun liitin a1 on avoinna

Vaihteenlämmitysmuuntajat 50 kVA/ 27500/ 400/ 347/ 283 V

Muuntajan jännitteet (toisio) 400V-347V-283V

Jännitteet ovat 1/1, 3/4, 1/2-tehon ulosotoille toleranssilla -2...+2 %.

Käämityksessä tulee olla keskipisteen ulosotto (ks. liite 3).

Oikosulkuimpedanssi 4 % (a1-x1 välillä)

Muuntajan kytkentä Iin0

Jäähdytystapa ONAN

Koestusjännitteet:

Muuntajan napa	Kappalekoe		Ylijännitekoe (IEC 76) (**) /kV	Lajikoe
	Eristyskoe (1min. 50Hz): sisäinen eristys /kV	Eristyskoe (1min. 50Hz): läpiviennit (sadekoe) /kV		Syöksyjännitekoe (1,2 / 50µs.) /kV
A	70	95	55	170
X	15	15	-	45
[X	70	70	-	170] *)
a1	3	-	400V	15
a2	3	-	294V	15
a3	3	-	166V	15
x1	3	-	400V	15
n	3	-	-	15

Huomautukset:

*) Jos molemmat ensiöpuolen navat A ja X ovat eristetty samalla tavoin, silloin näitä koejännitteitä käytetään liittimen X koestuksessa.

**) Liitin n on maadoitettu koestuksen ajaksi

Muuntajan alajännitepuolen on kestävä yläjännitepuolen syöksyjännitekoe, kun liittimet a1,a2,a3 ja x1 ovat avoimina.

Yhteiset vaatimukset kaikille edellä mainituille muuntajille

Sähköisten apupiirien ja niiden laitteiden jännitelujuus – myös huolto-tilanteessa – tulee olla asianomaisten standardien mukaiset, ja jollei niille ole standardia, vähintään 2 kV.

Läpivientieristimet: Ulkoeristimien ryömintämatka 25 kV:lla pitää olla 800 mm.

Oikosulkukestoisuus: Lähtökohtana jäykkä 27,5 kV jännite, muuntajan tulee kestää oikosulkuvirtaa 2 s ajan.

Mikäli muuntaja ei ole hermeettisesti suljettu, muuntaja tulee varustaa öljysäiliöllä ja ilmankuivaajalla. Ilmankuivaaja tulee sijoittaa muuntajan alajännitepuolen eristimien/varokekotelon puolelle.

Yläjännitepuolen liittimet (A, X):

Liittimet A ja X tulee varustaa Cu-liitäntäkappaleella (esitetty liitteessä 2). Liitin X tulee yhdistää vähintään 25 mm² poikkipintaisella Cu-kiskolla tai -johtimella muuntajan säiliön maadoituspisteeseen.

Alajännitepuolen liittimet (a1, x1); (a1, a2, a3, n, x1); (a1, a2, x1):

Johdotetaan liitäntäkotelon sulakepohjiin ja L4- tai PEN-liittimeen (esitetty liitteissä 3.1, 3.2, 3.3).

Muuntajan ja varokekotelon korroosiosuojaus:

Kuumagalvanointi (EN ISO 1461) + maalaus (Duplex-Ay70)

M8 tai sitä suurempien ruuvien ja muttereiden tulee olla kuumasinkittyjä ja sitä pienempien ruostumattomia (CrNi-terästä, EN ISO 4042)

Standardit IEC 76 / IEC 60076, ellei toisin mainittu.

Muuntaja tulee varustaa seuraavasti:

- nostolenkeillä
- lämpömittaritaskulla
- öljyntäyttökorkilla
- kiinnityskorvakkeilla ja rei'illä pylvääseen kiinnittämistä ja kuljetusta varten
- tyhjennysventtiilillä
- kolmella maadoituskorvakkeella (esitetty liitteessä 2)
- kahdella ylijännitesuojan kiinnitysalustalla (esitetty liitteessä 4), ylijännitesuojat eivät kuulu muuntajatoimitukseen
- öljymäärän osoituksella
- arvokilvellä ja kytkentäkaaviokilvellä
- liitäntäkotelolla

Ylijännitesuojien kiinnitysalustat ovat irrotettavia. Ylijännitesuojien paino ja korkeus alkaen napaan A 5 kg ja 507 mm ja napaan X 1,5 kg ja 187 mm käytettävästä tyypistä riippuen.

Läpivientieristimet A ja a1 sijaitsevat muuntajan vasemmalla puolella, kun muuntajaa katsotaan yläjännitepuolen eristimien puolelta (ks. liite 5). Läpivientieristimissä ei saa olla kipinäväli-ylijännitesuojia. Kaikki alajännitepuolen liittimet tulee olla eristettyjä.

Liitäntäkotelossa tulee olla kolmioavaimella lukittava ovi.

Muuntajatoimitukseen tulee sisältyä yksi kolmioavain.

Liitäntäkotelon kotelointiluokan tulee olla IP34. Kotelossa tulee olla molemmin puolin hyönteissuojatut ilmanvaihtoaukot sekä kotelon takaosassa pohjalla kondenssivedenpoistoaukko.

Liitöntäkotelossa tulee olla riittävästi kytkentätilaa, jotta suunnitelmissa esitetyt kaapelit voidaan kytkeä. Koteloon liitettävät kaapelit lähtevät liitöntäkotelon pohjasta alaspäin. Liitteessä 5 on esitetty liitöntäkotelon teknisiä vaatimuksia.

Kotelot varustetaan varokealustoin seuraavasti:

- 250 A-varokealustat (IEC-koko 1) 20 kVA ja 50 kVA muuntajilla
- 400 A-varokealustat (IEC-koko 2) 100 kVA muuntajilla
- 630 A-varokealustat (IEC-koko 3) 200 kVA muuntajilla

Muuntajan alajännitepuolen liittimien sekä varokealustojen ja n-/x1-liittimen yhdistäminen tulee tehdä kuparikiskoin tai -johtimin. Jos käytetään eristettyjä johtimia, vaihejohtimien tulee olla joko mustia tai ruskeita, nollajohtimen sininen.

Varokealustat (johtimien haaroitusalue, liite 2) tulee olla lähtevien kaapelien osalta varustettuja Cu/Al-vaihtoliittimin, kaapelikenkien kiinnitysreikien halkaisijan tulee olla 10 mm.

Liitöntäkotelot tulee varustaa kaapeleita varten laippa-aukoin seuraavasti: (laippa-aukkojen mitat esitetty liitteessä 4)

- 1 laippa-aukko kokoa C, 20 kVA muuntajalla
- 2 laippa-aukkoa kokoa C, 50 kVA muuntajalla
- 4 laippa-aukkoa kokoa C, 100 kVA ja 200 kVA muuntajalla

Kaikki laippa-aukot tulee sulkea neljällä ruuvilla kiinnitetyin kansin.

Muuntajan ja liitöntäkotelon tulee olla luotettavasti galvaanisessa yhteydessä toisiinsa.

Merkinnät:

Yläjännitepuolen liittimet merkitään A ja X, alajännitepuolen liittimet a1, a2, a3,n ja x1.

Varokealustat merkitään (katso liitteet 3.1–3.7)

400 V -muuntajalla merkitään L1-liitin ja x1-liitin merkitään PEN-merkinnällä.

400V–347V–283V merkitään L1, L2, L3, L4-liittimet ja n-liitin merkitään PEN-merkinnällä.

400 V ja 230 V merkitään L1, L2-liittimet ja x1-liitin merkitään PEN-merkinnällä.

Muuntajien kiinnityspisteiden etäisyydet ovat 470 mm ja 570 mm (ks. liitteet 1 ja 5). Kiinnityspisteiden reikien halkaisijoiden tulee olla 18mm.

Edellä esitetyt tekniset vaatimukset ovat muuntajien minimivaatimuksia.

20 kVA muuntajan mitoitusvahdot (*)**

Muuntajaa käytetään kuuden erilaisen kuormayhdistelmän sähkön syöttöön.

Kuorma kytketty liittimien välille		
Tapaus	L1-PEN (400V)	L2-PEN (230V)
1	16,2 kW maks vaihteenlämmitys (****)	ei kuormaa
2	16,2 kW kW maks. vaihteenlämmitys (**** ja 1 kW suurpainenaatrium valaistus	ei kuormaa
3	16,2 kW kW maks. vaihteenlämmitys (****)	1 kW suurpainenaatrium valaistus
4	ei kuormaa	3,8 kW (valaistus, tasasuuntaaja, lämmitys, poistopuhallin)
5	16,2 kW kW maks. vaihteenlämmitys (****)	3,8 kW (valaistus, tasasuuntaaja, lämmitys, poistopuhallin)
6	ei kuormaa	3,8 kW (valaistus, tasasuuntaaja, lämmitys, poistopuhallin) 12,0 kW lämmitys (*****)

(**** Liittimien L1-PEN välillä oleva vaihteenlämmityskuormitus on 16,2 kW, 9,2 kW tai 8 kW.

Liittimien L1-PEN) välillä olevaa vaihteenlämmitystä käytetään talvisaikaan kun lämpötila on alle +5 °C.

(***** Tätä lämmitystä käytetään kuumakäynti-ilmaisilma- ja ilmalaitteistossa silloin, kun lämpötila laskee alle +5 °C.

Muuntajahäviöiden pääoma-arvot:

Tyhjäkäyntihäviöt 5000 Eur/kW

Kuormitushäviöt 1000 Eur/kW

Häviöiden ja hankintahinnan kapitalisointikaava on esitetty liitteessä 23.

Muuntaja on varustettava standardien mukaisella suomenkielisellä arvo- kilvellä, johon on merkitty valmistusvuosi, muuntajan paino, öljyn määrä, mitatut tyhjäkäynti- ja kuormitushäviöt, tyhjäkäyntivirta, oikosulkuvirta ja sen sallittu kesto-aika. Muuntajassa tulee lisäksi olla suomenkielinen kytkentäkaavio.

Muuntajan toimitukseen tulee sisältyä kopiokelpoiset testauspöytäkirjat sekä kaikki tarvittavat piirustukset, asennus- ja käyttöohjeet.

Muuntajatoimituksen takuu on 2 vuotta toimituksesta, ellei muuta ole mainittu.

Muuntajatarjouksessa tulee antaa muuntajan alustavat mitoitus- ja materiaalitiedot sekä liittimien merkintätiedot.

Muuntajan lopulliset mittatiedot tulee antaa, ennen kuin kolmasosa toimitusajasta on kulunut.

Standardien mukaisten rutiinikokeiden lisäksi tilaajan valitsemille muuntajille tehdään standardien mukainen tyyppikoe, joka sisältää myös lämpenemiskokeen ja syöksyjännitekokeen, jollei tällaista koetta ole aiemmin suoritettu (viiden aiemman vuoden aikana). Kokeet tulee sisällyttää muuntajatoimitukseen.

Vastaanottokokeet tulee suorittaa tilaajan edustajan läsnä ollessa, jollei tilaaja toisin ilmoita. Jos toimittaja on tehnyt eristysjännitekokeet ennen vastaanottokokeita, vain vastaanottokokeita pidetään määräävinä.

Muuntajatarjouspyyntöön pitää sisällyttää liitteessä 6 esitetty teknisten tietojen kyselylomake.

6.3 Ylijännitesuojat 25 kV järjestelmän muuntajan A-liittimeen

6.3.1 Käyttöolosuhteet

Arvot (yksivaiheiselle) järjestelmälle:

Nimellisjännite	25 kV
Korkein toimintajännite maata vastaan	27,5 kV
Eristystaso (1,2 / 50µs)	170 kV
Taajuus	50 Hz
Toimintalämpötila	-50...+40 °C

6.3.2 Tekniset vaatimukset:

Ylijännitesuojan tyyppi	ZnO
Läpilyöntivirta, minimi	10 kA
Jatkuva käyttöjännite, minimi	32 kV
Suojaustaso (10kA), maksimi	120 kV
Ylijännitesuojan ulkoinen ryömintämatka, minimi	800 mm
Standardit (soveltuvien osien)	IEC 60099-4
Takuuaika käyttöäönnotosta, minimi	2 vuotta

Ylijännitesuojatarjoukseen tulee sisällyttää liitteessä 7 esitetty teknisten tietojen kyselylomake.

6.4 Ylijännitesuojat 25 kV järjestelmän muuntajan X-liittimeen

6.4.1 Käyttöolosuhteet

Eristystaso (1,2 / 50µs)	40 kV
Taajuus	50 Hz
Toimintalämpötila, ulkona	-50...+40 °C

6.4.2 Tekniset vaatimukset

Ylijännitesuojan tyyppi	Zn0
Läpilyöntivirta, minimi	5 kA
10 s jännite, minimi	3 kV
Suojaustaso (5kA), maksimi	25 kV
Ylijännitesuojan ulkoinen ryömintämatka, minimi	100 mm
Standardit (soveltuvien osien)	IEC 60099-4
Takuu-aika käyttöönotosta, minimi	2 vuotta

Ylijännitesuojatarjoukseen tulee sisällyttää täytettynä liitteissä 7 ja 8 esitetty teknisten tietojen kyselylomake.

6.5 Vaihteenlämmityskeskus sähköistetyllä rataosuudella, energia ratajohdosta

Vaihteenlämmityksen laitteet, periaatekaavio, on esitetty liitteessä 18.

Liitteessä 9 on esitetty sähköistetyllä radalla, elektronisesti säädetyn vaihteenlämmityskeskukseen pääkaavio.

6.5.1 Käyttöolosuhteet

Koteloitu vaihteenlämmityskeskus asennetaan kaapelijakokaappiin, vaihteenlämmitysmuuntajapylvään välittömään läheisyyteen liitteen 18 mukaan. Se sijoitetaan ATUn ulkopuolelle liitteessä 26 esitettyjen vaihtoehtojen mukaisesti.

Sähkökeskus liitetään vaihteenlämmitysmuuntajan 400 V:n toisiopiiriin ja se syöttää energiaa erotusmuuntajille, joiden toisiopiireihin on liitetty vaihteenlämmitysvastukset.

6.5.2 Kaapelijakokaapin jalusta

Rakenne	Kuumasinkitty teräksinen jalusta. Kaikkien ruuvien yms. oltava ruostumattomia.
Korkeus	Korkeus n. 1100 mm
Etulevy	Etulevyn oltava kahdessa osassa irrotettava, levyjen korkeuden oltava yhteensä n. 800 mm
Tukikiskot	Jalustassa oltava maakaapeliin kiinnitystä varten tarvittavat tukikiskot
Maatuet	Jalustan alaosassa on oltava poikittaiset kaapin kaatumista estävät tukevat kulmaraudat tai sitä vastaava rakenne niin, että se voidaan tarvittaessa kiinnittää näistä tuista esim. painekyllästettyihin lisätukiin.

6.5.3 Kaapelijakokaappi

Rakenne	Korroosiosuojattu metallinen jakokaappi, joka on valmistettu vähintään 3 mm vahvuisesta alumiinista tai vähintään 2 mm teräksestä. Kaikkien ruuvien, saranoiden yms. oltava ruostumattomia; keltapassivointi ei ole hyväksyttävä suojaustapa.
Kuljetus	Kaappi varustetaan nostosilmukoin
Korkeus	Maksimikorkeus 1800 mm
Väri	Maalataan tarvittaessa urakka-asiakirjojen vaatimusten mukaan. (RAL 7032)
Ovet	Yli 500 mm leveiden kaapelijakokaapin ovien on avauduttava 180° ja ovet on voitava lukita 180°- ja 135°- asentoihin. Ovet on varustettava tuulihaoiin.
Lukitus	Ovet varustetaan kolmioavainlukituksella
Tunnus	Muodostuu liikennepaikan lyhenteestä, merkinnästä LM, sekä muuntajan numerosta (esim. EPO LM1). Kiinnitetään kaapin oveen.
Tunnuskilven materiaali	Kaiverrettu kerrosmuovi (musta teksti, valkoinen pohja), kirjainkoko 40 mm.
Huomioitavaa	Kaapelijakokaappiin on varattava tila päämaadoituskeskelle, jossa on tilaa vähintään 5:n 25 mm ² Cu-johtimen liittämiseksi, varasulakkeille ja keskuksen dokumenteille (piirustus-tasku).

6.5.4 Sähköteknilliset vaatimukset vaihteenlämmityskeskukselle

Jakelujärjestelmä: TN-S- järjestelmä

Käytettäessä elektronista säätöä

L1, N ja PE tai L1, L4 ja PE/PEN (Huom! L4-kisko on äärijännitteinen 200 V muuntajan L4 ja PEN-napojen välillä).

Käytettäessä jännitesäätöä

Kaksi jännitettä L1, L4 ja PE/PEN

Huom. keskukselle tuodaan muuntajalta kaapeloinnit navoilta L1, L2, L3, L4 ja PEN. Keskuksessa valitaan

kontaktoreilla haluttua säätötehoa 1/2, 3/4 tai 1/1 vastaava jännite kiskostoon L1–L4 (huom! L4 kisko on ääri-jännitteinen 200 V muuntajan L4 ja PEN-napojen välillä).

Nimellisjännite 400V

Taajuus 50Hz

Keskuksen nimellisvirta

80 A (20 kVA muuntajalla)

125 A (50 kVA muuntajalla)

250 A (100 kVA muuntajalla)

500 A (200 kVA muuntajalla)

Keskuksen tasauskerroin

Tasauskerroin on 1. Keskus on mitoitettava siten, että sitä voidaan kuormittaa täydellä nimellisvirralla.

Oikosulkuvirtakestoisuus

Keskuksen nimellisvirta 80 A/muuntaja 20 kVA:

Terminen nimelliskestovirta I_{1s} (I_{cw}) < 5 kA

Dynaaminen nimelliskestovirta I_{dyn} (I_{pk}) 5,9 kA

Keskuksen nimellisvirta 125 A / muuntaja 50 kVA:

Terminen nimelliskestovirta I_{1s} (I_{cw}) < 5 kA

Dynaaminen nimelliskestovirta I_{dyn} (I_{pk}) 5,9 kA

Keskuksen nimellisvirta 250 A/muuntaja 100 kVA:

Terminen nimelliskestovirta I_{1s} (I_{cw}) 7,8 kA

Dynaaminen nimelliskestovirta I_{dyn} (I_{pk}) 13,3 kA

Keskuksen nimellisvirta 500 A/muuntaja 200 kVA:

Terminen nimelliskestovirta I_{1s} (I_{cw}) 15,1 kA

Dynaaminen nimelliskestovirta I_{dyn} (I_{pk}) 30,2 kA

Ohjausjännite

230 VAC

Vaihteenlämmityksen apureiden ohjausjännite:

24 VDC, 48 VDC tai 60 VDC (asetinlaitteesta riippuen)

6.5.5 Merkinnät

Sähkökeskuksen tunnus:

Muodostuu liikennepaikan lyhenteestä, merkinnästä LM, sekä muuntajan järjestysnumerosta (esim. EPO LM1).

Merkinnät

Kaikki kojeet merkitään suunnitelmien mukaisin tunnuksin, myös kojeiden taustalle asennuslevyyn sama kojetunnus. Merkintöjen materiaalina voidaan käyttää kaiverrettuja kilpiä

ja liimattavia tarroja (keskuksen sisäisten merkintöjen pitkäaikainen pysyvyys ja luettavuus varmistetaan merkintöjen jälkeen tehtävällä lakkauksella).

Keskus on varustettava lisäksi suomenkielisellä arvokilvellä, johon on merkitty ainakin seuraavat asiat: valmistaja, keskustyyppi, kotelointiluokka, nimellisjännite, nimellisvirta, taajuus, oikosulkukestoisuus, valmistusvuosi ja tarvittaessa suojaeristyksen merkintä.

6.5.6 Kalustus

Kalustustapa	Keskitetty
Kalustuksen tyyppi	Kiinteä
Kotelointiluokka	IP44
Kytkimet	Ohjauskytkimet sijoitetaan keskuksissa siten, että ohjaustoimenpiteet voidaan tehdä keskuksen kansia avaamatta.
Kontaktorit	Kontaktorien mitoitus AC-3 mukaan. Kontaktorien tulee olla varustettu elektronisilla kelakytkimillä joiden pitää toimia vähintään jännitealueella 207–250V.
Varokkeet	Vaihteenlämmityskeskuksen vaihteenlämmityslähdöissä pitää käyttää varokkeina kahvarokkeita ja muissa tapauksissa mahdollisuuksien mukaan johdonsuoja-automaatteja.
Tulevat kaapelit	Vaihteenlämmityskeskukselle tulevat MCMK-kaapelit on voitava asentaa kaapeleita pujottamatta.
Lähtevät kaapelit	Vaihteenlämmityskeskukselta lähtevät AMCMK-kaapelit kytketään siten, että 4-johtimisen kaapelin 2+2 johdinta kytketään rinnakkain ja 3-johtimisen kaapelin 2+1 johdinta kytketään rinnakkain.
Liittimet	Vaihteenlämmityskeskukselle tulevat ja siitä lähtevät kaapelit on kytkettävä rivi- tai vaihtoliittimiin.
Ruuvit	Kaikki ruuvit, saranat, yms. oltava ruostumattomia. Kansien ruuvit tulee olla varustettuja putoamisenestoin.
Mittalaite	Vaihteenlämmityskeskus tulee olla varustettu epäsuoralla kWh-mittauksella, mittamuuntajien (virta- ja jännitemuuntaja) tarkkuusluokka 0,2S.

Lämmitys Keskustila tulee olla varustettu lämmityksellä, jos sen toimintalämpötila muutoin voi alittaa.

Hälytysdiagnostiikka

Vaihteenlämmityskeskukseen sijoitetaan vaihteenlämmityksen hälytysdiagnostiikka, josta näkee erotusmuuntajakohtaisesti hälytyksen aiheuttaneen erotusmuuntajan

Energiankulutuksen seuranta

Vaihteenlämmityskeskuksessa tulee olla tilavaraus energia-seurannan etälukulaitteelle.

6.5.7 Dokumentointi

Mittaus- ja tarkistuspöytäkirjat, takuu- sekä muut asiakirjat luovutetaan viranomaisten ja suunnitelma-asiakirjojen vaatimusten mukaisesti.

Vaihteenlämmityskeskuksesta tulee olla ainakin seuraavat suomenkieliset dokumentit: Pääkaavio, piirikaavio, maadoituskaavio, kojeluettelo, keskuksen kokoonpanopiirustus, sekä mittaus- ja tarkistuspöytäkirjat.

6.5.8 Takuu

Vaihteenlämmityskeskustoimituksen takuu on 2 vuotta ellei hankinta- ja sopimusasiakirjoissa toisin sovita.

6.6 Vaihteenlämmityksen erotusmuuntaja

Erotusmuuntajan johdotusperiaate, elektronisesti säädetty vaihteenlämmitys, 16 kVA muuntaja, on esitetty liitteessä 11.

6.6.1 Käyttöolosuhteet

Erotusmuuntajakeskus sijoitetaan ulos, lämmitettävien vaihteiden läheisyyteen ATUn ulkopuolelle liitteessä 26 esitettyjen vaihtoehtojen mukaisesti, tarkempi paikka määritellään pidettävässä suunnittelukatselmuksessa.

Erotusmuuntajakeskus liitetään vaihteenlämmityskeskukseen ja se syöttää energiaa vaihteenlämmitysvastuksille.

Muuntajan toimintalämpötila -50...+40 °C

Muuntajan varastointi ja kuljetus -50...+40 °C

6.6.2 Erotusmuuntajakeskuksen jalusta

Rakenne Kuumasinkitty teräksinen jalusta. Kaikkien ruuvien yms. oltava ruostumattomia.

Korkeus	Maksimikorkeus n.1100 mm
Etulevy	Etulevyn oltava kahdessa osassa irrotettava (yläosan levy on voitava poistaa maata siirtelemättä), levyjen korkeus oltava yhteensä n. 800 mm

6.6.3 Erotusmuuntajakeskuksen rakenne

Rakenne	Korroosiosuojattu metallinen jakokaappi, valmistettu vähintään 3 mm vahvuisesta alumiinista tai vähintään 2 mm teräksestä. Kaikkien ruuvien, saranoiden yms. oltava ruostumattomia; keltapassivointi ei ole hyväksyttävä suojaustapa.
Kuljetus	Keskus varustetaan nostosilmukoin
Korkeus	Maksimikorkeus 1000 mm
Väri	RAL 7032
Ovet	Oven on avauduttava 180° ja se on varustettava tuulihaalla.
Lukitus	Ovet varustetaan kolmioavainlukituksella
Tunnus	Muodostuu vaihteen numerosta, esim. 043. Pitkävaihe, jossa on kaksi erotusmuuntajaa: kärjen erotusmuuntaja on 043/a ja kannan erotusmuuntaja on 043/b. Kaksipuolisen risteysvaihteen erotusmuuntajien tunnusten muodostuminen on esitetty liitteessä 10. Tunnus kiinnitetään erotusmuuntajan kaapin oveen. Tunnuksesta on ohje Radan merkkien tekniset toimitusehdot -julkaisussa /10/. Kilven piirustusnumero on T-205.

6.6.4 Sähköteknilliset vaatimukset erotusmuuntajakeskukselle

Nimellisjännite	1-vaihemuuntaja: 400/ 230/ 240/ 250/ 260 V/ 230/ 240/ 250/ 260 V tai 3-vaihemuuntaja: 400/ 400 V (D/Yn), vaihejännite 230 V
Taajuus	50 Hz
Erotusmuuntaja-nimellisvirta	Keskuksen nimellisvirta määräytyy keskukseseen liitettävän erotusmuuntajan tehon mukaisesti.

Oikosulkuvirtakestoisuus

Terminen nimelliskestovirta I_{Is} (I_{cw}) 6,3 kA
 Dynaaminen nimelliskestovirta I_{Idyn} (I_{pk}) 10,7 kA

Erotusmuuntajan teho ja tyyppi

Erotusmuuntajan teho määräytyy lämmitystarpeen mukaan. Käytössä on sekä 1- että 3-vaihemuuntajia.

Muuntajan valinta

1-vaiheisia muuntajia voidaan käyttää kaikissa käyttötilanteissa, kun huomioidaan kuormituksen tasainen jakaminen.

3-vaiheisia muuntajia voidaan käyttää, silloin, kun energia lämmitykseen saadaan 3-vaiheverkosta (ei sähköistetty rata), eikä radan turvalaitejärjestelmä tms. aseta käytölle rajoituksia.

Käytössä olevat muuntajat:

9,2 kVA, 1-vaiheinen muuntaja, ilman säädintä
 16,0 kVA, 1-vaiheinen muuntaja, ilman säädintä
 16,0 kVA, 1-vaiheinen muuntaja, säätimellä
 17,1 kVA, 3-vaiheinen muuntaja, ilman säädintä
 17,1 kVA, 3-vaiheinen muuntaja, säätimellä

Muuntajien rakenne

1-vaiheisessa muuntajassa yksi ensiökäämi (380 V) ja kaksi erillistä toisiokäämiä (220 V).

3-vaiheisessa muuntajassa kolme ensiökäämiä (400 V) ja kolme erillistä toisiokäämiä (230 V), ensiö kytketään kolmioon ja toisio tähteen.

Muuntajien valmistuksessa noudatetaan tämän ohjeen alussa esitettyjä standardeja.

Lakkauskäsittely: **tyhjöhartsaus kahteen kertaan.**

Kytkevävirtasäys: alle 5 x muuntajan nimellisvirta.

Ylijännitekestoisuus: Kestettävä jatkuvaa 10 % ylijännitettä.

Jännitteen valinta:

Kaapelien ja muuntajien jännitteen alenema kuormitus-tilanteessa (lämmitys kytkettynä) kompensoidaan valitsemalla vastuksille sellainen jänniteporras, että 230 V ja nimellisresistanssisille lämmitysvastuksille saadaan jännite 220–230 V ja aiemmin valmistetuille 220 V ja nimellisresistanssisille lämmitysvastuksille 210–220 V. Katso

tarkemmin kohdasta 10.7 vastusten nimellisresistanssin toleranssin vaikutus valittavaan jänniteportaaseen.

1-vaihemuuntajan toisiokäämit tulee olla rakennettu väliulosotoilla 230 V, 240 V, 250 V ja 260 V.

1-vaiheiset muuntajat kytketään 1-vaiheisen syöttöverkon 400 V jännitteeseen. Muuntaja tulee mitoittaa niin, että se ei lämpene liikaa, kun muuntajan toision kuorma kytketty pois joko säätimen toimiessa tai lämmitysvastuksien katkeamisen vuoksi.

Valmistus tämän ohjeen alussa mainittujen IEC-standardien mukaisesti.

Toisiopiirien kytkeminen

1-vaihemuuntajan toisiopiirit tulee kytkeä siten, että kummallakin kiskolla on omat kääminsä (vrt. liite 12–16).

Tehonsäädin

Säädettävien muuntajien tehonsäädin tarvittavine laitteineen sijoitetaan muuntajan kanssa samaan kaappiin, omaan erilliseen koteloonsa.

Säätimen virtapiiri tulee olla erillään muuntajan pääpiiristä.

Säätimessä tulee olla 24 VDC pakko-ohjausmahdollisuus lämmitystehon täystehon ohjausta varten. Säätimestä tulee olla saatavissa potentiaalivapaat (230 V) hälytyskosketintiedot diagnostiikkatietojen siirtoa varten.

Tehonsäädin mitoitetaan sen kuorman mukaan (säätölaitteiden tulee olla vaihtokelpoisia liitteen 11 mukaisen säätimen kanssa).

6.6.5 Merkinnät

Keskus on varustettava suomenkielisellä arvokilvellä, johon on merkitty ainakin seuraavat asiat: valmistaja, keskustyyppi, kotelointiluokka, nimellisjännitteet, nimellisvirrat, taajuus, oikosulkukestoisuus, valmistusvuosi ja suojaeristyksen merkintä. Muuntajasta tulee lisäksi olla kytkentäkaavio (keskuksen sisäisten merkintöjen pitkäaikainen pysyvyys ja luettavuus varmistetaan merkintöjen jälkeen tehtävällä lakkauksella).

6.6.6 Kalustus

Kalustustapa	Keskitetty
Kalustuksen tyyppi	Kiinteä

Kotelointiluokka IP54

Kytkimet Keskus on varustettava pääkytkimellä, joka on sijoitettu kaapin sisäpuolelle. Pääkytkimen tulee katkaista syötön kaikki johdinpiirit suojajohdinpiiriä lukuun ottamatta.

Keskuksen kansi varustetaan Hengenvaara-kyltillä.

Johdonsuoja- automaattit

Lämmitysvastuksia syöttävien lähtöjen automaattien tulee olla kaksinapaisia, suojaus laukaisukäyrä B tai vastaava mukaan. Johdonsuoja-automaattien lukumäärä ja virta-arvot kohdekohtaisten suunnitelmien mukaan.

Kaapelointi Kaapeleiden tarkat lukumäärät ja tyypit esitetään kohdekohtaisissa suunnitelmissa.

Tulevat kaapelit:

Keskukseen tulevat syöttökaapelit ovat yleensä tyyppiä
AMCMK 3x16Al+16CuS tai
AMCMK 3x35Al+16CuS tai
AMCMK 3x70Al+21CuS tai
AMCMK 4x35Al+16CuS tai
AMCMK 4x70Al+21CuS

Keskuksessa on oltava syöttökaapelin ketjutusmahdollisuus.

Lisäksi huomioitava 1-vaihemuuntajalla:

Keskukselle tulevat ja ketjutettavat 3-johtimiset AMCMK-tyypin kaapelit on voitava kytkeä siten, että kaapelin kaksi johdinta kytketään yhteen keskuksessa (L1-johtimet), ja toisena johtimena käytetään kaapelin yhtä johdinta (L2/ N-johdin) ja 4-johtimisista AMCMK-tyypin kaapeleista kytketään 2-johdinta pareittain yhteen.

Lähtevät kaapelit

Keskukselta vastussauvoille lähtevät kaapelit ovat yleensä tyyppiä MCMK 4x2,5+2,5S tai jännitteen aleneman ylittyessä MCMK 4x6+6S

Lämmönsäädön hälytyskeskukselle lähtevä kaapeli on esim. tyyppiä JAMAK ARM 4x(2+1)x0,5 (häiriösuojattu armeerattu kaapeli).

Erotusmuuntajan runko liitetään sähköistetyillä rataosilla sähköradan paluukiskoon tai M-johdinalueella sähköratapylvääseen Cu25-kupari- köydellä (ks. liite 21).

Liittimet, läpiviennit

Keskuksen liittimet ja läpiviennit on mitoitettava siten, että ne soveltuvat kaikille em. kaapeleille ja syötön ketjutuksille.

Keskukselle tulevat ja siitä lähtevät kaapelit on aina kytkettävä rivi- tai vaihtoliittimiin.

Ruuvit Kaikki ruuvit, saranat, yms. oltava ruostumattomia.

6.6.7 Dokumentointi

Mittaus- ja tarkistuspöytäkirjat, takuu- sekä muut asiakirjat luovutetaan urakka-asiakirjojen vaatimusten mukaisesti.

Erotusmuuntajakeskuksesta tulee olla ainakin seuraavat dokumentit: Pääkaavio/piirikaavio, kojeluettelo, keskuksen kokoonpanopiirustus, sekä mittaus- ja tarkistuspöytäkirjat.

6.6.8 Takuu

Erotusmuuntajatoimituksen takuu on 2 vuotta, ellei hankinta- ja sopimus-asiakirjoissa ole muuta sovittu.

6.7 Yleisimpien vaihteiden lämmitystehot sekä lämmityssauvojen tiedot

A) TUKIKISKOLÄMMITYKSELLÄ VARUSTETUT VAIHTEET

VAIHDETYYPPI	SAUVATYYPPI / W	SAUVOJA / kpl	TEHO / kW	SAUVAPIT. / mm	MALLI- PIIRUSTUS
YV60-5000/2500-1:26	2300	6	13,8	4800	LIITE 12
	1700	8	13,6	4800	
	1700	2	3,4	5895	
	700	2	1,4	3000	
vaihteen kokonaisteho			32,2		
YV60-900-1:18	2300	4	9,2	3875	LIITE 13
ja	1700	2	3,4	3923	
yv60-900-1:15,5	1700	2	3,4	5895	
vaihteen kokonaisteho			16,0		
YV60-300-1:9	2300	2	4,6	3875	LIITE 14
	1700	2	3,4	5895	
vaihteen kokonaisteho			8,0		
YV54-200N-1:9	2300	2	4,6	3875	LIITE 15
	1700	2	3,4	3923	
vaihteen kokonaisteho			8,0		
KRV54-200-1:9	2300	8	18,4	3875	LIITE 16
	1700	8	13,6	3923	
vaihteen kokonaisteho			32,0		
YV-43-300-1:7	2300	2	4,6		
(KIERRÄTYS)	700	2	1,4		
vaihteen kokonaisteho			6,0		
KRV-43-270-1:9	2300	8	18,4		
(KIERRÄTYS)	700	8	5,6		
vaihteen kokonaisteho			24,0		

B) TUKIKISKO- JA KIELILÄMMITYKSELLÄ VARUSTETUT VAIHTEET

VAIHDETYYPPI	SAUVATYYPPI / W	SAUVOJA / kpl	TEHO / kW	SAUVAPIT. / mm	MALLI- PIIRUSTUS
YV60-1:26	2300	4	9200	4800	
	1700	8	13600	4800	
	700	2	1400	3000	
	1700	2	3400	3940	
	1700	2	3400	4000	
	2000	2	4000	6000	
	1700	4	6800	4700	
	1000	2	2000	4240	
	1000	2	2000	3785	
	600	12	7200	*=tankokuoppal.	
	2300	2	4600	4800	
	1700	2	3400	5895	
Yhteensä			61000		
YV60-1:28	2300	4	9200	4800	
	1700	8	13600	4800	
	700	2	1400	3000	
	1700	2	3400	3940	
	1700	2	3400	4000	
	2000	2	4000	6000	
	1700	4	6800	4700	
	1000	2	2000	4240	
	1000	2	2000	3785	
	600	12	7200	*=tankokuoppal.	
	2300	2	4600	5500	
	1700	2	3400	5895	
Yhteensä			61000		
YV60-900-1:18	1700	2	3,4	3923	LIITE 13
ja YV60-900-1:15,5	1700	2	3,4	5895	
	2300	4	9,2	3875	
	1000	4	4,0	3785	
	1700	2	3,4	3940	
	2000	2	4,0	6000	
	600	4*	2,4	*=tankokuoppal.	
vaihteen kokonaisteho			29,8		
YV60-300-1:9	1700	2	3,4	6000	LIITE 14
	1700	2	3,4	3940	
	1700	2	3,4	5895	
	2300	2	4,6	4600	
	600	2*	1,2	*=tankokuoppal.	
vaihteen kokonaisteho			16,0		
YV54-200N-1:9	1700	2	3,4	4700	LIITE 15
	1700	2	3,4	3940	
	1700	2	3,4	5350	
	2300	2	4,6	4500	
	600	1*	0,6	*=tankokuoppal.	
vaihteen kokonaisteho			15,4		
KRV54-200-1:9	1700	8	13,6	4000	LIITE 16
	1700	8	13,6	3940	
	1700	8	13,6	5350	
	2300	8	18,4	3900	
	600	4*	2,4	*=tankokuoppal.	
vaihteen kokonaisteho			61,6		

6.8 Vaihteenlämmitysvastukset

Vaihteenlämmitysvastuksen teknisiä vaatimuksia:

Nimellisjännite:	230 V (syöttö erotusmuuntajan kautta)
Sähköinen liitäntä:	L1A, L2A
Nimellisteho:	Vaihtelee sijoituksen mukaan, ks. edellisen sivun taulukko, nimellistehon mukainen valmistustoleranssi +5...-10 %
Nimellisresistanssi:	Sallittu nimellisresistanssi valmistustoleranssi $R_n + 10...-5$ %.
Eristysresistanssin arvo:	Minimi $1M\Omega$ mitattuna valmiista asennuksesta 1000 V:n koejännitteellä
Sauvan pituus:	Vaihtelee sijoituksen mukaan, ks. edellisen sivun taulukko
Materiaali:	Ruostumaton teräs
Liitäntä:	Puolikiinteä kiskoliitöntäkoteloissa
Vastuksen liitäntäkaapeli:	Taipuisa öljynkestävä kumikaapeli, jonka ominaisuudet:
Tyyppi:	H07RN-F
Johtimen poikkipinta:	$2 \times 2,5 \text{ mm}^2$
Jatkuva käyttölämpötila:	Maksimi $+60 \text{ }^\circ\text{C}$
Lämpötila oikosulussa:	Maksimi $+200 \text{ }^\circ\text{C}$
Asennus/käsittely:	Minimi $-25 \text{ }^\circ\text{C}$
Varastointi:	Maksimi $+40 \text{ }^\circ\text{C}$
Takuu:	Määräytyy hankinta- ja sopimusasiakirjojen mukaisesti.

Sekä vastuksen että sen liitäntäkaapelin tulee kestää sijoituspaikassaan mahdollisesti esiintyvät mekaaniset, kemialliset ja ilmastolliset rasitukset.

Yleisimpien vaihteiden vastussauvojen lukumäärät, tehot sekä sauvapituudet on esitetty edellisen sivun taulukossa. Vaihteenlämmitysvastusten kytkemisestä on esimerkkejä liitteissä 12–16.

6.9 Tankokuoppalämmitys

Kielilämmityksellä varustettuihin vaihteisiin asennetaan vaihteen tankokuoppaan sekä YV60-vaihteissa myös Railex-kuoppaan tankokuoppalämmitys. Tankokuoppalämmityselementti pitää vaihteenkääntömekanismin sulana. Tankokuoppalämmityksen teho on n. 600 W/tankokuoppa.

6.10 Kielilämmitys

Kielilämmitys tehdään useimmiten asentamalla lämmitysvastus vaihteen kielissä olevaan valmiiseen uraan tai jos sitä ei ole, kiinnitystapa tulee hyväksyttää tilaajalla.

7 LÄMMÖNSÄÄTÖJÄRJESTELMÄT

Vaihteenlämmityksen lämmönsäätöjärjestelmällä pyritään energian säästöön vaihteen käytettävyyttä heikentämättä säätämällä vaihteenlämmitysvastuksille menevää virtaa vaihteiden sulatustarpeen mukaiseksi.

Urakkakyselyssä määritellään tapauskohtaisesti käytettävä lämmönsäätöjärjestelmä.

Tällä hetkellä on käytössä kolme erilaista lämmönsäätöjärjestelmää.

7.1 Erotusmuuntajakohtaiseen säätöön perustuva järjestelmä

Tässä lämmönsäätöjärjestelmässä käytetään vaihteenlämmitysmuuntajan toisiojännitettä 400 V erotusmuuntajan syöttöjännitteenä. Vaihteenlämmityskeskuksesta on ohjauksia varten kontaktorit, ohjausapureleet sekä vaihteenlämmityksen ohjauksen valintakytkin, joiden avulla voidaan vaihteenlämmitystä ohjata päälle ja pois. Vaihteenlämmityskeskuksesta on lisäksi rajoitustermostaatti, joka estää ohjauskytkimen automaattiasennossa vaihteenlämmityksen toiminnan säätöarvoa suuremmilla ulkolämpötiloilla (esim. + 5 °C). Ulkotermostaattina käytetään kapillaari-termostaattia, jonka anturi sijoitetaan kaapin jalustan alaosaan.

Vaihteiden lämmitystehon säätö tapahtuu erotusmuuntajakohtaisesti siten, että jokaisessa erotusmuuntajassa on oma säätimensä, joka valvoo sekä kiskon lämmitysvirtaa että kiskon lämpötilaa kiskon alapuolelle asennetun lämpöanturin avulla. Näiden tietojen ja säätimen raja-arvojen perusteella säädin ohjaa puolijohdereleiden kautta lämmitysvastuksille sähköä, kunnes vaihteen lämpötila saavuttaa asetusravon. Säätimeen on asetettu etukäteen kaksi lämpötila-asetusta. Lämmityksen automaatti-asennossa vaihteen lämmitysteho ohjautuu päälle ja pois säätimen esiasetusten mukaisesti.

Automaattisen ohjauksen lisäksi vaihteen lämmitystä voidaan ohjata manuaalisesti ylemmän lämpötilan asetusravolle kellolla, jonka toiminta-aika-alue on 0–10 h ja asettele on tehty 2 h ajalle. Junansuorittaja ohjaa tarvittavan lämpötila-asetuksen päälle.

Normaalikäytössä tällä lämmönsäätöjärjestelmällä varustetut vaihteiden lämmitykset toimivat itsenäisesti omien säädinasetustensa mukaisesti, mutta tarvittaessa useampi, toisiaan lähellä oleva samanarvoinen vaihde voidaan ohjata toimimaan ylemmän lämpötila-asetuksen mukaisesti yhtäaikaisesti ns. lämmitysryhmänä.

7.2 Jännitevalintaan perustuva lämmönsäätöjärjestelmä

Tämä lämmönsäätöjärjestelmä on esitellyistä kolmesta tekniikaltaan vanhin ja sen käyttöä ei suositella uusissa vaihteenlämmitysasennuksissa.

Lämmönsäätöjärjestelmä perustuu vastusten syöttöjännitteen valintaan. Vaihteenlämmityksen muuntajalta saadaan väliulosottoja hyödyntämällä käyttöön seuraavat jännitteet: 400 V, 347 V ja 283 V. Käytettäessä näitä jännitteitä vastusten erotusmuuntajien syöttöjännitteinä voidaan vastusten lämmitystehoa säätää portaittain 1/1-, 3/4- ja 1/2-arvoihin. Vaihteenlämmityskeskuksesta on ohjauksia varten kontaktorit, ohjausapureleet sekä vaihteenlämmityksen ohjauksen valintakytkin, joiden avulla haluttu jänniteporras/teho asetetaan vaihteenlämmitykselle. Vaihteenlämmityskeskuksesta on lisäksi rajoitustermostaatti, joka estää ohjauskytkimen automaatti-asennossa vaihteenlämmityksen toiminnan säätöarvoa suuremmilla ulkolämpötiloilla (esim. +5 °C). Ulkotermostaattina käytetään kapillaaritermostaattia, jonka anturi sijoitetaan kaapin jalustan alaosaan.

Lämmityksen automaatti-asennossa ohjaus tapahtuu tässä järjestelmässä manuaalisesti painikkeilla junansuorittajan toimesta.

Tämän tyyppisellä lämmönsäätöjärjestelmällä voidaan ohjata yhtäaikaisesti usean, toisiaan lähellä olevan samanarvoisen vaihteen lämmitystä ns. lämmitysryhmänä.

7.3 Sääasemaan perustuva lämmönsäätöjärjestelmä

Vaihteenlämmityksen ohjaukseen voidaan käyttää sääasemaa, joka ohjaa vaihteenlämmityksen tarvittaessa päälle tai pois vallitsevien sääolosuhteiden mukaan.

Sääasemassa on optinen sadeanturi, ilman lämpötila-anturi ja ilman kosteutta mittaava anturi sekä mahdollisuus liittää kiskon lämpötila-anturi. Sääasema on ohjelmoitu niin, että em. mitattujen arvojen perusteella se ohjaa lämmitystä enemmän off-tilaan kuin tapahtuisi pelkän ulkotermostaatin ohjaamana silloin, kun ympäristön lämpötila on yli 0 °C ja alle ulkotermostaatin ohjearvon +5 °C. Ylempi lämpötila-asetusarvo kytkeytyy, kun lumisade tai esim. ohittavan junan aiheuttama tuisku on riittävän voimakas.

Sääasema liitetään ohjaamaan automaattisesti vaihteenlämmityskeskusta.

Sääaseman ohjaama vaihteenlämmitys toteutetaan seuraavasti: Kauko-ohjaaja voi ohjata vaihteenlämmityksen päälle kuten ennenkin. Sääasema ohjaa vallitsevan säätilan mukaan olosuhteisiin sopivan termostaatin asetusrvon ja tämän jälkeen lämmitystehon päälle.

Mikäli sääaseman toiminnassa on häiriö, kauko-ohjaajalla on mahdollisuus pakko-ohjata suurempi lämmitysteho päälle suoraan. Tämä pakko-ohjauksen maksimiaika rajoitetaan esim. aikareleellä 1–5 h

Sääaseman alemman lämpötilan ohjausrele kytetään vaihteenlämmityskeskukseen ulkotermostaatin tilalle, jolloin sääasema ohjaa pääkontaktorin kiinni tarvittaessa.

Sääaseman ylemmän lämpötilan ohjausreleen kärjet kytetään kauko-ohjauksen aikareleen kärkien rinnalle ohjaamaan erotusmuuntajille lämpötilan nostokäsky.

Lisäksi kauko-ohjauksen aikareleen toiset kärjet pakko-ohjaavat pääkontaktorin, sääasemasta riippumattomasti, kiinni.

Sääasema tarvitsee vaihteenlämmityskeskukseen 24 V/5 A DC apujännitelähteen.

7.4 Säätojärjestelmien asetusarvot

Ulkotermostaatti:

lämmitys pois päältä, jos oloarvo suurempi kuin asetusarvo +5 °C

Säätimen alempi lämpötila:

lämmitys päällä niin kauan, kunnes oloarvo saavuttaa asetusarvon +10 °C

Säätimen ylempi lämpötila:

lämmitys päällä niin kauan, kunnes oloarvo saavuttaa asetusarvon +40 °C

Sääaseman termostaatin alempi lämpötila:

lämmitys päällä niin kauan, kunnes oloarvo saavuttaa asetusarvon +xx °C

Sääaseman termostaatin ylempi lämpötila:

lämmitys päällä niin kauan, kunnes oloarvo saavuttaa asetusarvon +yy °C

7.5 Lämmönsäätöjärjestelmien kauko-ohjauksien tarkempi kuvaus

Määritelmä

Vaihteenlämmitysjärjestelmän kauko-ohjausjärjestelmänä käytetään nykyään turvalaitteita, jolloin ohjaajina toimivat junansuorittaja tai junaliikenteen kauko-ohjaaja. Tulevaisuudessa kauko-ohjausjärjestelmä voi olla jokin muukin ohjausjärjestelmä, sähköradan kaukokäyttöjärjestelmä tai vastaava. Kauko-ohjausjärjestelmällä tarkoitetaan kaikkia em. järjestelmiä.

Toimintaperiaate

Ohjaukcombinaatiot tapahtuvat kahdella ohjausreleellä. Ohjausreleiden toimintajännite tulee olla kauko-ohjausjärjestelmään sopiva, normaalisti 24 VDC, 48 VDC tai 60 VDC.

Ohjaustilojen merkitykset ovat seuraavat:

- Releet 1 ja 2 päästäneenä vastaa järjestelmän off-tilaa ja turvalaitteiden ohjaukomentoa LÄME
- Vaihteenlämmitysjärjestelmästä riippuen
 - rele 1 vetäneenä ja 2 päästäneenä vastaa ohjaustilaa 1/3 tai Läm1 tai automaatti (Lat) ja turvalaitteiden ohjaukomentoa LÄMA
 - rele 2 vetäneenä ja 1 päästäneenä vastaa ohjaustilaa 2/3 tai Läm2
 - rele 1 vetäneenä ja 2 vetäneenä vastaa ohjaustilaa 3/3 tai Läm3 tai manuaali (L2h) ja turvalaitteiden ohjaukomentoa LÄMK

Ilmaisukombinaatiot tapahtuvat kolmella ilmaisureleen potentiaali-vapailta koskettimilla.

Ilmaisutilojen merkitykset ovat seuraavat:

- Releet A, B päästäneenä sekä F1, F2 ja Th(Sa) (thermostat) päästäneenä tai vetäneenä vastaa ulostulossa 000-tilaa eli järjestelmän off-tilaa ja kauko-ohjausjärjestelmä näyttää valkoinen L-ilmaisua.
- Rele A, F1 ja F2 vetäneenä sekä releet B ja Th(Sa) päästäneenä vastaa ulostulossa 010-tilaa eli järjestelmän 1/3 ohjaustilaa ja kauko-ohjausjärjestelmä näyttää keltainen L-ilmaisua.
- Rele B, F1 ja F2 vetäneenä ja releet A ja Th(Sa) päästäneenä vastaa ulostulossa 001-tilaa eli järjestelmän 3/3 ohjaustilaa ja kauko-ohjausjärjestelmä näyttää punainen L-ilmaisua.
- Rele A tai B sekä F2 vetäneenä ja releet F1 sekä Th(Sa) päästäneenä vastaa ulostulossa 111-tilaa eli järjestelmässä on vika kiireysluokka 1 ja kauko-ohjausjärjestelmä näyttää vilkkuva punainen L-ilmaisua.
- Rele A tai B sekä F1 vetäneenä ja releet F2 sekä Th(Sa) päästäneenä vastaa ulostulossa 011-tilaa eli järjestelmässä on vika kiireysluokka 2 ja kauko-ohjausjärjestelmä näyttää vilkkuva keltainen L-ilmaisua.
- Rele A tai B ja F1, F2 ja Th(Sa) vetäneenä vastaa ulostulossa 100 tilaa eli järjestelmän tilaa vaihteenlämmitysalueella, ulkolämpötila on suurempi kuin lämmityksen päälle kytkeytymislämpötila (ohjearvo). Kauko-ohjausjärjestelmä näyttää vihreä L-ilmaisua.

Liitekuvassa 24 on toiminnallinen virtapiirikuva jossa ESTW on asetinlaite, WEICHENHEIZUNG on vaihteenlämmitysjärjestelmä, A ja B ohjausreleitä, F1 järjestelmän kiireellinen/laaja-alainen vika, F2 järjestelmän vähemmän kiireellinen/vähempi vaikutteinen vika, Th(Sa) on kesä/ulkotermostaatti ja 2 h on manuaaliohjauksen aikakello. Releet F1 ja F2 ovat perustilassaan vetäneinä, jonka merkinä on nuoli ylöspäin.

8 DIAGNOSTIIKKALAITTEET JA KAUKOKÄYTTÖ

8.1 Vaihteenlämmityskeskuksen ja kauko-ohjaajan (Ko)/ junansuorittajan (Js) välillä välitettävät tiedot

TIEDOT KO/JS - VAIHTEENLÄMMITYS- KESKUS	JÄNNITE- VALINTA- SÄÄTÖ	EROTUS- MUUNTAJA- KOHTAINEN SÄÄTÖ	SÄÄASEMA- KOHTAINEN SÄÄTÖ
Ohjaus lämmitys päälle		X (A-asento)	X (A-asento)
Ohjaus lämmitys päälle 1/2-teho	X		
Ohjaus lämmitys päälle ¾-teho	X		
Ohjaus lämmitys päälle 1/1-teho	X	X (K-asento)	X (K-asento)
Lämmitys päällä indikointi	X	X	X
Vikahälytys indikointi		X	X
Vaihteenlämmityskeskuksen ylijännitesuojien hälytys (kun syöttö yleisestä jakeluverkosta)		X F1 (tai F2)	X F1 (tai F2)
Erotusmuuntajan alivirtahälytys		X F1	X F1
Lämpöanturivika		X F1	X F1
Puolijohderelevika (Vuotovirta)		X F1	X F1

Hälytysten kiireellisyysluokat

F1= kiireellinen (välittömiä toimenpiteitä aiheuttava vika)

F2= ei kiireellinen vika (vika korjattava esim. huoltokierron yhteydessä tai ennen seuraavaa lämmityskautta)

Jännitevalintaan perustuvassa vaihteenlämmityksen ohjauksessa vikatiето vaihteenlämmityksen toimimattomuudesta muodostetaan junansuorittajalle ohjauksen ja käyttötilaindikoinnin ristiriita-hälytyksenä.

Erotusmuuntajakohtaisessa säädössä jokaisessa vaihteenlämmityskeskuksessa on oma vikavalvontakeskuksensa, johon on kerätty vaihde/erotusmuuntajakohtaisesti hälytyspisteet. Vikavalvontakeskuksesta voidaan todeta hälytyksen aiheuttanut vaihteenlämmityspiiri. Valvontakeskus valvoo mm. vaihdekohtaisesti erotusmuuntajien toisiopiirien virta-arvojen pysymistä sallituissa rajoissa, se myös ilmoittaa säätöpiirin lämpöantureiden tai puolijohderelevien rikkoontumisesta.

Ratapihoilla tms., joissa on runsaasti lämmitettäviä vaihteita, vaihteet voidaan ryhmitellä niiden käytön perusteella useammaksi lämmitysryhmäksi siten, että samanarvoiset vaihteet lämpiävät samoilla käyttöehdoilla. Tällöin sähkökeskuksista viedään vastaavasti lämmitysryhmien suhteessa tietoja kaukokäyttöön.

Kaukokäytön ohjausreleiden käyttöjännitteenä käytetään tällä hetkellä jännitteitä 24 VDC, 48 VDC ja 60 VDC asetinlaitteesta riippuen. Releiden käyttöjännite tulee aina tarkistaa aluekohtaisesti. Releiden tulee toimia luotettavasti myös nimellijännitettä alemmalla jännitetasolla sähkörataympäristössä. Indikointitiedot välitetään pääkontaktoreiden tai sen

ohjaamien apureiden potentiaalivapailta koskettimilta kaukokäyttöjärjestelmään.

Kauko-ohjaajalle (Ko)/junansuorittajalle (Js) vaihteenlämmityksen hälytyskeskuksen hälytystiedot viedään koottuina yhtenä hälytystietona F1 tai uusissa järjestelmissä, joissa asetinlaiteohjausjärjestelmä uusitaan kahtena F1- ja F2-hälytystietona tai yhtenä F1-hälytystietona ja jätetään hälytys F2 varalle myöhempiä mahdollisia tarpeita varten.

Vanhoihin ohjausjärjestelmiin liityttäessä lämmityksen ohjauskombinaatioita ja ohjausten ja hälytysten indikointia joudutaan sovelta-
maan.

Sähköistämättömillä radoilla, joissa vaihteenlämmityksen energia otetaan muualta kuin ratajohdosta, tulee vaihteenlämmityksen kuluttaman energian mittausta olla mahdollista liittää kaukoluentaan. Tämä on huomioitava sekä keskuksen suunnittelussa että kaapeloinnissa.

9 VALAISTUS

9.1 Vaihdealue- ja ratapihvalaistusvalaistus

Vaihdealueiden tulee olla valaistuja huomioon ottaen niiden erilaiset käyttö-, turvallisuus- sekä huoltovaatimukset, jotka riippuvat vaihteiden sijoituspaikasta.

Vaihde- ja rata-alueen valaistukselle on esitetty suosituksia Ratahallintokeskuksen julkaisussa Ratapiha- ja matkustaja-aluevalaistussuosituksien /11/. Julkaisussa on esitetty vaaditut tasot mm. valaistuksen voimakkuudelle, tasaisuudelle sekä häikäisylle erityyppisillä rata- ja vaihdealueilla.

Vaihdealueen valaistuksen sähkönsyöttö liitetään urakka-asiakirjojen mukaisesti joko normaaliin sähköjakeluverkkoon tai sähköraataan.

Yleisin tapa on liittää valaistuksen sähkönsyöttö vaihdealueen lähellä olevaan sähkökeskukseen, joka saa sähkönsä paikallisen sähkölaitoksen jakeluverkosta.

Vaihdealueen valaistuksen sähkönsyöttö voidaan myös liittää sähköistetyllä radalla ajolangasta sähkönsä saavaan vaihteenlämmityskeskukseen. Tässä tapauksessa valaistuksen tarvitsema sähkö syötetään valaistukselle vaihteenlämmityskeskukseen viereen sijoitetun jännitestabilisaattorin kautta (liite 19).

Vaihdealueiden valaisimina tulee käyttää omiin valaisinympäisiinsä sijoitettuja, tarkoitukseen soveltuvia valaisimia tai vaihtoehtoisesti valaisinmastoihin sijoitettuja valonheittäjiä. Sähköradan pylväisiin ei saa asentaa valaisimia.

Lampputyyppeinä valaisimissa käytetään pitkäikäisiä suurpaine-natriumlamppuja.

Valaistuksen ohjaus

Vaihdealueen ja ratapihvalaistus tulee voida ohjata päälle ja pois sekä sähköpääkeskuksesta (K-O-A-kytkimellä) että myös vaihdealueelle ja asetinlaiterakennukseen sijoitetuilla ohjauspainikkeilla.

Sähkökeskuksen kytkimen K-asennossa valot saadaan palamaan jatkuvasti mm. valaistushuoltoja tehtäessä. A-asennossa valaistus voidaan kytkeä painonapeilla ratapihalta tai asetinlaiterakennuksesta keskuksessa sijaitsevaan kellolaitteeseen valituksi ajaksi, mikäli hämäräkytkimen asetusarvo on ylitetty. Valaistuksen tulee sammua joko hämäräkytkimen asetusarvon alituttua tai kun kellokytkimen esivalittu aika on kulunut, tai mikäli painonapeista kytketään valot pois (liite 25).

Lisäksi tulee huomioida se, että painikkeilla pimeällä sytytetty vaihdealuevalaistus sammuu automaattisesti valoisan tullessa eikä syty uudelleen hämärän tullessa, ellei painiketta ole painettu.

Erillisten ohjauspainikkeiden tarkoituksenmukainen sijoitus ja lukumäärä tulee tarkistaa kohdekohtaisesti. Valaistuksen ohjauspaikat tulee valita siten, että kulku vaihteelta ko. vaihteen valaistuksenohjauspainikkeille ei muodostu pitkäksi.

Sähköpääkeskuksessa tulee olla valaistuksen kauko-ohjauksen liityntärajapinta. Ohjausta varten tulee olla, ohjausjärjestelmästä riippuen, 24 VDC, 48 VDC tai 60 VDC ohjausrele sekä valaistuksen päällä olon ilmaisuun potentiaalivapaa kosketin. Sähköpääkeskus tulee olla varustettu kellolla, joka asetetaan toimintaan ohjauspulssin nousevalla reunalla ja toiminta aika-alue on 0–10 h ja asettelu on tehty 2 h ajalle.

9.2 Vaihteenlämmityskeskukseen liitetty vaihdealuevalaistuksen jännitestabilisaattorikeskus

Liitteessä 19 on esitetty vaihdealuevalaistuksen syöttö vaihteenlämmityskeskuselta, jännitestabilisaattorin periaate.

9.2.1 Käyttöolosuhteet

Stabilisaattorikeskus sijoitetaan ulos valaistavalle vaihdealueelle sitä syöttävän vaihteenlämmityskeskukseen läheisyyteen.

Stabilisaattorikeskus liitetään vaihteenlämmityskeskukseen 400 V tai vaihtoehtoisesti 230 V:n jännitteeseen. Suositeltavin tapa on kuitenkin liittää stabilisaattorikeskus 400 V jännitteeseen silloin, kun sellainen on saatavilla. Stabilisaattorikeskus syöttää energiaa vaihdealuevalaistukselle sekä huoltopistorasialle (ks. liite 9).

9.2.2 Stabilisaattorikeskustaapin jalusta

Rakenne	Kuumasinkitty teräksinen jalusta; kaikkien ruuvien yms. oltava ruostumattomia.
Korkeus	Korkeus n. 1100 mm
Etulevy	Etulevyn oltava kahdessa osassa irrotettava, levyjen korkeus oltava yhteensä n. 800 mm

9.2.3 Stabilisaattorikeskuksen rakenne

Rakenne	Korroosiosuojattu metallinen jakokaappi, valmistettu vähintään 3 mm vahvuisesta alumiinista tai vähintään 2 mm teräksestä. Kaikki ruuvit, saranat, yms. oltava ruostumattomia; keltapassivointi ei ole hyväksyttävä suojaustapa.
---------	--

Kotelointiluokka:	IP54
Kuljetus	Keskus varustetaan nostosilmukoin
Korkeus	Maksimikorkeus n.1000 mm
Väri	RAL 7032
Ovet	Ovien on avauduttava 180°
Lukitus	Ovi varustetaan kolmioavainlukituksella
Tunnus	Muodostuu liikennepaikan lyhenteestä, merkinnästä LM, muuntajan numerosta sekä merkinnästä STAB (esim. EPO LM1 STAB). Kiinnitetään kaapin oveen.
Tunnuskilven materiaali	Kaiverrettu kerrosmuovi (musta teksti, valkoinen pohja), kirjainkoko 40 mm.
Huomioitavaa	Mitoituksissa, jäähdytyksessä huomioitava stabilisaattorin ja muuntajan lämpeneminen kuormitustilanteessa.

9.2.4 Sähköteknilliset vaatimukset stabilisaattorikeskukselle

Nimellisjännite	400 V/230 V (jännite valitaan syöttävän 1-vaihemuuntajan mukaisesti)
Taajuus	50 Hz
Keskuksen nimellisvirta:	40 A
Oikosulkuvirtakestoisuus	Terminen nimelliskestovirta $I_{ts} (I_{cw}) < 5 \text{ kA}$ Dynaaminen nimelliskestovirta $I_{dyn} (I_{pk}) \text{ -- kA}$

9.2.5 Merkinnät

Kaikki kojeet merkitään piirustusten mukaisin tunnuksin. Merkintöjen materiaalina voidaan käyttää kaiverrettuja kilpiä ja liimattavia tarroja.

Keskus on varustettava suomenkielisellä arvokilvellä, johon on merkitty ainakin seuraavat asiat: valmistaja, keskustyyppe, kotelointiluokka, nimellisjännite, nimellisvirta, taajuus, oikosulkukestoisuus, valmistusvuosi ja tarvittaessa suojaeristyksen merkintä (keskuksen sisäisten merkintöjen pitkäaikainen pysyvyys ja luettavuus varmistetaan merkintöjen jälkeen tehtävällä lakkauksella).

9.2.6 Kalustus

Kalustustapa	Keskitetty
Kalustuksen tyyppi	Kiinteä
	Keskuksen rakenteen tulee olla sellainen, että se on kosketussuojattu käyttötoimenpiteenä käytettävien laitteiden osalta.
Kytkimet	Pääkytkin sijoitetaan kaapin sisäpuolelle.
Moottorinsuojakytkin	Moottorinsuojakytkin mitoitetaan ja säädetään kuormituksen mukaan siten, että se suojaa jännitestabilisaattoria ylikuormitukselta.
Stabilisaattori	Ensiöjännite 400 V/ 230 V (jännite valitaan syöttävän 1-vaihemuuntajan mukaisesti). Toisiojännite 230 V, jännite ensiöpuolella vaihtelee välillä 320–400 V/180–230 V. Stabilisaattori mitoitetaan kuormituksen mukaan. Stabilisaattori tulee virittää siten, että sille asetetulla kuormalla sen tehokerroin verkkoon päin on lähellä arvoa 1.
Muuntaja	Ensiöjännite 400 V, toisiojännite 230 V, muuntaja mitoitetaan siten, että se kykenee syöttämään toisiopuolella 16A 230 V:n jännitteellä. Muuntaja tulee olla varustettu jännitesäädöllä 2 x 5 %.
Valaistuslähtö	Valaistuslähtö varustetaan keskuksessa olevalla vikavirtasuojalla $I_{rsd} = 30 \text{ mA}$.
Pistorasialähtö	Pistorasialähtö varustetaan vikavirtasuojalla $I_{rsd} = 30 \text{ mA}$ valaisinpylväällä
Liittimet	Keskukselle tulevat ja siitä lähtevät kaapelit on kytkettävä rivi- tai vaihtoliittimiin.
Ruuvit	Kaikki ruuvit, saranat yms. oltava ruostumattomia.

9.2.7 Dokumentointi

Mittaus- ja tarkistuspöytäkirjat, takuu- sekä muut asiakirjat luovutetaan viranomaisten ja urakka-asiakirjojen vaatimusten mukaisesti.

Keskuksesta tulee olla ainakin seuraavat dokumentit: Pääkaavio, koje-luettelo, keskuksen kokoonpanopiirustus sekä mittaus- ja tarkistus-pöytäkirjat.

9.2.8 Takuu

Keskustoimituksen takuu määräytyy hankinta- ja sopimusasiakirjojen mukaisesti.

10 ASENNUSOHJEITA, LAITTEIDEN SIJOITUSOHJEITA

Näissä ohjeissa on käsitelty ajojohdosta energiansa ottavan vaihteenlämmitysjärjestelmän sähköasennuksia ja laitesijoituksia vaihteenlämmitysmuuntamolta lämmitysvastusten kytkentärasialle.

10.1 Maadoitukset

Vaihteenlämmitysmuuntamoiden maadoittaminen

Maadoitus voidaan tehdä kolmella eri tavalla:

- ensiöpuolen X-napa yhdistetään paluujohtimeen
- ensiöpuolen X-napa yhdistetään M-johtimeen
- ensiöpuolen X-napa maadoitetaan vaihteenlämmitysmuuntajapylvään kautta.

10.1.1 Ensiöpuolen X-napa yhdistetään paluujohtimeen

Tätä tapaa käytetään, kun paluujohtin on muuntamon lähellä (radan pituussuunnassa enintään 2 jänteen päässä ja poikittaissuunnassa samalla portaalilla kuin muuntamo) tai muuten niin lähellä muuntamoa, että yhdistäminen on mahdollista.

X-napa yhdistetään paluujohtimeen liitäntäjohtimella (Oxlip). Liitäntäjohtin kiinnitetään paluujohtimen molempiin osajohtimiin yhdensuuntaisliittimellä.

Jos paluujohtimen Oxlip-osajohtimet on korvattu muuntamon kohdalla yhdellä Canna-johtimella, liitäntäjohtin kiinnitetään paluujohtimeen yhdensuuntaisliittimellä Oxlip/Canna. Ylimääräisten PKL:ien välttämiseksi liitäntäjohtin on eristettävä pylväistä paluujohtimen rullaeristimin, eikä X-napaa saa yhdistää ao. vaihteenlämmitysmuuntajapylvääseen.

Yksittäisen vaihteenlämmitysmuuntajapylvään suojamaadoitus tehdään PKL-pylvään maadoitusta vastaavalla tavalla, lisäksi pylväs varustetaan potentiaalilin ohjauselektrodilla. Jos vaihteenlämmitysmuuntamo on sijoitettu portaalille, maadoitetaan edellä esitetyllä tavalla se portaalin jalka, jossa muuntamo on.

Liitteessä 20 kuvassa 2 on periaatepiirustus X-navan yhdistämisestä paluujohtimeen ja pylvään suojamaadoittamisesta.

10.1.2 Ensiöpuolen X-napa yhdistetään M-johtimeen

Tätä tapaa käytetään, kun M-johtin on muuntamon lähellä (etäisyyssäntö on sama kuin paluujohtimella, ks. kohta 1). M-johtimella tarkoitetaan ilmajohtomaista maadoitusjohdinta, jollaisia ovat reduktiojohtin (R-johtin) sekä ilmassa oleva keräilyjohtin tai kiskonvarmistusjohtin (K-johtin).

Jos M-, R- tai K-johdin sijaitsee samalla pylväsrakenteella kuin muuntamo (esim. samalla portaaliiorrella), X-napa voidaan yhdistää M-, R- tai K-johtimeen pylväsrakenteen kautta. X-napa yhdistetään ao. pylväsrakenteeseen kaapelikengällä.

Liitteessä 20 kuvassa 3 on periaatepiirustus X-navan yhdistämisestä M-, R- tai K-johtimeen ja pylvään suojamaadoittamisesta.

2 x 25 kV -järjestelmässä muuntajan X-napa kytketään M-johtimeen liitteen 20 kuvan 3 mukaisesti.

10.1.3 Ensiöpuolen X-napa maadoitetaan vaihteenlämmitysmuuntajapylvään kautta

Tätä tapaa käytetään, kun muuntamon lähellä ei ole paluujohdinta eikä M-, R- tai K-johdinta. X-napa liitetään ao. vaihteenlämmitysmuuntajapylvääseen 120 mm² kuparijohtimella ja kaapelikengällä (kuten kohdassa 2). Tämä vaihteenlämmitysmuuntajapylväs maadoitetaan kahden – mieluummin eri puolilla pylvästä sijaitsevan – raiteen paluukiskoon. Kumpaankin raiteeseen maadoitus tehdään PKL-pylvään maadoitusta vastaavalla tavalla; lisäksi pylväs varustetaan potentiaaliohjaus-elektrodilla. Yksikiskoisen raidevirtapiirin alueella vaihteenlämmitysmuuntajapylväs maadoitetaan paluukiskoon suoraan, kaksikiskoisen raidevirtapiirin alueella taas impedanssisillan keskipisteen kautta.

Kaiken kaikkiaan pylväs tulee siis maadoitetuksi kuudella varsinaisella maadoitusjohtimella. Jos vaihteenlämmitysmuuntamo on sijoitettu portaalille, maadoitetaan edellä esitetyllä tavalla se portaalin jalka, jossa muuntaja on. Vaihtoehtoisesti voidaan maadoittaa muuntajan käsittävä portaalin jalka paluukiskoon kolmella johtimella ja jokin muu saman portaalin jalka toisen raiteen paluukiskoon kolmella johtimella.

Yksikiskoisen raidevirtapiirin alueella yhdistetään suojamuuntajille menevien kaapeleiden vaipat vaihteenlämmitysmuuntajapylvääseen ja paluukiskoon. Kaksikiskoisen raidevirtapiirin alueella kaapelin vaipat yhdistetään paluukiskoon impedanssisillan keskipisteen kautta.

Liitteessä 20 kuvassa 1 on periaatepiirustus X-navan maadoittamisesta vaihteenlämmitysmuuntajapylvään kautta.

10.1.4 Muut maadoitukset

Liitteissä 3.1–3.7, 9, 17.1, 17.2, 17.3, 17.4, 20, 21.1 ja 21.2 on esitetty vaihteenlämmitysmuuntajaan, vaihteenlämmityskeskukseen, erotusmuuntajiin sekä lämmitysvastuksien kytkentään liittyviin laitteisiin liittyviä maadoituksia.

Maadoitusten liitântätapana sähköradan paluu(virta)kiskoon käytetään ns. 'Cembre'-liitostekniikkaa.

10.2 Ylijännitesuojien asentaminen

A-napa

Muuntajan ylijännitepuolen A-napaan asennetaan aina ylijännitesuoja

X-napa

X-navan kytkeminen:

Sähkösuunnittelija määrittää sen mihin X-napa kytketään. Suositelluin tapa on kytkeä X-napa paluujohtoihin M-, K- tai R-johdon sijasta, koska M-, K- tai R-johtoa pidetään suojajohtimena ja siinä ei saisi normaali-tilanteissa kulkea kuormitusvirtoja.

X-navan kytkeminen paluujohtimiin:

Kun muuntajan X-napa kytketään paluujohtoon/-johtoihin, asennetaan aina ylijännitesuoja suojaamaan X-napaa. Ylijännitesuojan toisesta päästä asennetaan johto X-napaan ja toinen pää yhdistetään muuntajan kannen maadoitusliittimeen (silloin, jos ylijännitesuoja kiinnitetään suojan panta-kiinnityksellä muuntajan sivuun) tai ylijännitesuoja kiinnitetään toisesta päästä muuntajassa olevaan ylijännitesuojan kannattimeen. (Muuntajissa tehdastoimituksena oleva yhdysjohdin X-navasta muuntajan kannen maadoitusliittimeen poistetaan.)

X-navan kytkeminen M-, K- tai R-johtimeen:

Kun muuntajan X-napa kytketään M-, K- tai R-johtimeen, ylijännitesuojaa ei asenneta ja X-napa yhdistetään yhdysjohtimella muuntajan kannella olevaan maadoitusliittimeen. Yhdysjohdin on uusissa muuntajissa asennettu tehdastoimituksena.

10.3 Vaihteenlämmityskeskus ja erotusmuuntajat

Vaihteenlämmityskeskus ja erotusmuuntajat on sijoitettava ATUn määräykset huomioiden (ATU on määritelty Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RAMO) osassa 2 Radan geometria /1/).

Laitteiden sijoituksissa on pyrittävä siihen, että ne asennetaan sähkörata-pylvään tai jonkin muun kiinteän rakenteen vierelle, jotta ne eivät olisi kulkureiteillä ja että ne olisivat paremmin suojassa työkoneilta.

Keskuskaapit tulee pyrkiä suuntaamaan siten, että niiden ovet avautuvat pois päin radalta. Liitteessä 26 on esitetty eri sijoitusvaihtoehdot.

Vaihteenlämmityskeskus ja erotusmuuntajakeskukset asennetaan omille jalustoilleen.

Jalustat tulee niiden asennuksen yhteydessä kiinnittää ja tukea maahan upotettuihin, niitä varten asennettuihin, niitä tukeviin rakenteisiin, esimerkiksi erotusmuuntajat vähintään 1 metrin pituisiin kestopuu-lankkuihin (100 x 50) tai lattarautoihin (5 x 100). Jalustat tulee asentaa vaakasuoraan siten, että jalustan yläosasta jää noin 300 mm maanpinnan yläpuolelle.

Erityisesti silloin, kun asennetaan useampia erotusmuuntajia vierekkäin, tulee kiinnittää huomiota siihen, että muuntajat ovat suorassa linjassa toisiinsa nähden.

Erotusmuuntajiin ja vaihteenlämmityskeskukseen liittyvät kaapelit on kiinnitettävä jalustojen tukirakenteisiin kaarikiinnikkein.

10.4 Kaapeloinnit ja johtotiet

Kaapeloinneissa ja johtoteiden rakentamisessa tulee ottaa huomioon ao. asennuksia koskevat määräykset, tällaisia ovat mm.

SFS-käsikirja 144 Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus /12/

Maakaapeleiden kaivu- ja asennusohjeet /2/

Johtoteiden suunnitteluohjeet /4/

Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella /3/

Johtoteiden yleinen työselitys /6/

Voimassa olevassa pienjännitesähköasennuksia koskevassa standardissa SFS 6000 ei ole yksityiskohtaisia kaapelityyppien valintaan liittyviä ohjeita. Velvollisuus näiden ohjeiden antamisesta kuuluu ensisijaisesti kaapelien ja johtimien valmistajalle.

Niihin sähkölaitteistoihin ja asennuksiin, joita sähkölaitteita koskevat standardit eivät kata, kaapelit ja johtimet on valittava standardin SFS 6000 mukaisesti. Kaapelien valinnassa ja asentamisessa on noudatettava valmistajan antamia kaapelin käsittely- ja asennusohjeita.

Jos vaihdealueella on betonirakenteisia kaapelikanavia, niitä on pyrittävä hyödyntämään kaapeloinneissa. Kaapelointien raiteenalituksissa tulee käyttää kaapeleiden suojaputkina 110 mm A-luokan putkia, jotka tuodaan pintaan taipuisalla A-luokan putkella. Kaikkiin alitusputkiin tulee asentaa vetolangat ja varalle jääviin putkiin päihin myös suojatulpat.

Lumenilmaisulaitteistolla tai erotusmuuntajakohtaisella säädöllä varustettujen vaihteenlämmitysten ohjaus-, säätö- ja hälytyskaapelit tulee valita, asentaa ja kytkeä laitetoimittajan ohjeiden mukaisesti. Kytkenöissä tulee välttää suojajohtimien kautta syntyviä virtasilmukoita.

10.5 Nousu- ja ryhmäjohtojen merkinnät

Nousu- ja ryhmäjohtot merkitään molemmista päistään käyttämällä pysyvästi kiinnittyvää kaapelimerkkiä, josta tulee ilmetä kaapelin numero, sen laitteen koodi, johon vastakkainen pää on kytketty ja kaapelin laji poikkipintoineen. Merkinnöillä tulee olla pitkäaikainen pysyvyys ja luettavuus (hyväksyttävänä merkintänä voidaan pitää esim. 'alumiinidymoa' tmv. ulkokäyttöön soveltuvaa merkintää).

10.6 Kaapelointi pylväsmuuntajalta vaihteenlämmityskeskukselle

Suositteluvat kaapelityypit on esitetty liitteessä 3.

Kaapelit kytketään sekä muuntajan että vaihteenlämmityskeskuksen päässä kaapelikenkiä käyttäen. Kaapelin läpivientinä muuntajan kytkentäkotelolle voidaan käyttää esimerkiksi Selcast II/48 ja II/2x48 valumuovipäätteitä.

Kaapelointitienä muuntajalta alas pylvään juurelle käytetään muuntajapylvääseen kiinnitettyä kaapelihyllyä, johon kaapelit on kiinnitetty kaarikiinnikkein. Muuntajapylvään alapäässä kaapeloinnit on suojattava kaapelihyllyn suojalevyllä kahden metrin korkeuteen maasta.

10.7 Kaapelointi vaihteenlämmityskeskukselta erotusmuuntajille

Kaapelina käytetään AMCMK-tyypin voimakaapelia, jossa on konsentrinen suojajohdin. Kaapeli kytketään siten, että 3-johtimisen kaapelin 2 johdinta toimivat rinnankytkettyinä virtapiiriin toisena johtimena, toinen johdin on yksijohtiminen; 4-johtimisesta kaapelista voidaan tarvittaessa kytkeä kaksi johdinta pareittain vaihe ja nolla-johtimiksi (nolla on merkittävä tällöin sinisellä). Kaapelin konsentrinen suojajohdin yhdistetään vain vaihteenlämmityskeskuksen päässä PE-kiskoon. Ketjutettaessa kaapeleita erotusmuuntajakeskuksilla PE-liittimen pitää olla eristetty ketjutettavien keskuksien rungosta (ts. kaapelin vaippa maadoitetaan vain syöttävästä päästä). Erotusmuuntajan PE-kisko maadoitetaan Cu25- johtimella paluukiskoon. (Ks. liitteet 17 ja 21.)

Kaapelin mitoituksessa ja suojauksessa on otettava huomioon kaapelin ja sen johtimien kuormitettavuuden lisäksi erityisesti oikosulkuvirrat sekä jännitteen alenema, jotka usein muodostuvat määrääviksi tekijöiksi kaapelivalinnoissa.

Erotusmuuntajissa on syöttökaapelien liittimet ja läpiviennit mitoitettu siten, että niissä voidaan tarvittaessa ketjuttaa sähkönsyöttöjä.

Uusissa vaihteissa kaapelointi tehdään vaihteen muuntajanpuoleiselta liityntärasialta suojaerotusmuuntajalle MCMK-tyypin kaapelilla.

Vanhoissa vaihteissa molempien vaihteenpuolien sauvapareille asennetaan omat kaapelinsa.

Erotusmuuntajan vastakkaisella puolella sijaitsevalle tukikiskon vastusparille ei uusissa YV54 ja YV60 -betonipölkkyvaihteissa tarvita alitusta, koska vaihteisiin on tehty valmiiksi putkitus kytkentärasioden välille tarkoitusta varten asennetuissa reikäpölkkyissä. Muissa tapauksissa voidaan käyttää raiteenalitusta. Kielilämmityksillä varustetuissa vaihteissa tarvittavat lisäjakorasiat tulee olla mekaanisesti suojattuja.

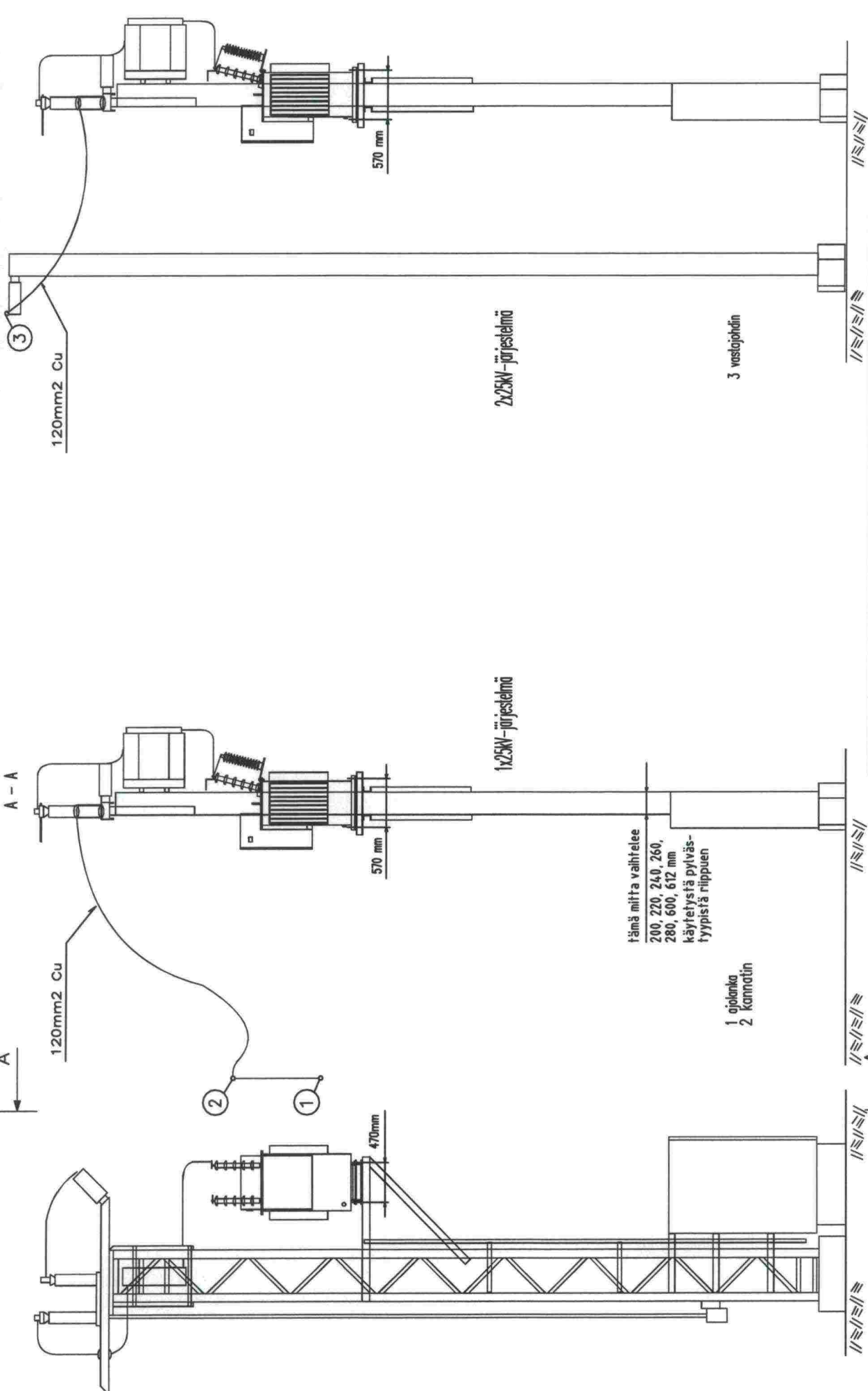
Vaihteenlämmityksen vastusten muoviset kytkentärasiat, niiden mekaaniseksi suojaksi asennettavat teräskotelot sekä lämmitysvastusten eristystarvikkeet kuuluvat uusissa vaihteissa, silloin kun vaihde toimitetaan varusteltuna, vaihdetoimitukseen. Vanhojen asennusten muutostöissä laitteiden hankinnat ja asennukset tulee sopia tapauskohtaisesti. Vastussauvojen lämpöeristys (polyuretaani +alumiinisuojaus) tulee kiinnittää tarkoitukseen varatuilla jousikiinnikkeillä noin 600 mm välein.



Erotusmuuntajan toisiopuoli kytketään siten, että eri kiskopuolen vastuksia syöttävät eri toisiokäämit. Erotusmuuntajan ja vaihteen kytkentärasian välisen kaapelin vaippaa ei saa kytkeä lämmitysvastuksen jakorasian päässä (vrt. liitteet 12–17).

Vastusten kytkentärasialla tulee olla valmiista asennuksesta mitattaessa 220 V vastuksilla vähintään 210 V jännite ja 230 V vastuksilla vähintään 220 V jännite. Jos vastusten resistanssi R_n on +10 %, vastuksille syötetään 5 % korkeampi jännite ja vastaavasti jos resistanssi R_n on -5 %, vastuksille syötetään 2,5 % alhaisempi jännite, jotta vastuksilta saadaan nimellisteho käyttöön.

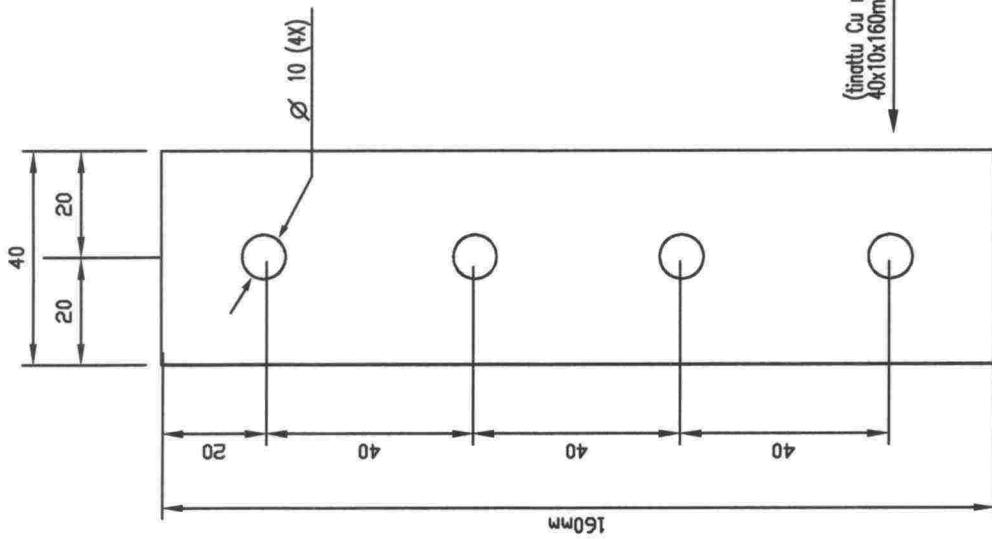
VIITELUETTELO

- /1/ Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RAMO), Ratahallintokeskus 1995–2006
- /2/ Maakaapeleiden kaivu- ja asennusohjeet, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 7, 2001
- /3/ Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 13, 2004
- /4/ Johtoteiden suunnitteluohjeet, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 6, 2004
- /5/ Sähköratamääräykset, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 16, 2006
- /6/ Johtoteiden yleinen työselitys, Ratahallintokeskuksen julkaisu D 14, 2003
- /7/ Ratatyön kelpoisuusvaatimukset, Ratahallintokeskus 304/623/06
- /8/ Rautatiejärjestelmän liikenneturvallisuustehtäviä hoitavien henkilöiden terveydentilavaatimukset (TEV), Ratahallintokeskus 2005
- /9/ Geodeettiset mittaustyöt, Ratahallintokeskuksen julkaisu D 15, 2003
- /10/ Radan merkkien tekniset toimitusehdot, Ratahallintokeskus 554/731/06
- /11/ Ratapiha- ja matkustaja-aluevalaistussuositukset, Ratahallintokeskus 1380/733/98
- /12/ SFS-käsikirja 144: Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus

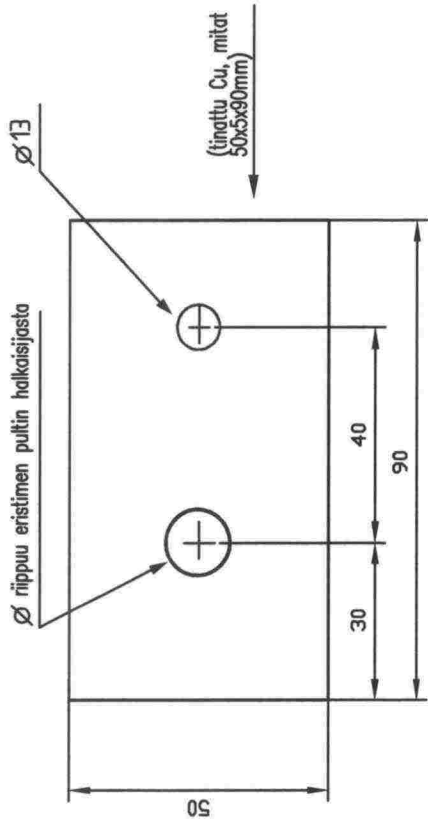


				VAIHTELÄMMITYSMUUNTAJAN PVLÄSÄENNUS PERIAATEPIIRUSTUS, LIITÄNTÄ 1x25kV TAI 2x25kV JÄRJESTELMÄÄN	
PYM	HYV.	SUUNN. AHÄ	PIIRT. MYO	PYM	23.01.2005
		TARK. JIMÄ	HYV.	MK	
					PRJ. NO

Johtimien Haaroitusalus

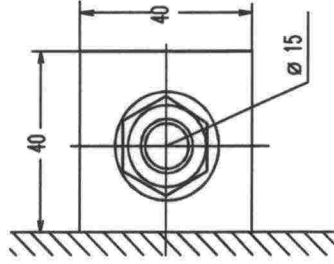
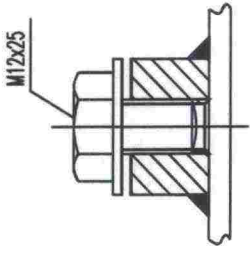


Ratajohdon liitäntä-kappale muuntajan ensioeristisiin



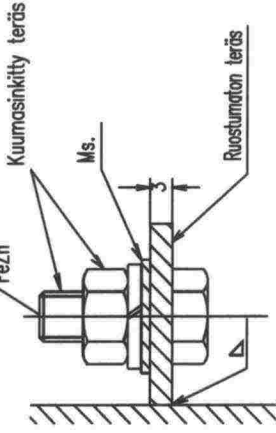
Osa 16, Cu-Liitäntä kappale

Maadoituskorvake VAIHTOEHTO I



M12x30

(tinattu Cu mitat 40x10x160mm)



Maadoituskorvake VAIHTOEHTO II



Oy VR-Rata Ab
Rautatiesuunnittelu

VAIHTEENLÄMMITYSMUUNTAJAN JOHTIMIEN HAAROITUSALUSTA
AJOJOHTIMEN LIITÄNTÄKAPPALE, MAADOITUSKORVAKE

PVM
HYV.

SUUNN. AHÄ
TARK. JMA

PIIRT. MYO
HYV.

PVM 30.01.2004
MK

PFR. NO

Paluujohtin

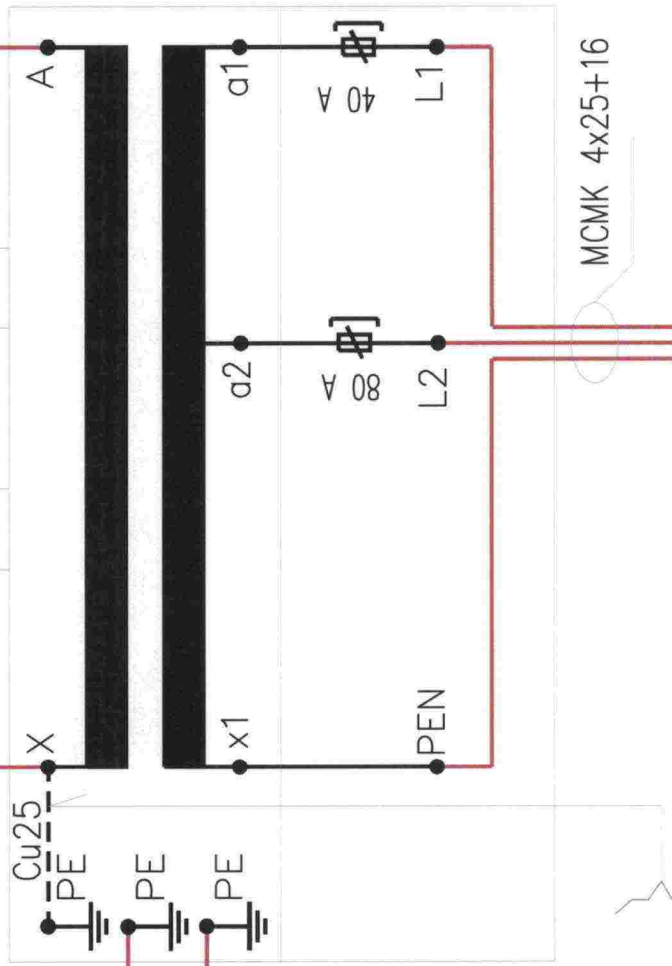
Ajojohtin

600 A

6,3 A

JÄNNITTEET
 A - X : 27500 V
 a1 - x1 : 400 V
 a2 - x1 : 230 V

TEHO (ulostulo)
 20 kVA muuntaja
 a1 - x1 : 16,2 kVA (*
 a2 - x1 : 15,8 kVA (*
 (* samanaikainen
 kuormitus on 20 kVA



kannen yhdistys
 pylvääseen

tankin yhdistys
 pylvääseen

Huomautus!)

Tämä yhdistys poistetaan, kun muuntajan X-napaan asennetaan ylijännitesuoja

Kun X-liitin on kytketty M-, K- tai R-johtimeen yhdistys jää käyttöön ja ylijännitesuojaa ei asenneta

VAIHTEENLÄMMITYSMUUNTAJA
 20kVA/ 27500/ 400/ 230V
 KOJEIDEN MITOITUSTIEDOT



RATAHALLINTO-
 KESKUS
 BANFÖRVALTNI ANS-
 CENTRALEN

Oy VR-Rata Ab
 Rautatiesuunnittelu

PVM

SUUNN. MÄNNIKÖ

PIIRIT. MÄNNIKÖ

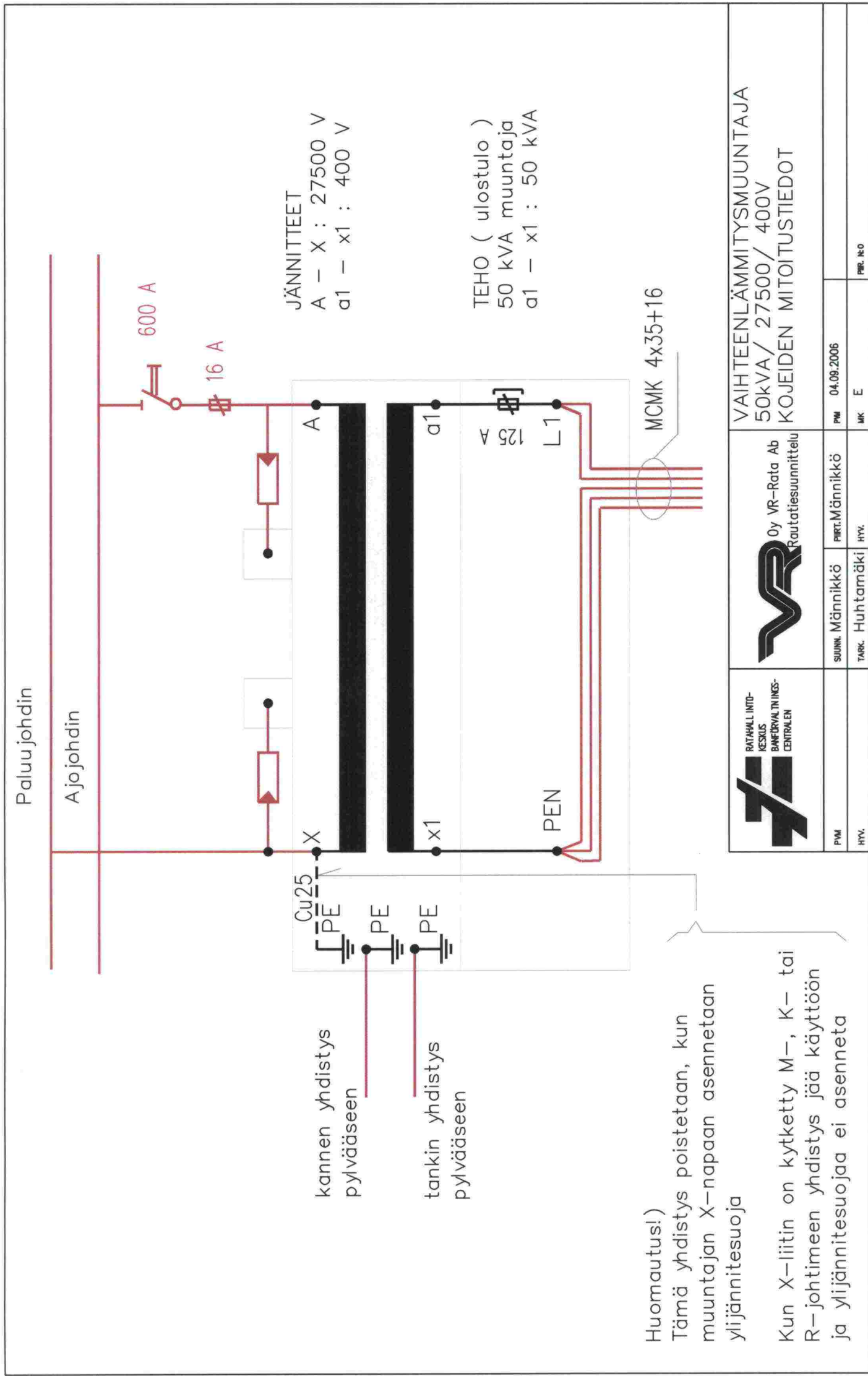
PVM 04.09.2006

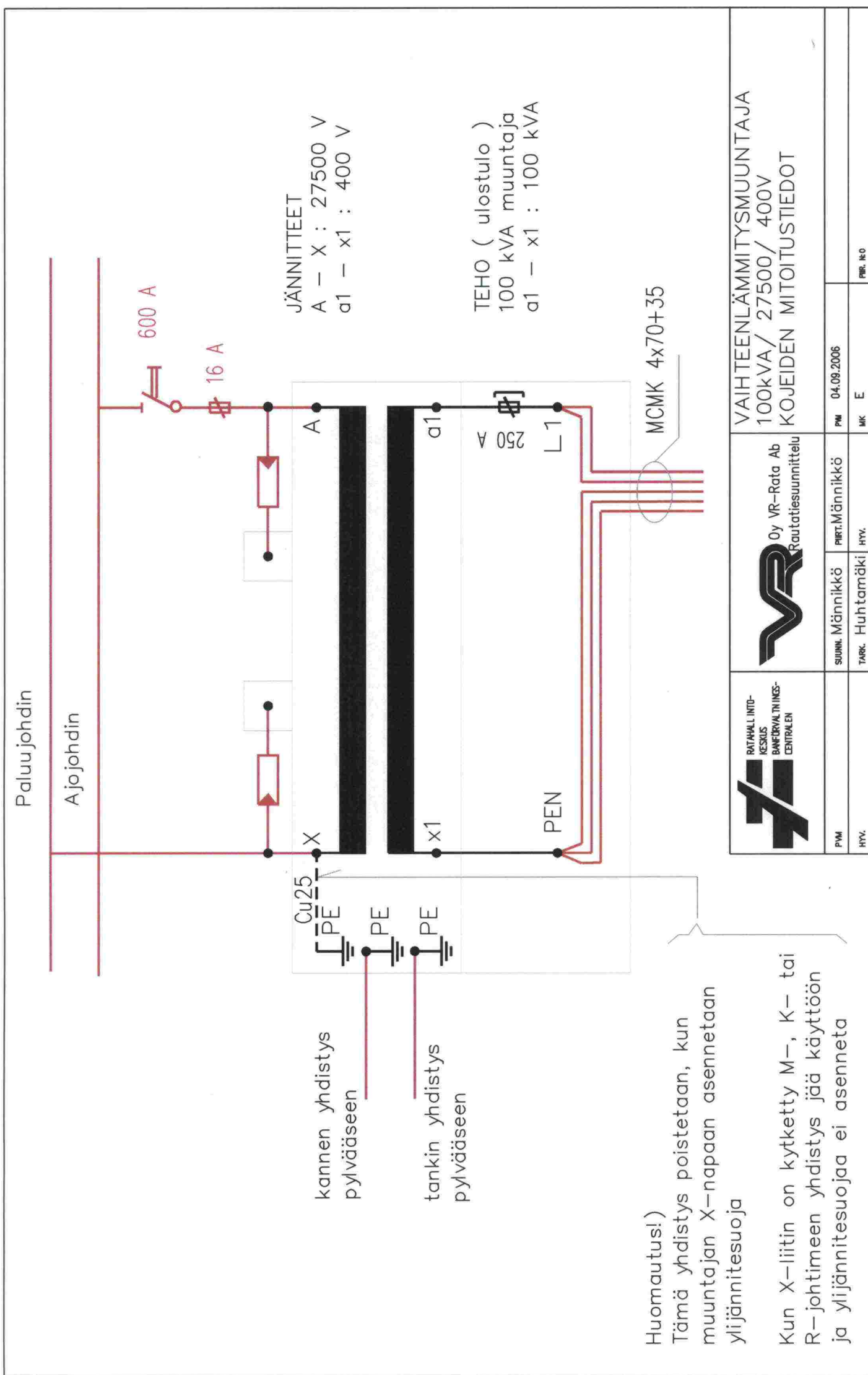
HYV.

TARKK. HUHTAMÄKI

MK E

PIIRI N:O





VAIHTEENLÄMMITYSMUUNTAJA
100kVA/ 27500/ 400V
KOJEIDEN MITOITUSTIEDOT

VR
Oy VR-Rata Ab
Rautatiesuunnittelu

RATAHALLINTO-
KESKUS
BANFÖRVAL TN INGS-
CENTRALEN

PVM	SUUNN. MÄNNIKÖ	PIK. MÄNNIKÖ	PVM	04.09.2006
HYV.	TARK. HUHTAMÄKI	HYV.	MK	E
				PBR. 16.0

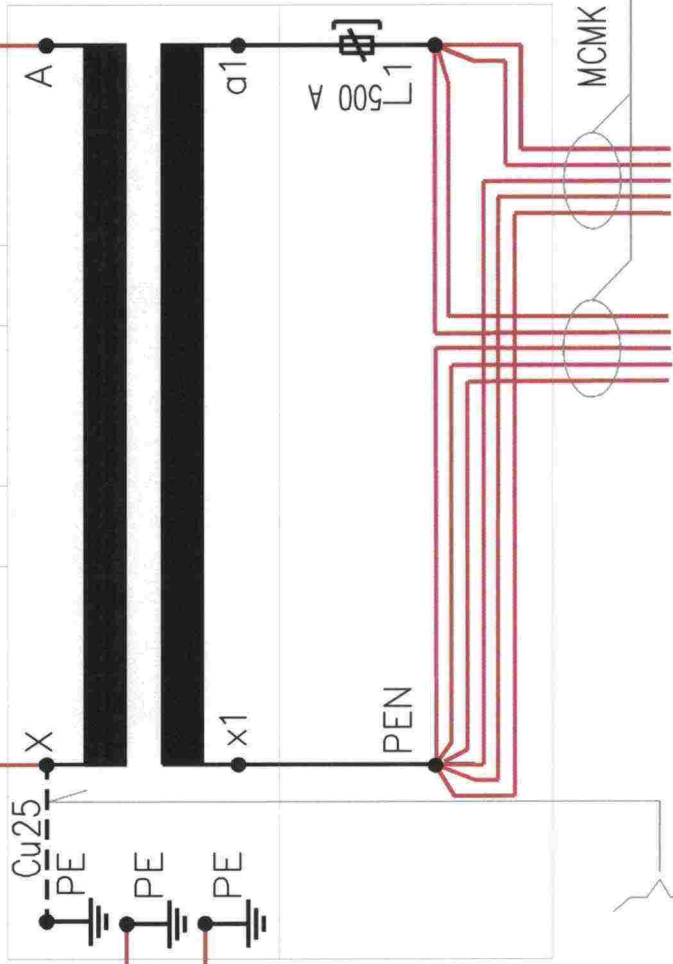
Paluujohtoin

Ajojohtoin

600 A

40 A

JÄNNITTEET

A - X : 27500 V
a1 - x1 : 400 VTEHO (ulostulo)
200 kVA muuntaja
a1 - x1 : 200 kVAkannen yhdistys
pylvääseentankin yhdistys
pylvääseen

Huomautus!)

Tämä yhdistys poistetaan, kun muuntajan X-napaan asennetaan ylijännitesuoja

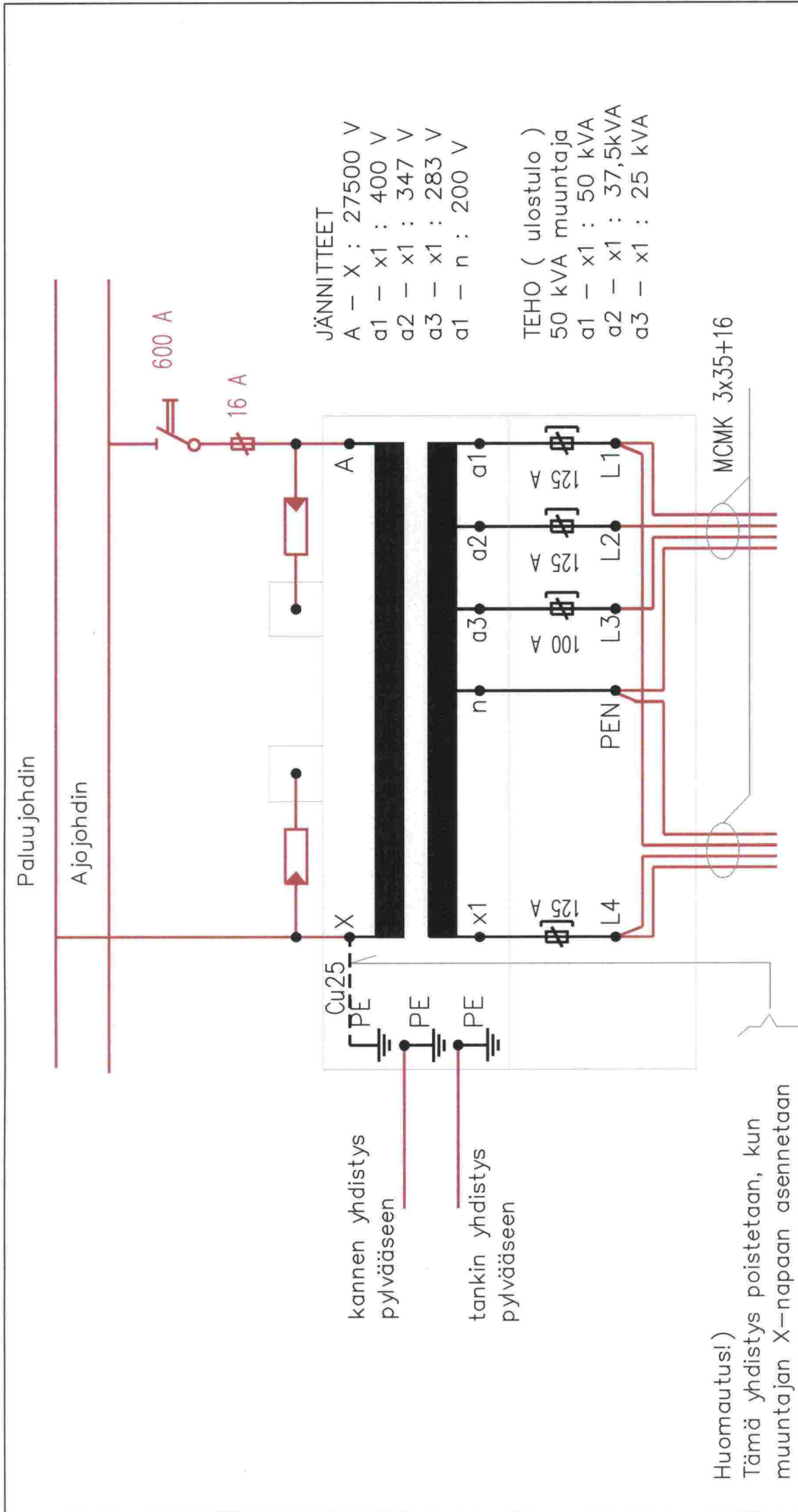
Kun X-liitin on kytketty M-, K- tai R-johtimeen yhdistys jää käyttöön ja ylijännitesuojaa ei asenneta



VAIHTEENLÄMMITYSMUUNTAJA
200kVA/ 27500/ 400V
KOJEIDEN MITOITUSTIEDOT

PVM
HYV.SUUNN. Männikkö
TARK. HuhtamäkiPRT.Männikkö
HYV.PIM 04.09.2006
MK E

PBR-NO



Huomautus!)

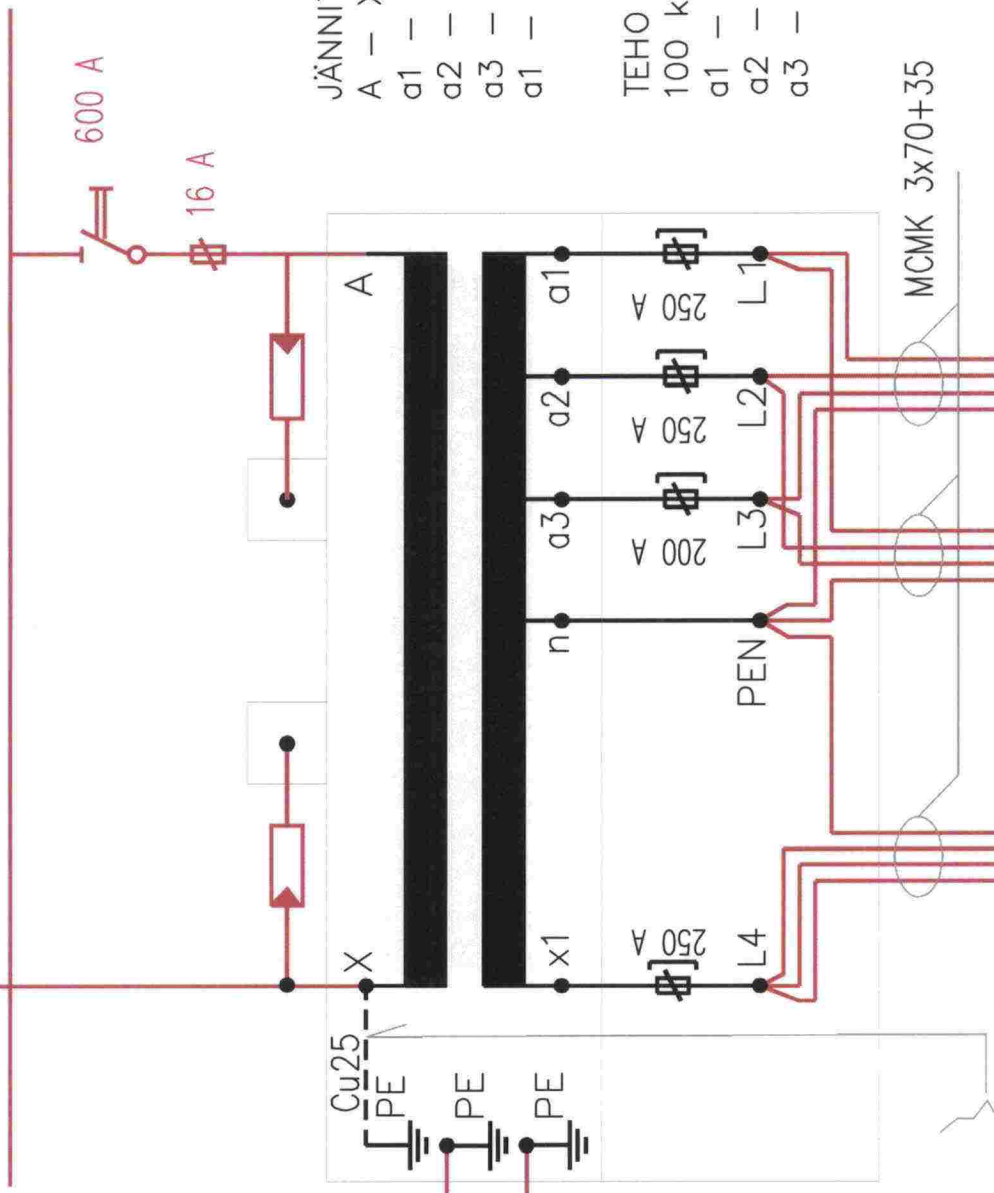
Tämä yhdistys poistetaan, kun muuntajan X-napaan asennetaan ylijännitesuoja

Kun X-liitin on kytketty M-, K- tai R-johtimeen yhdistys jää käyttöön ja ylijännitesuojaa ei asenneta

		VAIHTEENLÄMMITYSMUUNTAJA 50kVA/ 27500/ 400/ 347/ 283V KOJEIDEN MITOITUSTIEDOT	
		PWM	PIRT.Männikkö
PWM	SUUNN. Männikkö	PWM	04.09.2006
HYY.	TARK. Huhtamäki	MK	E
			PIRT. NO

Paluu johdin

Ajo johdin



JÄNNITTEET

A - X : 27500 V
 a1 - x1 : 400 V
 a2 - x1 : 347 V
 a3 - x1 : 283 V
 a1 - n : 200 V

TEHO (ulostulo)

100 kVA muuntaja
 a1 - x1 : 100 kVA
 a2 - x1 : 75kVA
 a3 - x1 : 50 kVA

kannen yhdistys
 pylväeseen

tankin yhdistys
 pylväeseen

Huomautus!)

Tämä yhdistys poistetaan, kun muuntajan X-napaan asennetaan ylijännitesuoja

Kun X-liitin on kytketty M-, K- tai R-johtimeen yhdistys jää käyttöön ja ylijännitesuojaa ei asenneta



VAIHTEENLÄMMITYSMUUNTAJA
 100kVA/ 27500/ 400/ 347/ 283V
 KOJEIDEN MITOITUSTIEDOT

PVM

HYV.

SUUNN. Männikkö

PIKRT. Männikkö

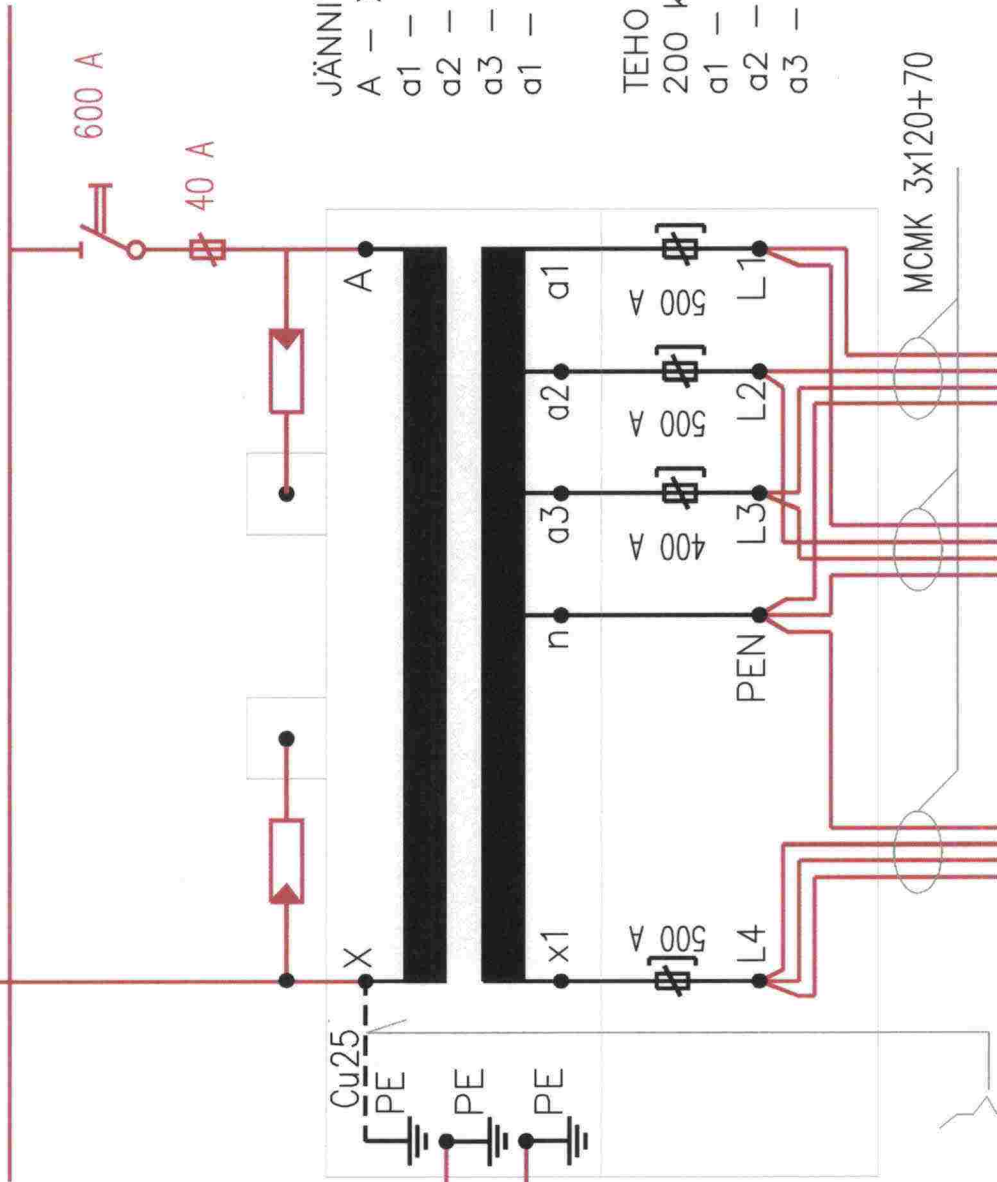
PVM 04.09.2006

PIK E

PBL: NO

Paluujohtoin

Ajojohtoin



JÄNNITTEET

- A - X : 27500 V
- a1 - x1 : 400 V
- a2 - x1 : 347 V
- a3 - x1 : 283 V
- a1 - n : 200 V

TEHO (ulostulo)

- 200 kVA muuntaja
- a1 - x1 : 200 kVA
- a2 - x1 : 100 kVA
- a3 - x1 : 50 kVA

kannen yhdistys
pylväseen

tankin yhdistys
pylväseen

Huomautus!)

Tämä yhdistys poistetaan, kun muuntajan X-napaan asennetaan ylijännitesuoja

Kun X-liitin on kytketty M-, K- tai R-johtimeen yhdistys jää käyttöön ja ylijännitesuojaa ei asenneta



VAIHTEENLÄMMITYSMUUNTAJA
200kVA/ 27500/ 400/ 347/ 283V
KOJEIDEN MITOITUSTIEDOT

PM

SUUNN. Männikkö

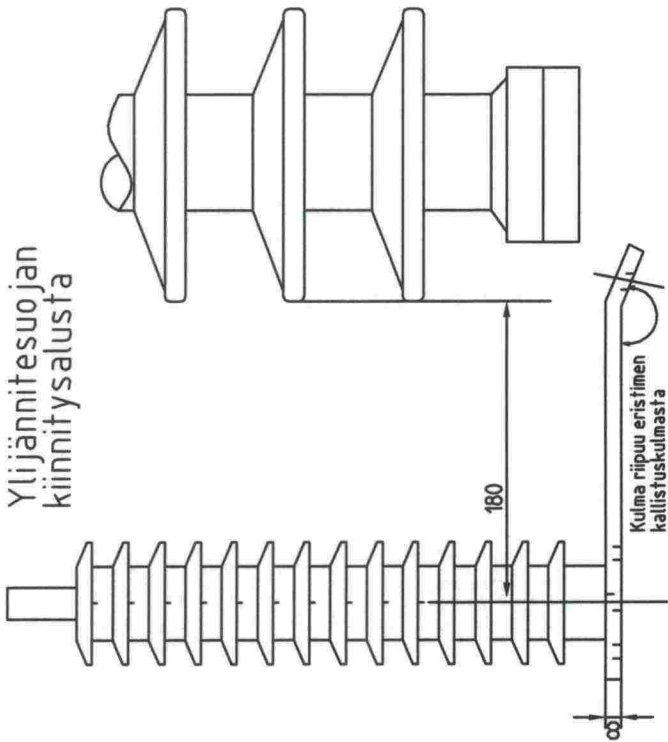
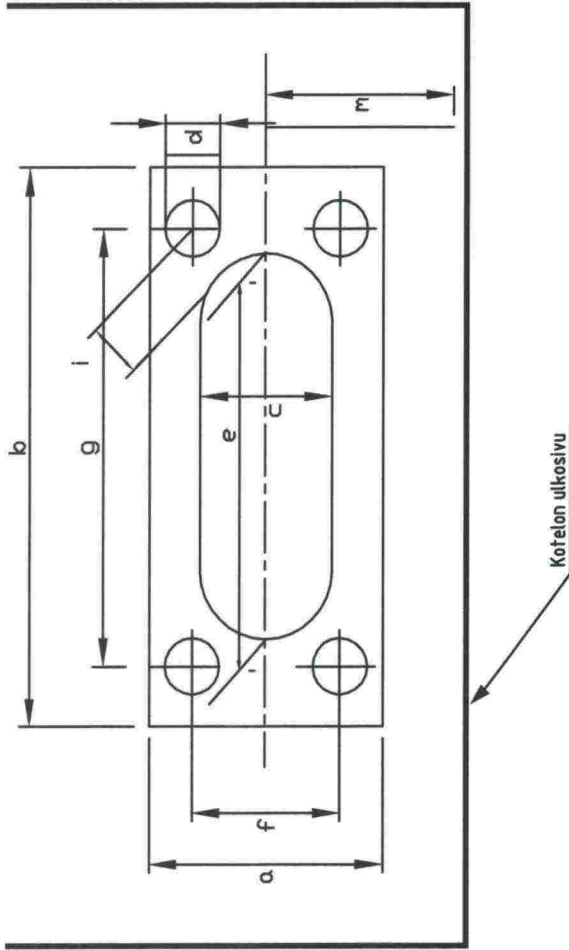
PM 04.09.2006

HYV.

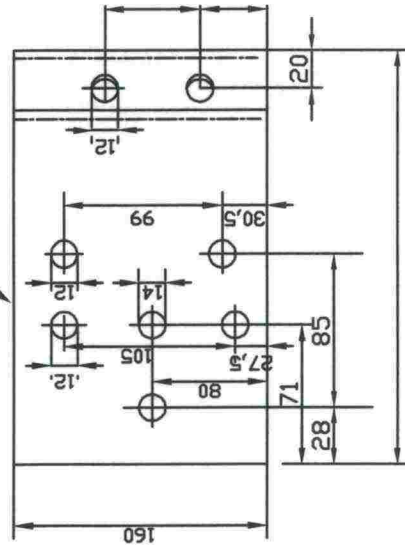
TARK. Huhtamäki

NK E

PIR. I&O

Ylijännitesuojan
kiinnitysosalustaLiitäntäkotelon
laippa-aukkojen mitoitus

Terävät särmät poistetaan

Tämä mitta riippuu eristimen halkaisijasta
Katso ylhäälläStandardin SFS 2528 mukaisen
laippa-aukon mitat (mm) toleranssineen
käytettäväksi pienjännite kytkin- ja
ohjauslaitte asennuksissa

Koko	a	b	c	e	f	g	d		m	i
							Halkai- sija	Kierre		
	-5	-6	+1	+4	+0,5	+0,5			min	11+1
	0	0	-1	-2	-0,5	-0,5				11-2
C	88	214	63	196	62	194	9,5	M 8	52	

VAIHTENLÄMMITYSMUUNTAJAIN A- JA X NAPOJEN
YLIJÄNNITESUOJAIN KIINNITYSALUSTAN JA LIITÄNTÄKOTELON
LAIPPA-AUKKOJEN MITOITUS, PERIAATEPIIRUSTUS

PVM

HYV.

SUUNN. AHÄ

TARK. JMK

PIIRT. MYO

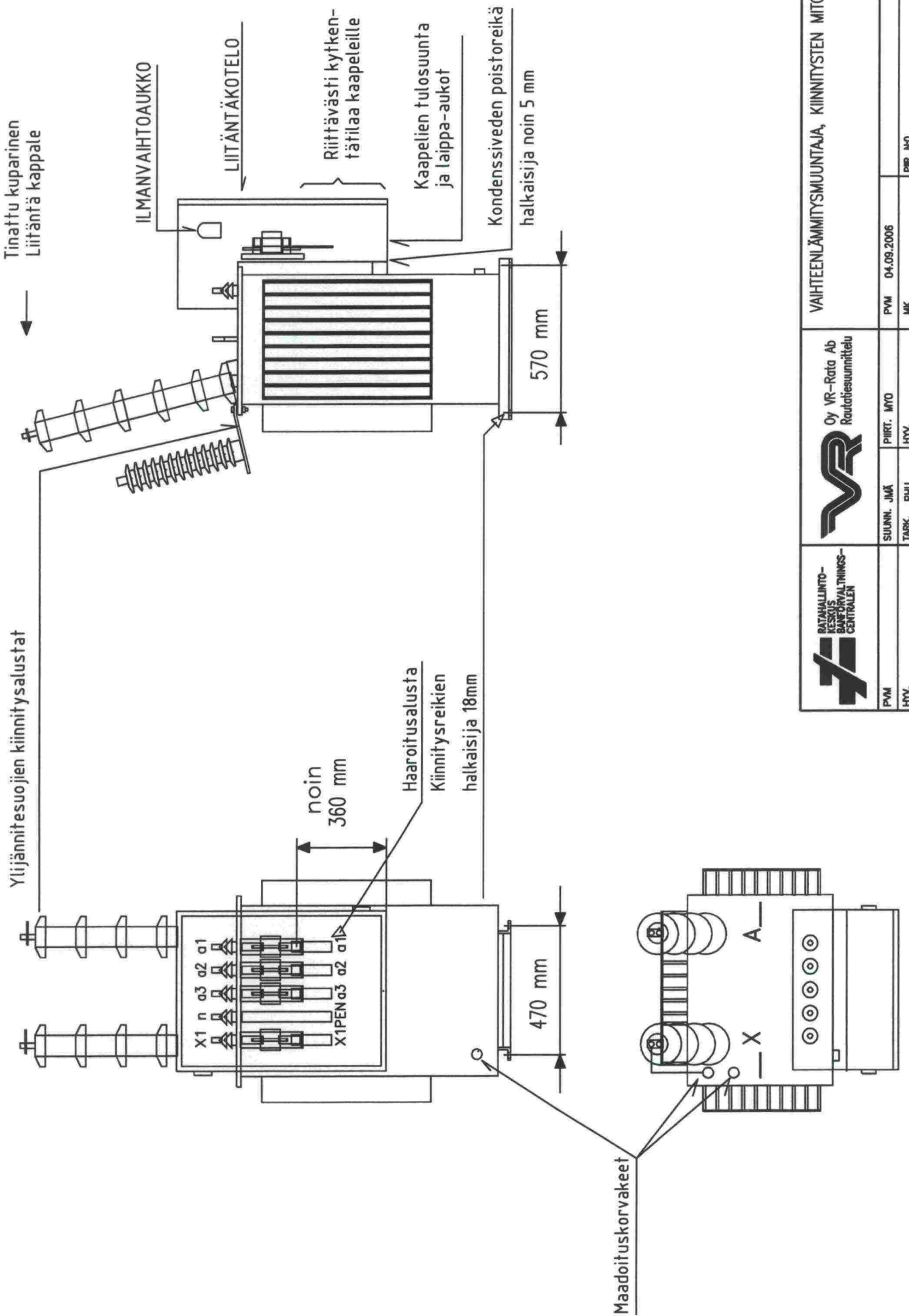
HYV.

PVM 30.01.2004

MK

PIR. NO

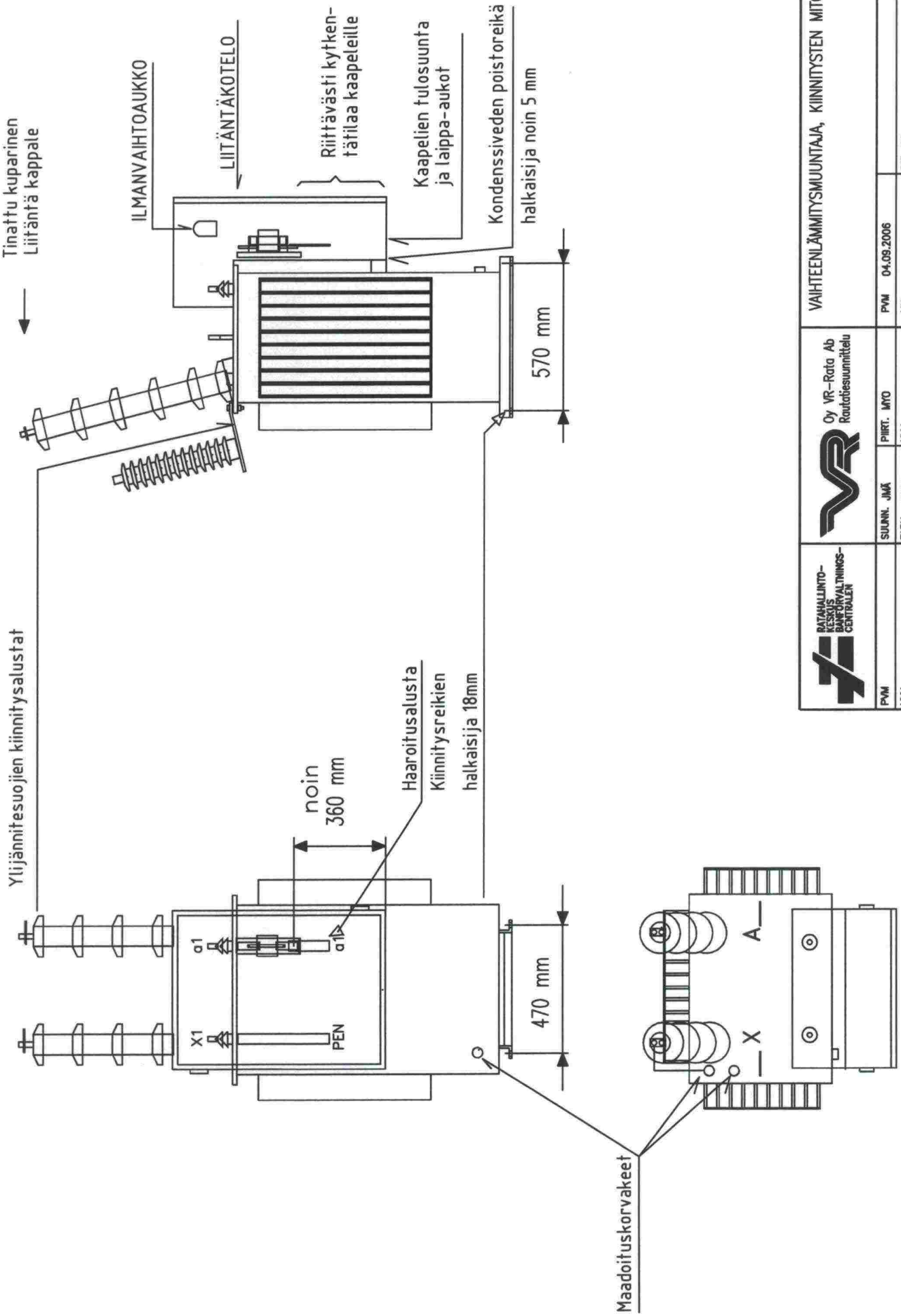
KIINNITYSREIKIEN MITAT 50kVA, 100kVA ja 200kVA
VAIHTENLÄMMITYS MUUNTAJALLE



VAIHTENLÄMMITYSMUUNTAJA, KIINNITYSTEN MITOITUS

PVM HYV.	SUUNN. J.MÄ TARK. R.HU.	PIIRT. M.YO HYV.	PVM MK	04.06.2006	PBR. NO
-------------	----------------------------	---------------------	-----------	------------	---------

KIINNITYSREIKIEN MITAT 50kVA, 100kVA ja 200kVA -400V
 VAIHTEENLÄMMITYS MUUNTAJALLE



		OY VR-RATA, AB Rautatesuunnittelu		VAIHTEENLÄMMITYSMUUNTAJA, KIINNITYSTEN MITOITUS	
PVM	04.09.2006	PIIRT. MTO	PK	PR. NO	
SUUNN. JÄMÄ		HYV.			
TARK. RHU					
HYV.					

Teknisten tietojen kyselylomake

20 kVA muuntaja, tekniset tiedot

1. Valmistaja		_____	
2. Valmistusmaa		_____	
3. Tarjousnumero / pvm.		_____	
4. Muuntajatyyppi	öljytäytteinen, ilmajäähdytteinen, 1-vaihe muuntaja		
5. Lajimerkintä		_____	
6. Ympäristölämpötila-alue:	käytössä	- _____ + _____	C°
	varastointi ja kuljetus	- _____ + _____	C°
7. Standardi		_____	
8. Nimellistaajuus		_____	Hz
9. Nimellisteho (kokonais-)		_____	kVA
10. Nimellisjännitteet		_____ / _____ / _____	V
11. Nimellisvirrat		_____ / _____ / _____	A
12. Oikosulkuimpedanssi (a1-x1)		_____	%
	(a2-x1)	_____	%
13. Oikosulkulujuus	virta	_____	x I _n
	sallittu aika	_____	s
14. Eristyksen lämpötilaluokka		_____	
15. Yläjännitepuolen eristystaso	1,2 / 50μs	_____	kV
	50Hz , 1min.	_____	kV
	ylijännitekoe	_____	kV
16. Häviöt (toleransseineen)	tyhjäkäyntihäviöt	_____	W
	kuormitushäviöt	_____	W
17. Tyhjäkäyntivirta		_____	%
18. Läpivientieristimet (A, X/a1,a2,x1)			
	Valmistaja	_____ / _____	
	Lajimerkintä	_____ / _____	
	Nimellisvirta	_____ / _____	A
	Nimellisjännite	_____ / _____	kV
	1,2 / 50μs koejännite	_____ / _____	kV
	1,2 / 50μs koejännite (kuiva)	_____ / _____	kV
	Ryömintämatka	_____ / _____	mm
19. Muuntaja paino		_____	kg
20. Mittapiirustuksen numero		_____	
21. Huomautuksia			

Teknisten tietojen kyselylomake

___ kVA muuntaja, tekniset tiedot

1. Valmistaja _____
2. Valmistusmaa _____
3. Tarjousnumero / pvm. _____
4. Muuntajatyyppe öljytäytteinen, ilmajäähdytteinen, 1-vaihe muuntaja
5. Lajimerkintä _____
6. Ympäristölämpötila-alue: käytössä - _____...+ _____ C°
varastointi ja kuljetus - _____...+ _____ C°
7. Standardi _____
8. Nimellistaajuus _____ Hz
9. Nimellisteho (kokonais-) _____ kVA
10. Nimellisjännitteet _____ / _____ V
11. Nimellisvirrat _____ / _____ A
12. Oikosulkuimpedanssi (a1-x1) _____ %
13. Oikosulkulujuus virta _____ x I_n
sallittu aika _____ s
14. Eristyksen lämpötilaluokka _____
15. Ylijännitepuolen eristystaso 1,2 / 50μs _____ kV
50Hz, 1min. _____ kV
ylijännitekoe _____ kV
16. Häviöt (toleransseineen) tyhjäkäyntihäviöt _____ W
kuormitushäviöt _____ W
17. Tyhjäkäyntivirta _____ %
18. Läpivientieristimet (A, X/a1,x1)
- Valmistaja _____ / _____
- Lajimerkintä _____ / _____
- Nimellisvirta _____ / _____ A
- Nimellisjännite _____ / _____ kV
- 1,2 / 50μs koejännite _____ / _____ kV
- 1,2 / 50μs koejännite (kuiva) _____ / _____ kV
- Ryömintämatka _____ / _____ mm
19. Muuntaja paino _____ kg
20. Mittapiirustuksen numero _____
21. Huomautuksia _____
- _____
- _____
- _____

Teknisten tietojen kyselylomake

___ kVA muuntaja, tekniset tiedot

1. Valmistaja _____
2. Valmistusmaa _____
3. Tarjousnumero / pvm. _____
4. Muuntajatyyppi öljytäytteinen, ilmajäähdytteinen, 1-vaihe muuntaja
5. Lajimerkintä _____
6. Ympäristölämpötila-alue: käytössä - _____...+ _____ C°
varastointi ja kuljetus - _____...+ _____ C°
7. Standardi _____
8. Nimellistaajuus _____ Hz
9. Nimellisteho (kokonais-) _____ kVA
10. Nimellisjännitteet _____ / _____ / _____ V
11. Nimellisvirrat _____ / _____ / _____ A
12. Oikosulkuimpedanssi (a1-x1) _____ %
(a1-n) _____ %
(n-x1) _____ %
13. Oikosulkulujuus virta _____ x In
sallittu aika _____ s
14. Eristyksen lämpötilaluokka _____
15. Yläjännitepuolen eristystaso 1,2 / 50µs _____ kV
50Hz , 1min. _____ kV
yläjännitekoe _____ kV
16. Häviöt (toleransseineen) tyhjäkäyntihäviöt _____ W
kuormitushäviöt _____ W
17. Tyhjäkäyntivirta _____ %
18. Läpivientieristimet (A, X/a1,a2,a3,x,n)
Valmistaja _____ / _____
Lajimerkintä _____ / _____
Nimellisvirta _____ / _____ A
Nimellisjännite _____ / _____ kV
1,2 / 50µs koejännite _____ / _____ kV
1,2 / 50µs koejännite (kuiva) _____ / _____ kV
Ryömintämatka _____ / _____ mm
19. Muuntaja paino _____ kg
20. Mittapiirustuksen numero _____
21. Huomautuksia _____
-
-
-

Teknisten tietojen kyselylomake:

Ylijännitesuojat 25kV järjestelmän muuntajan A-napaan

- | | | |
|---|---------------------|----|
| 1. Valmistaja / valmistusmaa | _____ | |
| 2. Tarjousnumero / pvm. | _____ | |
| 3. Tyyppimerkintä | _____ | |
| 4. Ympäristölämpötila-alue: | - _____ ... + _____ | C° |
| 5. Mitoitusjännite | _____ | kV |
| 6. Jatkuva jännite | _____ | kV |
| 7. 10s. | _____ | kV |
| 8. Mitoitus läpilyöntivirta | _____ | kA |
| 9. Jäännösjännite 10kA (8/20µs) | _____ | kV |
| Jäännösjännite 10kA (1µs reuna) | _____ | kV |
| 10. Virtakestoisuus, impulssi (4/10µs) | _____ | kA |
| pitkä aalto (2000µs) | _____ | A |
| 11. Avautumispaineen kesto (0,2s) | _____ | kA |
| 12. Ylijännitesuojan ulkoinen ryömintämatka | _____ | mm |
| 13. Korkeus | _____ | mm |
| 14. Minimietäisyys muihin rakenteisiin | _____ | mm |
| 15. Suurin sallittu vääntömomentti | _____ | N |
| 16. Ylijännitesuojan paino | _____ | kg |
| 17. Eristimen väri | _____ | |
| 18. Mittapiirustuksen numero | _____ | |
| 19. Vaiheliitin, mittapiirustus numero | _____ | |
| 20. Maadoitusliitin, mittapiirustus numero | _____ | |
| 21. Kiinnitys, mittapiirustus numero | _____ | |
| 22. Huomautuksia | _____ | |

Teknisten tietojen kyselylomake:

Ylijännitesuojat 25kV järjestelmän muuntajan X-napaan

- | | | |
|---|--------------------|----|
| 1. Valmistaja /valmistusmaa | _____ | |
| 2. Tarjousnumero/ pvm. | _____ | |
| 3. Tyyppimerkintä | _____ | |
| 4. Ympäristölämpötila-alue: | - _____ ...+ _____ | C° |
| 5. Mitoitusjännite | _____ | kV |
| 6. Jatkuva jännite | _____ | kV |
| 7. 10s jännite | _____ | kV |
| 8. Mitoitus läpilyöntivirta | _____ | kA |
| 9. Jäännösjännite 5 kA (8/20 μ s) | _____ | kV |
| Jäännösjännite 5 kA (1 μ s reuna) | _____ | kV |
| 10. Virtakestoisuus, impulssi (4/10 μ s) | _____ | kA |
| pitkä aalto (1000 μ s) | _____ | A |
| 11. Avautumispaineenkesto (0,2s) | _____ | kA |
| 12. Ylijännitesuojan ulkoinen ryömintämatka | _____ | mm |
| 13. Korkeus | _____ | mm |
| 14. Ylijännitesuojan paino | _____ | kg |
| 15. Eristimen väri | _____ | |
| 16. Mittapiirustuksen numero | _____ | |
| 17. Vaiheiliitin, mittapiirustus numero | _____ | |
| 18. Maadoitusliitin, mittapiirustus numero | _____ | |
| 19. Kiinnitys, mittapiirustus numero | _____ | |
| 20. Huomautuksia | _____ | |

A SÄHKÖTEKNILUSET TIEDOT

B KOTELOINTI- JA ASENNUSTIEDOT

C HYVÄKSYTTÄMINEN JA MERKINNÄT

D KALUSTUS- JA KAAPELOINTITIEDOT

1. Nimellisjännite: U_e _____ V
 2. Nimellisvirta: I_N _____ A
 3. Poikkeava tasoituskerroin:
 4. Jakelujärjestelmä:
 - käyttömaadoitettu TN-S _____
 - nolta- ja suojapiiri yhdistetään TN-C-S _____
 - käyttömaadoitettu _____
 - muu: _____
 5. Teho:
 - liittynyt S _____ kVA
 - huippu (15 min mitt) P _____ kW
 6. Oikosulkukesoisuus:
 - terminen vaatimus I_s _____ kA
 - dynaaminen vaatimus I_{dyn} _____ kA
 7. Kiskot tai johtimet AC:
 - muu: _____
 8. Kiskot tai johtimet DC
 L+ _____
 N _____
 L- _____
 PE _____
 9. Ohjausjännitekisko (-piiri):
 U_e _____ V
 I_N _____ A
 S _____ kVA
 10. Apujännite 1:
 U1 _____ V
 AC _____
 DC _____
 - käyttöalue: _____
 11. Apujännite 2:
 U2 _____ V
 AC _____
 DC _____
 Lisätietoja: _____

1. Keskustaji ja kotelointiluokka:
 - kenno IP _____
 - kotelo IP _____
 - kehikko IP _____
 - muu _____
 2. Asennustapa:
 - pinnalle _____
 - upotettu up. syv. max. _____ mm _____
 - ulkokäyttö _____
 3. Kiinnitys:
 - seinään _____
 - seinään ja tuenta laattiaan _____
 - lattiaan (vapaaasti seisova) _____
 4. Asennus- ja tukirakenteet:
 - ei vaatimusta _____
 - sidekiskot n. 50mm alustasta _____
 - muu _____
 5. Kehikkokeskuksen yhtenäisen ovi:
 - lukolla _____
 - käsialvalla _____
 - työkalusalvalla _____
 - saranoinni vasenkätinen _____
 6. Ovien ja kansien avautuminen ja leveys:
 - min. avautuminen _____
 - max. ovileveys _____ mm
 7. Pintakäsittely:
 - valmistajan normaali _____
 - erillisen ohjeen mukaan _____
 8. Keskuksen max. koko:
 - leveys _____ mm
 - korkeus _____ mm
 - syvyys _____ mm
 9. Ympäristön lämpötila:
 - normaali _____
 - min. _____ °C - max _____ °C
 10. Keskuksen kaapelikentät:
 - 1kpl / kojekenttä _____
 - 1kpl / 2-kojekenttää _____
 - leveys min. _____ mm
 11. Normaaliit käyttöolmenpiteet suorittaa:
 - sähköalan ammattihenkilö _____
 - tehtävään opasitettu henkilö _____

1. Kokoonpanopiirustukset hyväksyy:
 - suunnittelija _____
 - sähkölaivos _____
 2. Merkinnät:
 - vain viranomaisvaatimukset _____
 - suunnitelman mukaan _____
 - erillisen ohjeen mukaan _____
 3. Keskuksen tunnuskilvet:
 - vain viranomaisvaatimukset _____
 - pääkaavion mukaan _____
 4. Kilpien materiaali:
 - kerrosmuovi _____
 - tarra _____
 - valmistajan normaali _____
 5. Keskuksen kenttien tunnukset:
 - vasemmalta oikealle _____
 - oikealta vasemmalle _____
 - kokoonpanopiirustuksen mukaan _____
 6. Keskuksen lähtöjen merkintä:
 - pääkaavion mukaan _____
 - erillisen ohjeen mukaan _____
 7. Sisäisten koteloiden ja liittimien merkintä:
 - vain viranomaisvaatimukset _____
 - erillisen ohjeen mukaan _____
 8. Vieras ohjausjännite:
 - ohjausjännitteen katkaisupaikka: _____
 9. TN-C-S - jär. jostelmän varoituskilpi _____
 10. Nollan erotuskohtien merkintä _____
 11. Energiämittauksen noltajohtimet:
 - liitettävä PEN-liittimeen _____
 - liitettävä PE-liitt. + varoituskilpi _____
 Lisätietoja: _____

1. Kalustustapa:
 - keskitetty _____
 - yksikkölähdöt _____
 2. Kalustuksen tyyppi:
 - kiinteä _____
 - ulosotettava _____
 - ulosvedettävä _____
 3. Merkkilamput:
 - hehkulamput _____
 - hohtolamput _____
 - led-lamput _____
 4. Laskutusmittareiden toimittaja:
 - tilaaja _____
 - keskusvalmistaja / urakoitsija _____
 5. Laskutusmittamuuntajien toimittaja:
 - tilaaja _____
 - keskusvalmistaja / urakoitsija _____
 6. Muiden mittareiden koko: _____
 7. Syöttö: _____ mm
 - kaapelit _____
 - kiskosto _____
 - kaapelityyppi _____
 8. Syötön tulo:
 - alhaalta _____
 - ylhäältä _____
 - vasemmalta _____
 - oikealta _____
 - keskeltä _____
 9. Kaapeleiden lähtösuunta:
 - alas _____
 - ylös _____
 10. Pääpiirin kaapeleiden liittäminen:
 - kojeisiin _____
 - riviliittimiin, myös N ja PE _____ mm 2
 - kojeisiin alkaen _____
 11. Ohjauskaapelit liitetään riviliitt. _____
 - vapaita riviliittimiä _____ kpl
 Riviliittimien käyttö on ST-esimerkkipiiri-
 kaavioiden mukainen. Lukumäärä selviää työ-
 piirustusvalheessa. Määrän muuttum. 4/lähtö
 ei oikeuta keskuksen hinnan muuttamiseen.

RAUTATIESUUNNITTELU
 HYV

VR
 Oy VR-Rata Ab
 RAUTATIESUUNNITTELU

RAKENDUSKOHTEN NIMI JA OSOITE
 MALLIKOHDE
 ELEKTRONISELLA SÄÄDÖLLÄ
 VARUSTETTU VAIHTENLÄMMITYS

PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ
 KOHDENIMI
 VAIHTENLÄMMITYSKESKUS LMxxx
 PÄÄKAAVIO

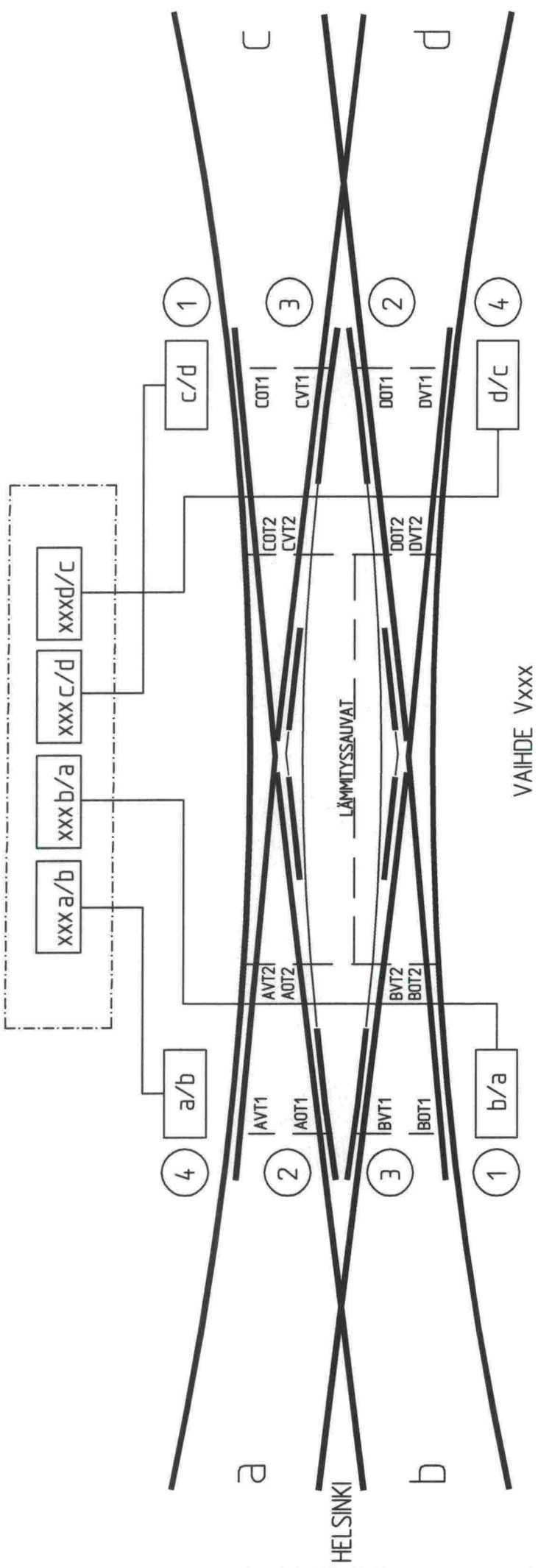
SIUNN	Pvm	KESKUS
AHÄ	30.01.2004	SÄH
PIRT	Pvm	PAKKA
AHÄ	30.01.2004	LAJI
TARK	Pvm	NUMERO
		740
		E

PAKKA	LAJI	NUMERO	MUUTOS	LEHTI
4.901	740	E		1/3



LAHTO	ULKOISET LAITTEET	NIMITYS	JANNITE-PORRAS V	S / kVA	LÄMMITYS-VASTUKSELLA V	VAROKE A/A	POIKKIPINTA mm ²
		2S1 MEK. ULKOTERM. -10...+20C 2S2 LÄMM. RYHMÄN OHJ. KYTKIN K-0-A TERMOSTAATIN APURELE 2K6 (230V)					
		2K1 LÄMMITYSR. APURELE, OHJ42-60VDC LÄMM. TÄYSTEHO-APURELE 2K5, OHJ. JÄNNITE 42-60VDC					
		LÄMMITYS				C 10	
		VAIHTEENLÄMMITYSRYHMÄN PÄÄKONTAKTORIT, VARUSTETTU ELEKTRONISILLA KELAKYTKIMILLÄ				500A	
		SYÖTTÖ EROTUSMUUNTAJALLE Vxxx 3-VAIHEKAAPELIN 2 VAIHEJOHDINTA KYTKETÄÄN KESKUKSESSA YHTEEN	16,0			50/125	AMCMK 3x35+16S
		SYÖTTÖ EROTUSMUUNTAJALLE Vxxx 3-VAIHEKAAPELIN 2 VAIHEJOHDINTA KYTKETÄÄN KESKUKSESSA YHTEEN	16,0			50/125	AMCMK 3x35+16S
		SYÖTTÖ EROTUSMUUNTAJALLE Vxxx 3-VAIHEKAAPELIN 2 VAIHEJOHDINTA KYTKETÄÄN KESKUKSESSA YHTEEN	16,0			50/125	AMCMK 3x35+16S
		SYÖTTÖ EROTUSMUUNTAJALLE Vxxx 3-VAIHEKAAPELIN 2 VAIHEJOHDINTA KYTKETÄÄN KESKUKSESSA YHTEEN	16,0			50/125	AMCMK 3x35+16S
		SYÖTTÖ EROTUSMUUNTAJALLE Vxxx 3-VAIHEKAAPELIN 2 VAIHEJOHDINTA KYTKETÄÄN KESKUKSESSA YHTEEN	16,0			50/125	AMCMK 3x35+16S
		VARALLA				/125	
	VARALLA				/125		
	KESKUKSESSA LÄHTÖJÄ KULLOINKIN TARVITTAVA MÄÄRÄ, HUOMIOITAVA MAHDOLLISET LISÄYKSET						
	HÄLYTYSKESKUS (EROTUSMUUNTAJIEN KOOTUT HÄLYTYSTIEDOT)						
	OHJAUS TURVALAITEKAAPILTA Kxxx HÄLYTYS JA OHJAUS EROTUSMUUNTAJILTA						MCMO 7x 1,5 Nx JAMAK ARM 4x (2+1)x0,5

RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE	PIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	SIUNNIN AHÄ PART JVA TARK	Pvm 30.01.2004 Pvm 23.03.2005	PAKKA LAJI	NUMERO	LEHTI
MALLIKOHDIE	VAIHTEENLÄMMITYSKESKUS LMxxx			4901	740	3/3
ELEKTRONISELLA SÄÄDÖLLÄ	PÄÄKAAVIO					
VARUSTETTU VAIHTEENLÄMMITYS						
RAUTATIESUUNNITTELU						
Oy VR-Rata Ab						
RAUTATIESUUNNITTELU						
RAUTALAITOSKESKUS BANGSVALTINGSS-CENTRALEN						
HVV						
Pvm						

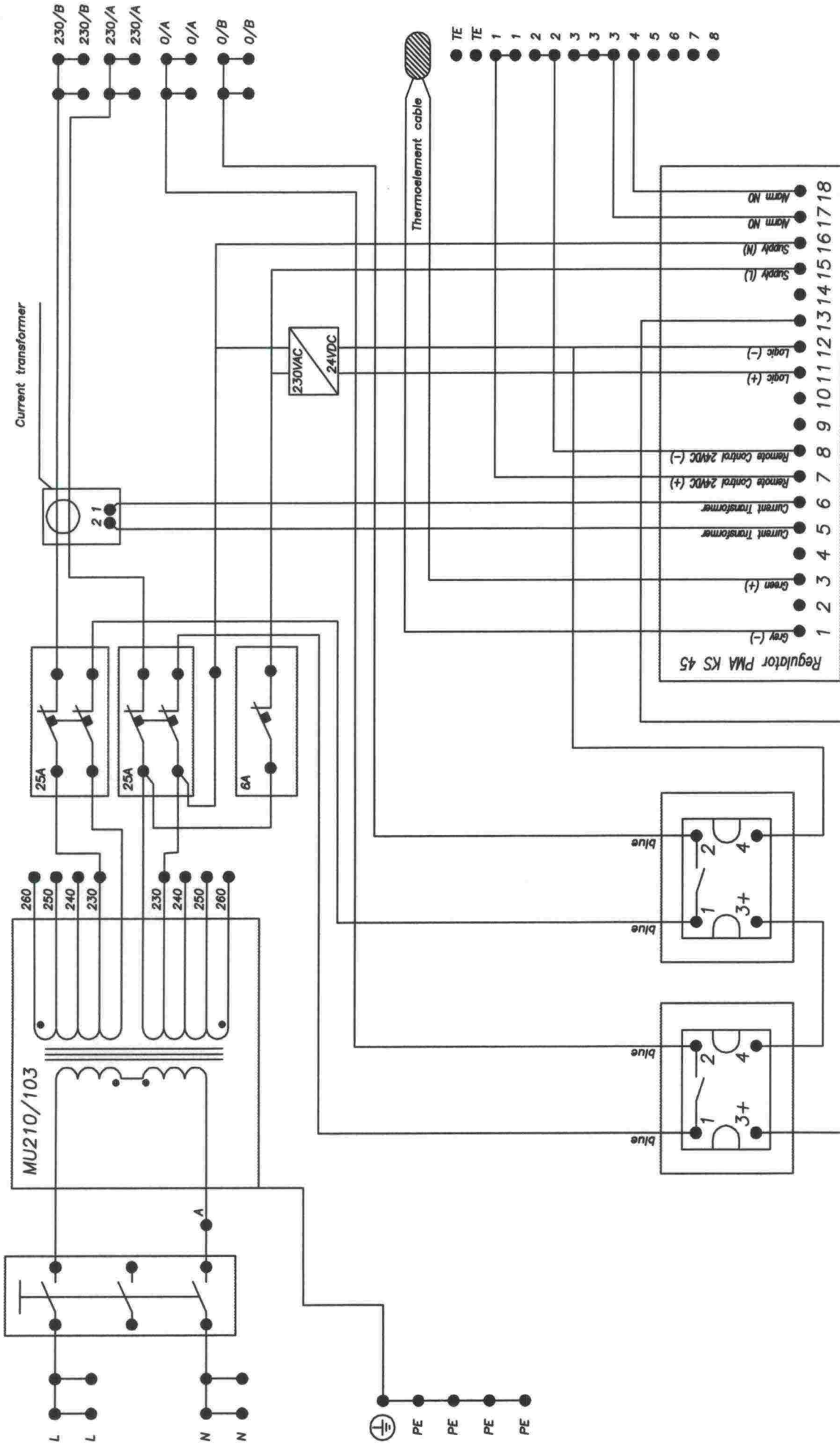
EROTUSMUUNTAJAT



XXX = KYSEISEN VAIHTEEN NUMERO

				KAKSILOISEN RISTEYSAIHEEN EROTUSMUUNTAJAN JA LÄMMITYSSAUVOJEN TUNNUKSET	
PVM HYV.	SUJANN. AHÄ TARK.	PIIRT. AHÄ HYV.	PVM 30/12/2004 PMK	PIIR. NO	SAIVATIN

-EROTUSMUUNTAJA



PVM	SUUNN. RHU	PIIRT. JMĞ	PVM	PIIR. NO
HYV.	TARK.	HYV.	MK	760

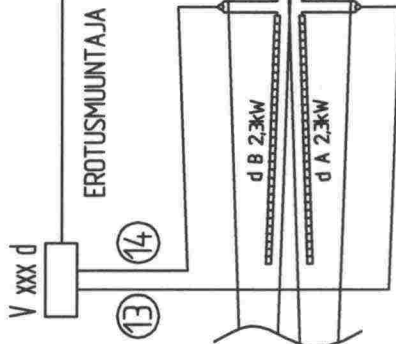
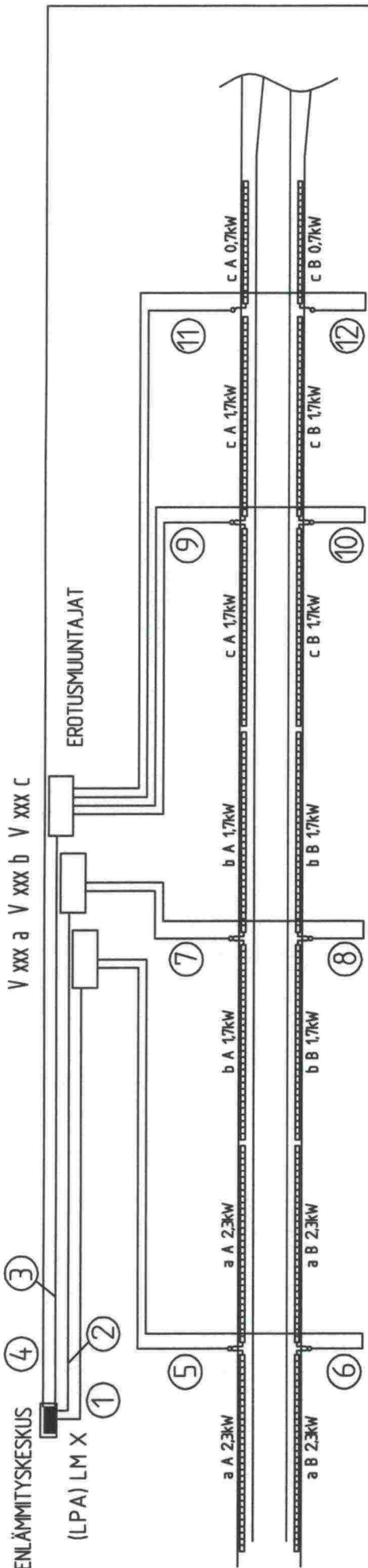


Oy VR-Rata Ab
Rautatiesuunnittelu

EROTUSMUUNTAJAN JOHDOTUSPERIAATE,
ELEKTRONISESTI SÄÄDETTY VAIHTEEENLÄMMITYS
16kVA MUUNTAJA



PVM	PIIRT. JMĞ	PVM	PIIR. NO
28.11.2006	MK	760	

VAIHTEENLÄMMITYSKESKUS (LPA) LM X V xxx a V xxx b V xxx c



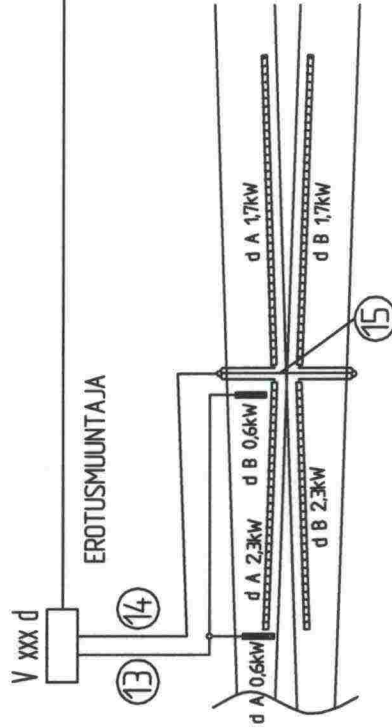
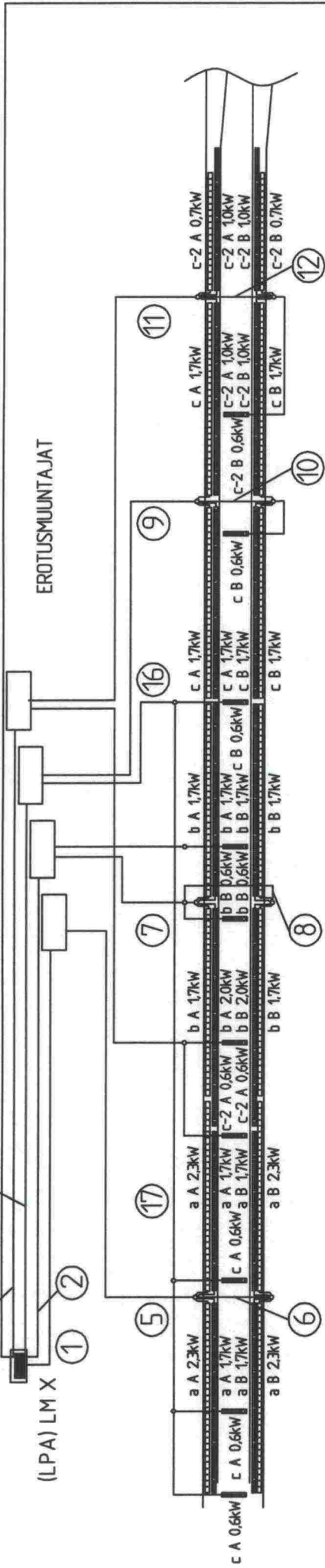
- ① ... ④ = EROTUSMUUNTAJAN RYHMÄKAAPELI
- MAAKAAPELI AL 16... 70 mm²
- ⑤ ... ⑭ = VASTUSSAUVOJEN RYHMÄKAAPELI
- MAAKAAPELI LU 25... 6 mm²
- a A 2.3kW = LÄMMITYSLAITE
- a = MUUNTAJAN TUNNUS
- A = MUUNTAJAN TOISIKÄÄNN TUNNUS
- 2.3kW = LÄMMITYSLAITTEEN TEHO

YV 60-5000/2500-1:26
TUKIKISKOLÄMMITYS

				VAIHTEENLÄMMITYKSEN KAAPELONTIPIERAATE YV 60-5000/2500-1:26 TUKIKISKOLÄMMITYS	
PVM	SUUNN. VAL	PIIRT. VAL	PVM	30.01.2004	
HYV.	TARK.	HYV.	MK		PIIR. NO

LÄMMITYKSEN SYÖTTÖ SÄHKÖRATAJÄRJESTelmäSTÄ

VAIHTEENLÄMMITYSKESKUS (4.1) (4) (3) V xxx a V xxx b V xxx c V xxx c-2



- ① ... ④.① = EROTUSMUUNTAJAN RYHMÄKAAPPELI
- MAAKAAPPELI AL 16... 70 mm²
- ⑤ ... ⑦ = VASTUSSAUVOJEN RYHMÄKAAPPELI
- MAAKAAPPELI CU 2.5... 6 mm²
- a A 2.3kW [Symbol]
- a [Symbol] = LÄMMITYSLAITE
- a [Symbol] = MUUNTAJAN TUNNUS
- A [Symbol] = MUUNTAJAN TOSKOKAÄMIN TUNNUS
- 2.3kW [Symbol] = LÄMMITYSLAITTEEN TEHO

YV 60-5000/2500-1:26 ja 1:28
TUKIKISKO-, KIELI- JA
TANKOKUOPPALÄMMITYS



Oy VR-Rata Ab
Routatietosuunnittelu

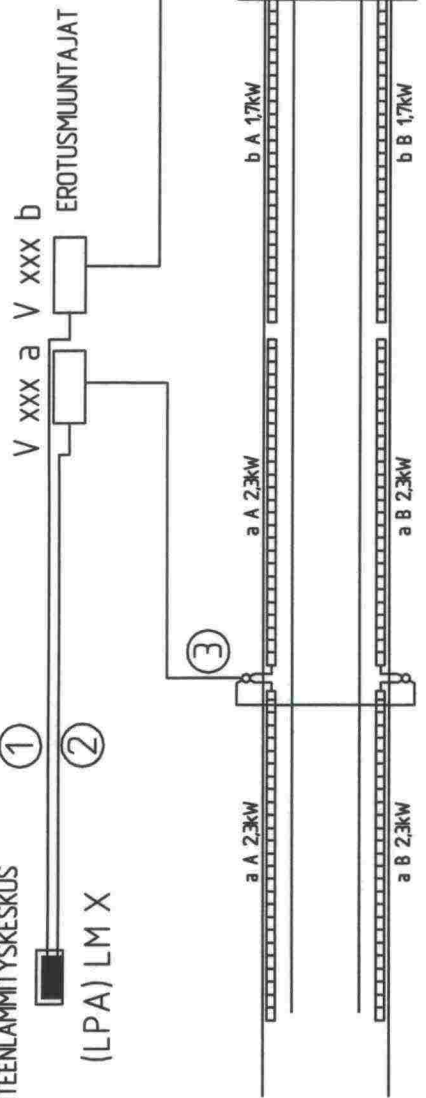
VAIHTEENLÄMMITYKSEN KAAPELOINTIPERIAATE YV 60-5000/2500-1:26/ 1:28
TUKIKISKO-, KIELI- JA TANKOKUOPPALÄMMITYS

LÄMMITYKSEN SYÖTTÖ SÄHKÖRATAJÄRJESTELMÄSTÄ

PVM HYV.	SUUNN. VAL TARK.	PIIRT. VAL/ JMA HYV.	PVM MK	PIIR. NO
			30.11.2005	

VAIHTENLÄMMITYSKESKUS

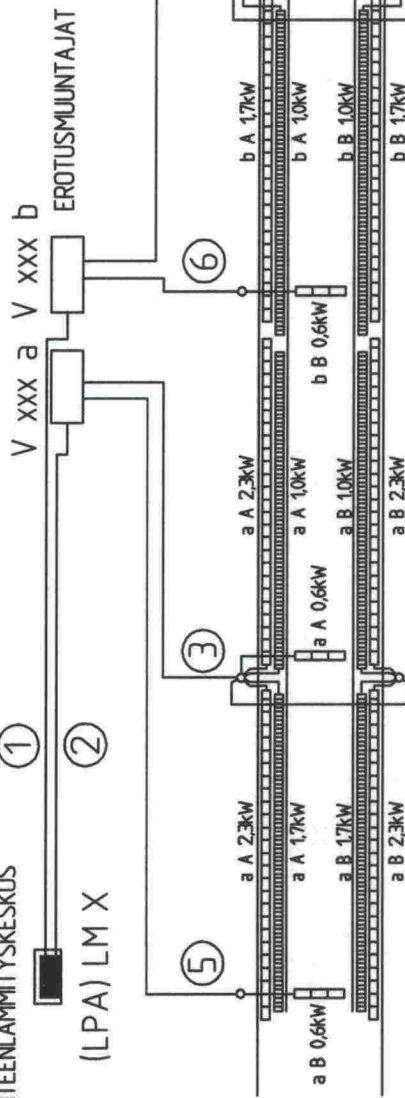
- ① ② - EROTUSMUUNTAJAN RYHMÄKAAPPELI
- MAAKAAPELI AL 16... 70 mm²
- ③ ④ - VASTUSSAUVOLEN RYHMÄKAAPPELI
- MAAKAAPELI CU 6 mm²
- a A 2,3kW
- a B 2,3kW
- LÄMMITYSLAITE
 - a - MUUNTAJAN TUNNUS
 - A - MUUNTAJAN TOSIKÄÄMIN TUNNUS
 - 2,3kW - LÄMMITYSLAITTEEN TEHO



YV 60-900-1:18 ja 1:15,5 :
TUKIKISKOLÄMMITYS

VAIHTENLÄMMITYSKESKUS

- ① ② - EROTUSMUUNTAJAN RYHMÄKAAPPELI
- MAAKAAPELI AL 16... 70 mm²
- ② ... ⑥ - LÄMMITYSLAITTEIDEN RYHMÄKAAPPELI
- MAAKAAPELI CU 25... 6 mm²
- a A 2,3kW
- a B 2,3kW
- LÄMMITYSLAITE
 - a - MUUNTAJAN TUNNUS
 - A - MUUNTAJAN TOSIKÄÄMIN TUNNUS
 - 2,3kW - LÄMMITYSLAITTEEN TEHO



YV 60-900-1:18 ja 1:15,5 :
TUKIKISKO-, KIELI- JA
TANKOKUOPPALÄMMITYS

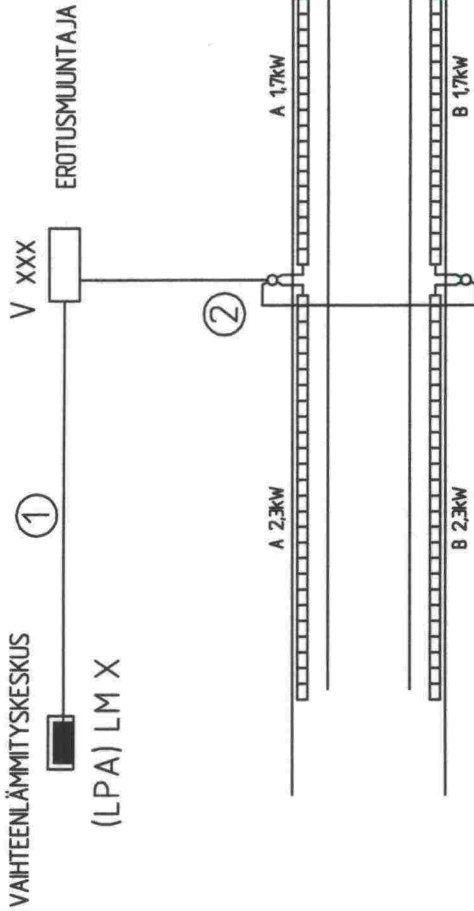


Oy VR-Rata Ab
Rautatieasunnittelu

VAIHTENLÄMMITYKSEN KAAPELINTIPERITE YV 60-900-1:18 JA -1:15,5
TUKIKISKOLÄMMITYS
TUKIKISKO-, KIELI- JA TANKOKUOPPALÄMMITYS

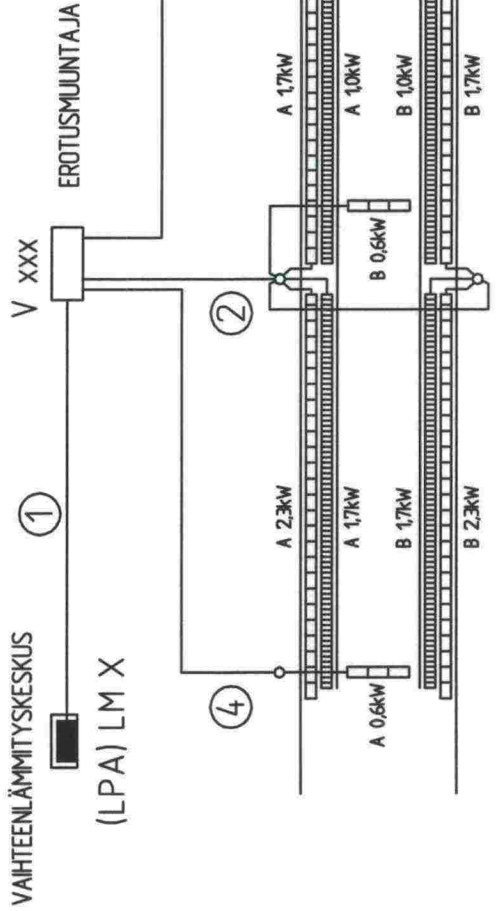
PVM	01.12.2005	PIIR. N:o
HYV.		
SUUNN. VAL	PIIRT. VAL/ JIMÄ	
TARK.	HYV.	
	PK	

LÄMMITYKSEN SYÖTTÖ SÄHKÖRATAJÄRJESTELMÄSTÄ



- ① - EROTUSMUUNTAJAN RYHMÄKAAPPELI
- MAAKAAPPELI AL 16. 70 mm2
- ② ③ - VASTUSSAUVOJEN RYHMÄKAAPPELI
- MAAKAAPPELI CU 6 mm2
- LÄMMITYSLAITE
- A - MUUNTAJAN TOSIKÄÄMIN TUNNUS
- 2.3kW - LÄMMITYSLAITTEEN TEHO

YV 60-300-1:9 :
TUKIKISKOLÄMMITYS



- ① - EROTUSMUUNTAJAN RYHMÄKAAPPELI
- MAAKAAPPELI AL 16. 70 mm2
- ② ... ④ - LÄMMITYSLAITTEIDEN RYHMÄKAAPPELI
- MAAKAAPPELI CU 2.5. 6 mm2
- LÄMMITYSLAITE
- A - MUUNTAJAN TOSIKÄÄMIN TUNNUS
- 2.3kW - LÄMMITYSLAITTEEN TEHO

YV 60-300-1:9 :
TUKIKISKO-, KIELI- JA
TANKOKUOPPALÄMMITYS



Oy VR-Rata Ab
Rautatiesuunnittelu



VAIHTENLÄMMITYKSEN KAAPELOINTIPERIAATE YV 60-300-1:9
TUKIKISKOLÄMMITYS
TUKIKISKO-, KIELI- JA TANKOKUOPPALÄMMITYS

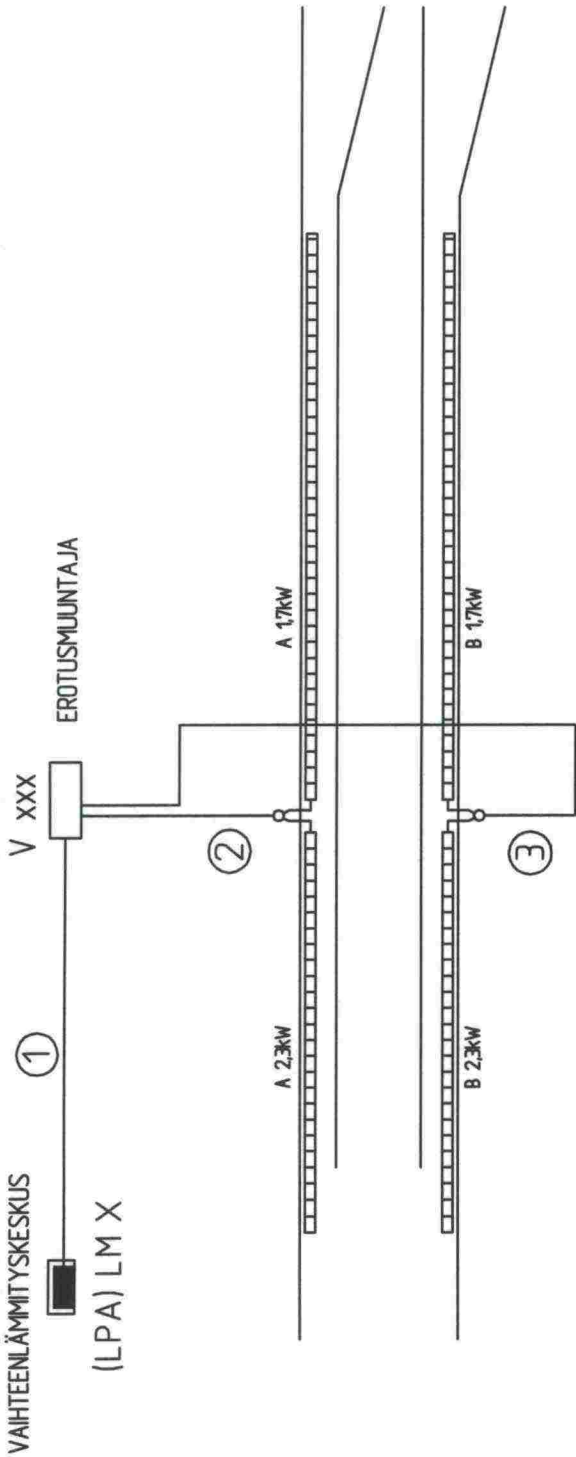
PVM	SUUNN. VAL	PIIRT. VAL/ JMA	PYM	01.12.2005
HTV.	TARK.	HTV.	MK	

PIR. NO	
---------	--

LÄMMITYKSEN SYÖTTÖ SÄHKÖRATAJÄRJESTELMÄSTÄ

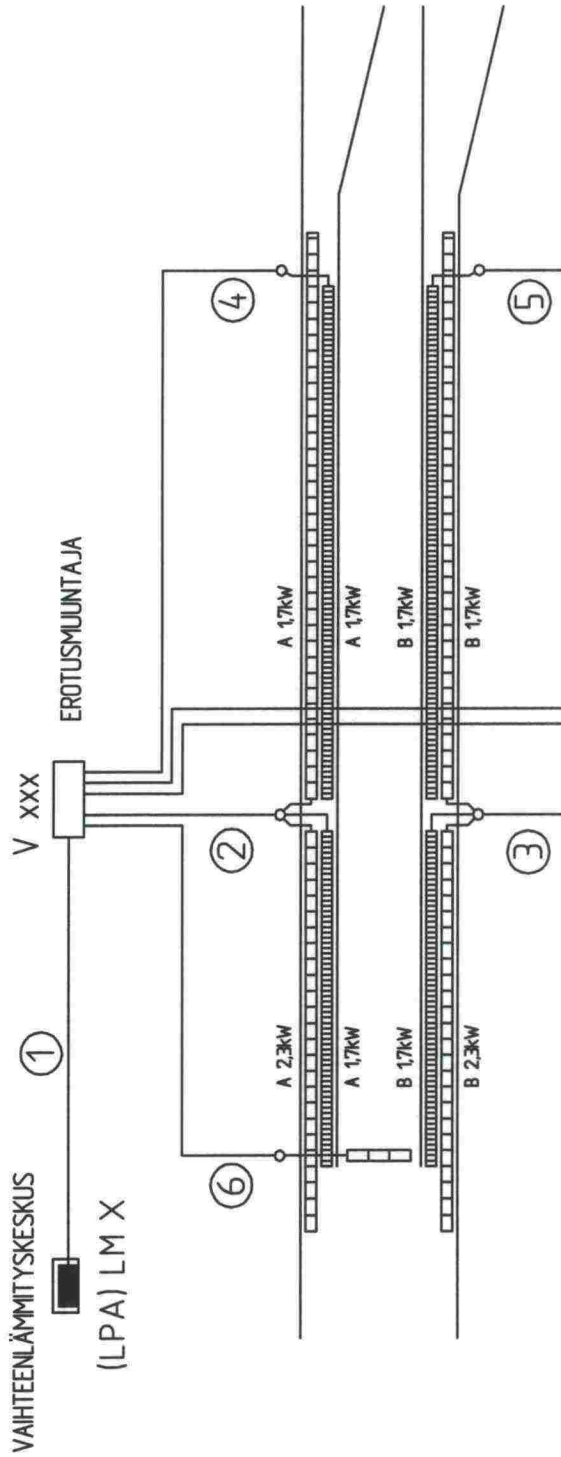
- ① - EROTUSMUUNTAJAN RYHMÄKAAPPELI
- MAAKAAPELI AL 16... 70 mm²
- ②③ - VASTUSSAUVOJEN RYHMÄKAAPPELI
- MAAKAAPELI CU 2,5... 6 mm²
- A 2,3kW - LÄMMITYSLAITE
- A - MUUNTAJAN TOISIKÄÄMIN TUNNUS
- 2,3kW - LÄMMITYSLAITTEEN TEHO



YV 54-200-1:9 :
TUKIKISKOLÄMMITYS



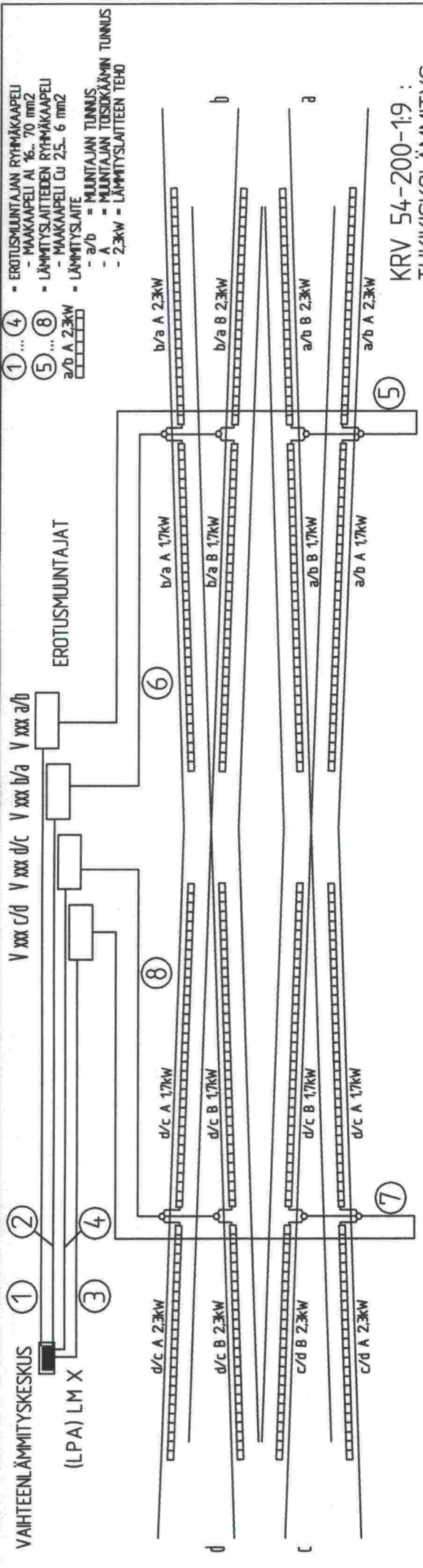
- ① - EROTUSMUUNTAJAN RYHMÄKAAPPELI
- MAAKAAPELI AL 16... 70 mm²
- ②...⑥ - LÄMMITYSLAITTEIDEN RYHMÄKAAPPELI
- MAAKAAPELI CU 2,5... 6 mm²
- A 2,3kW - LÄMMITYSLAITE
- A - MUUNTAJAN TOISIKÄÄMIN TUNNUS
- 2,3kW - LÄMMITYSLAITTEEN TEHO

YV 54-200-1:9 :
TUKIKISKO-, KIELI- JA
TANKKUOPPALÄMMITYS

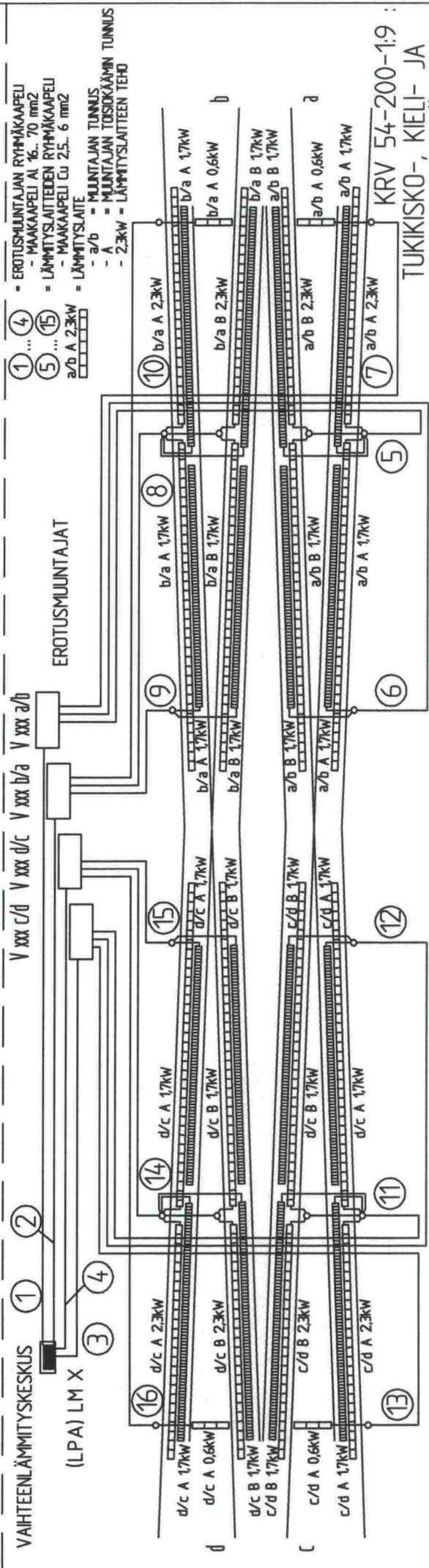


		Oy VR-Rata Ab Rautatieasunnittelu		VAIHTEENLÄMMITYKSEN TUKIKISKOLÄMMITYS TUKIKISKO-, KIELI- JA TANKKUOPPALÄMMITYS	
		SUUNN. AHÄ TARK.	PIIRI. AHÄ HYV.	PVM 30.01.2004 MK	PIR. NO

LÄMMITYKSEN SYÖTTÖ SÄHKÖRAJAJÄRJESTELMÄSTÄ



**KRV 54-200-1:9 :
TUKIKISKOLÄMMITYS**



**KRV 54-200-1:9 :
TUKIKISKO-, KIELI- JA
TANKOKUOPPALÄMMITYS**



Oy VR-Rata Ab
Rautatieosuunnittelu

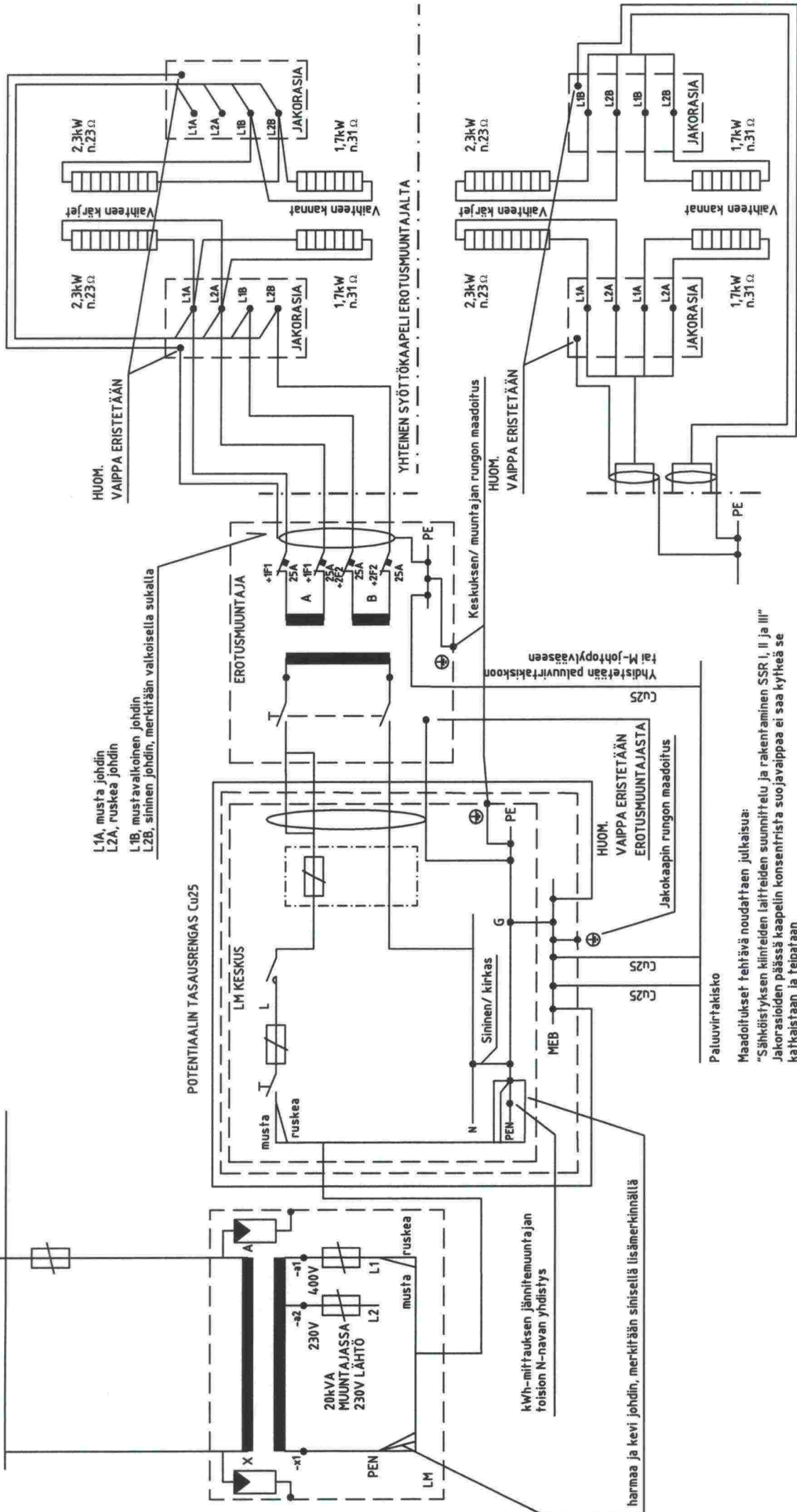
VAIHTEENLÄMMITYKSEN KAAPELOINTIPERIAATE KRV 54-200-1:9
 TUKIKISKOLÄMMITYS
 TUKIKISKO-, KIELI- JA TANKOKUOPPALÄMMITYS

PVM	SUUNN. VAL	PIIRT. VAL	PVM	30.01.2004
HYV.	TARK.	HYV.	MK	
			PIIR. NO	

LÄMMITYKSEN SYÖTTÖ SÄHKÖRATAJÄRJESTelmästä

Ajo johdin

Paluujohtin/ -meri; M, K tai R- johdin; paluuvirtakisko



L1A, musta johdin
L2A, ruskea johdin
L1B, mustavalkoinen johdin
L2B, sininen johdin, merkittään valkoisella sukalla

HUOM.
VAIPPA ERISTETÄÄN

YHTEINEN SYÖTTÖKAAPeli EROTUSMUUNTAJALTA

Keskukseen/ muuntajan rungon maadoitus

HUOM.
VAIPPA ERISTETÄÄN

ERILLISET SYÖTTÖKAAPelit EROTUSMUUNTAJALTA

Maadoitukset tehtävä noudattaen julkaisua:
"Sähköisyksen kiinteiden laitteiden suunnittelu ja rakentaminen SSR I, II ja III"
Jakorasoiden päässä kaapelin konsentrista suojavaippaa ei saa kytkeä se katkaisaan ja teipataan
Jakorasialat muovaa mekaanisesti suojatussa koteloissa.

Paluuvirtakisko

Yhdistetään paluuvirtakiskoon tai M-johtopylväaseen

HUOM.
VAIPPA ERISTETÄÄN EROTUSMUUNTAJASTA

Jakokaapin rungon maadoitus

kWh-mittauksen jännitemuuntajan
toiston N-navan yhdistys

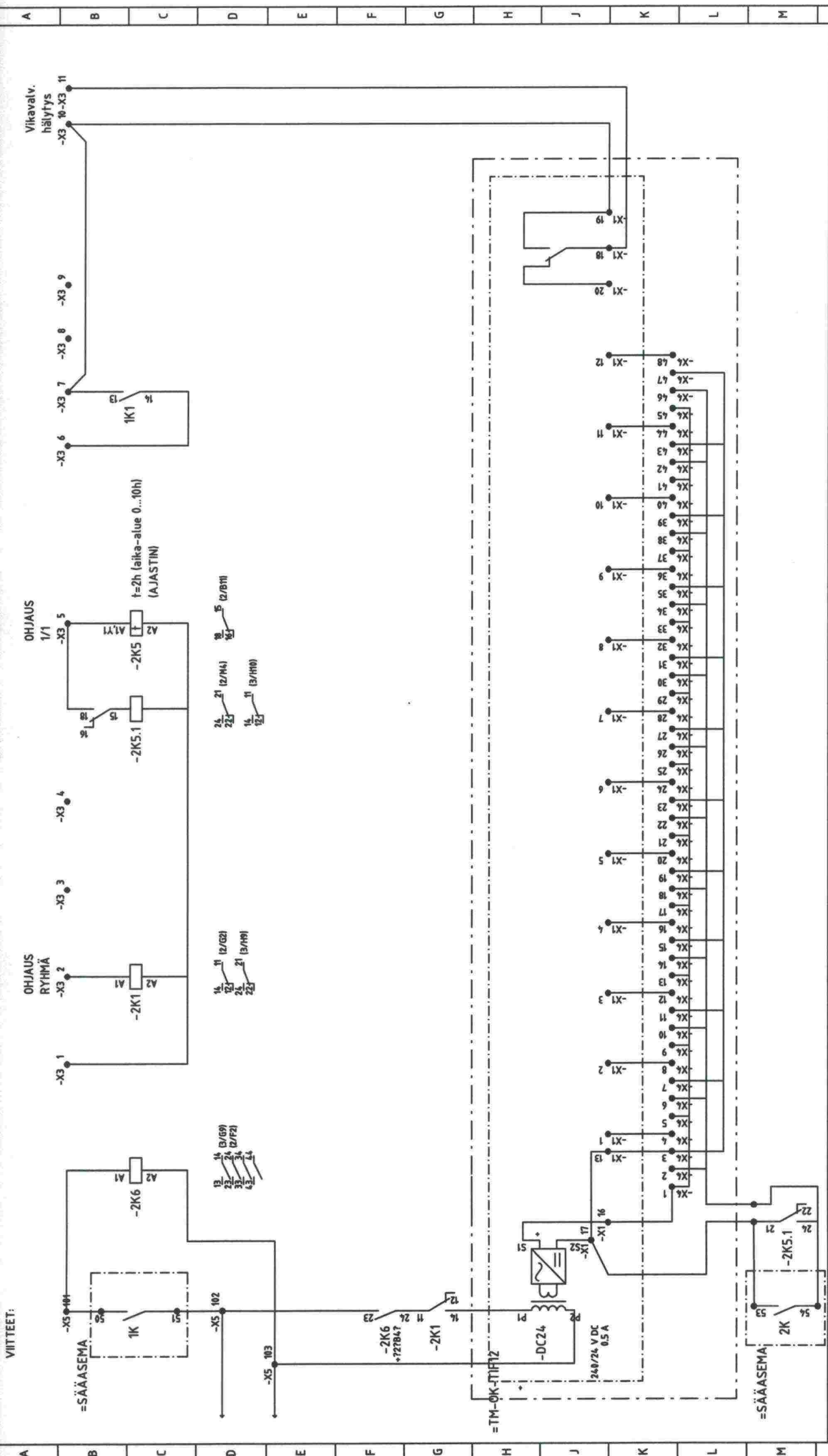
harmaa ja kevi johdin, merkittään sinisellä lisämerkinnällä

RATAHALLINTO-
KESKUS
RAKENTAMIS-
CENTRAALIN

Oy VR-Rata Ab
Routasuunnittelu

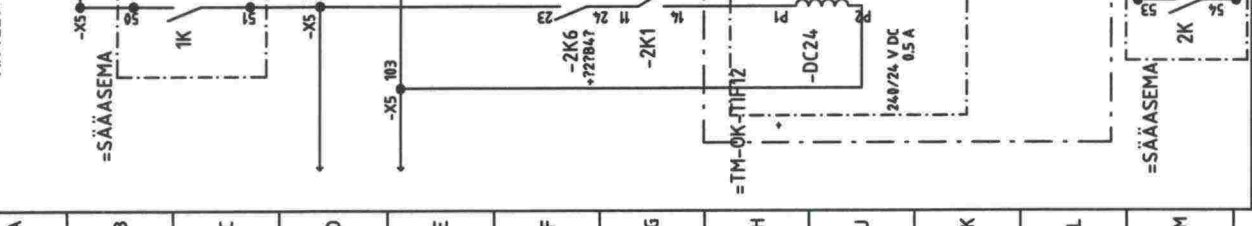
VAIHTENLÄMMITYKSEN LAITEKYTKENTÖJEN
PERIAATEPIIRUSTUS 1

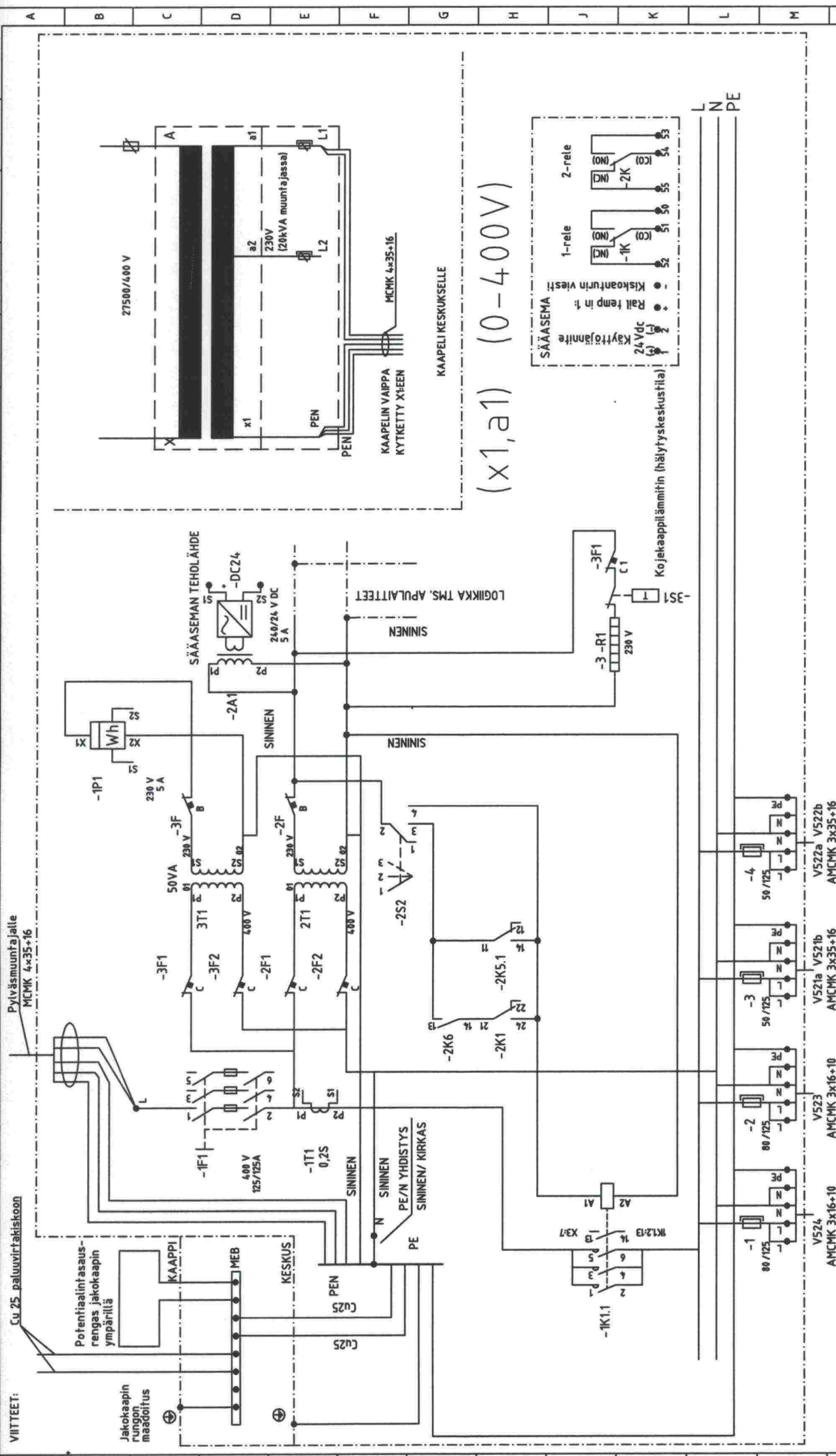
PYM	SUUNN. JIMÄ	PIIRT. JIMÄ	PVM 17.07.2006
HYV.	TARK.	HYV.	MK
			PWR. NCO



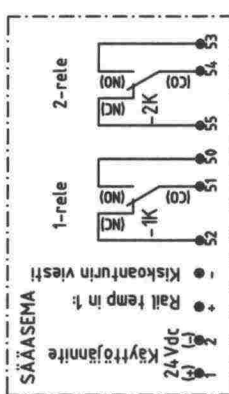
N	MUUTOS	SELTYS	SUUNN				KOHDE		SISÄLTÖ	TEHNYT	PVM	HYV	PVM
			PIIRT	TARK	HYV	PVM	LAJI	MK					
								MALLIKUVA					
								VAIHTEENLÄMMITYSKESKUS					
								Nousu- ohjaus ja johdotuskaavio					
								50 kVA (x1,a1) (0-400V)					
									PAIKKA	4 901 630	XXXXX		
									LEHTÄ				02 / 03
P													19
													20

VIITTEET:

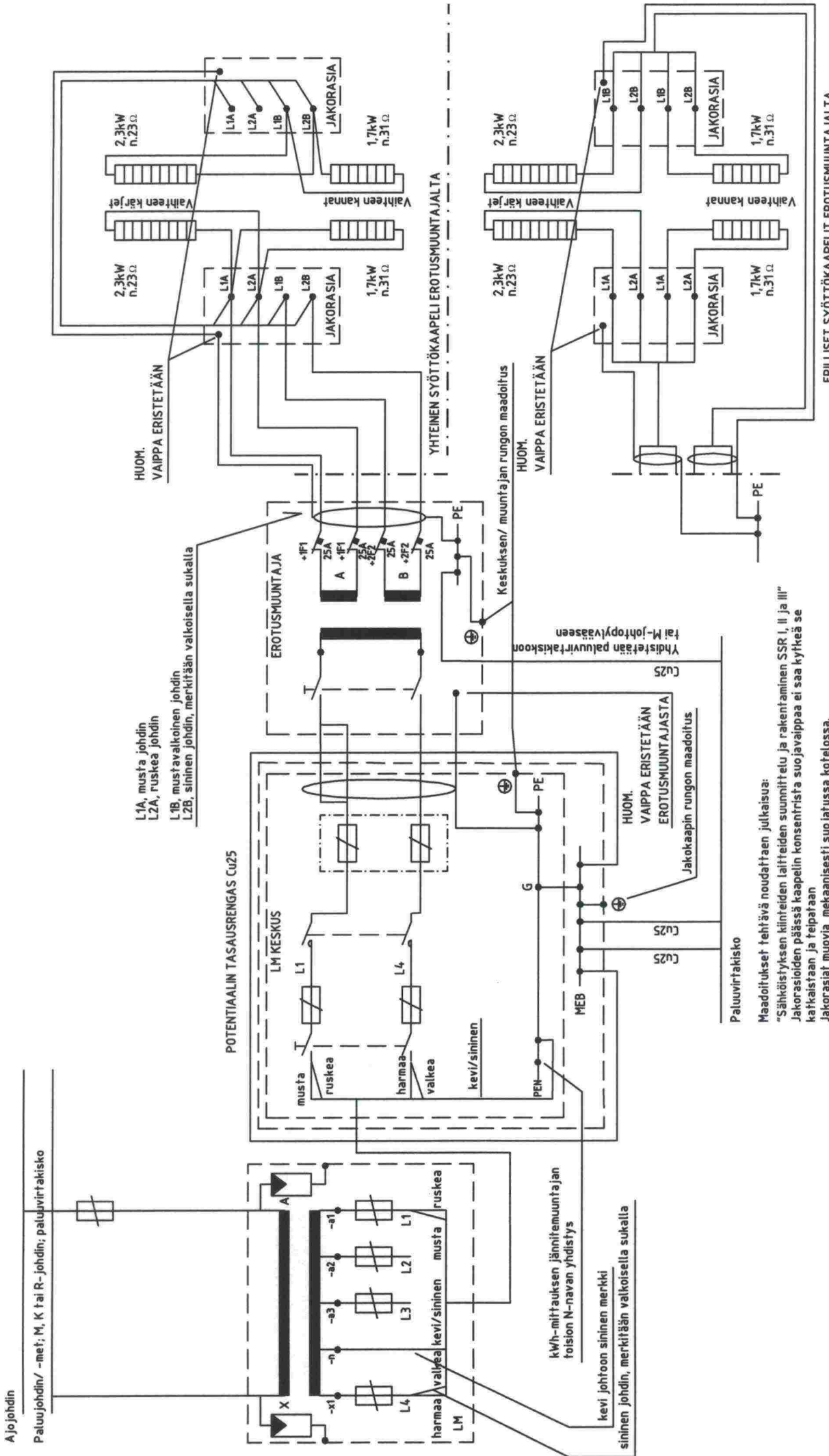




(x1,a1) (0-400V)



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
MUTOS		SELITYS		SUUNN		KODI		SISÄLTÖ		VAIHTEENLÄMMITYSKESKUS Nousu- ohjaus ja johdotuskaavo 50 kVA (x1,a1) (0-400V)										PIIRIKAAVIO 4901 630 XXXXX		LEHTIÄ	
TEHNYT		PVM		HYV		PVM		PIR NO. 000		LAJI		MK		NUMERO		MUUTOS		03 / 03					
MALLIKUVA		RAUTAHALLIKESKUS BANFÖRVALTNINGSCENTRALEN		Dy VR-Ro.ta Ab		RAUTATIESUUNNITTELU		MALLIKUVA												PIIRIKAAVIO 4901 630 XXXXX		LEHTIÄ	



L1A, musta johdin
L2A, ruskea johdin
L1B, mustavalkoinen johdin
L2B, sininen johdin, merkitään valkoisella sukalla

HUOM. VAIPPA ERISTETÄÄN



YHTEINEN SYÖTTÖKAAPPI EROTUSMUUNTAJALTA

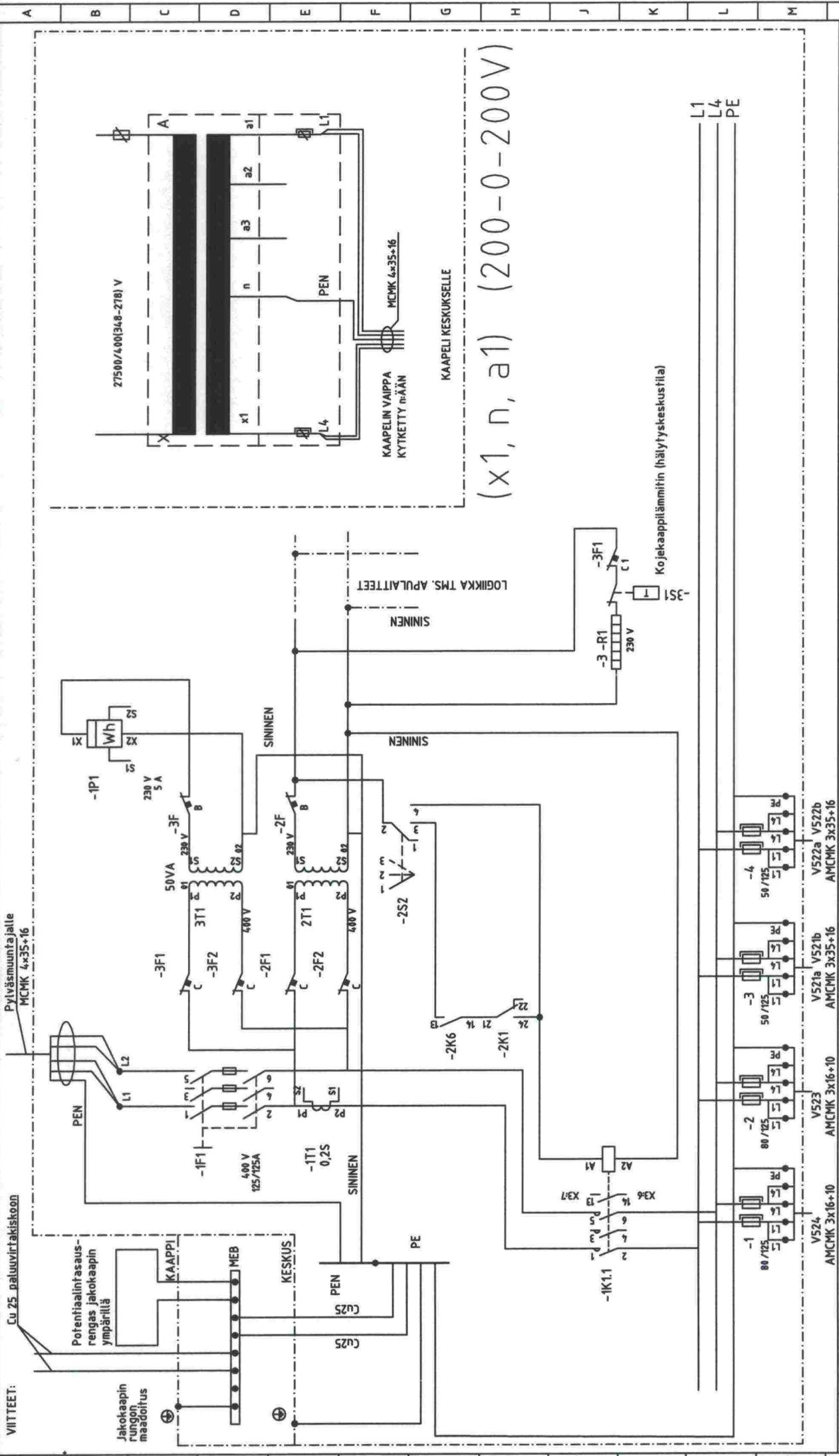
Yhdistetään paluuvirtakiskoon tai M-johtopylväaseen

HUOM. VAIPPA ERISTETÄÄN

ERILLISET SYÖTTÖKAAPIT EROTUSMUUNTAJALTA

Maadoitukset tehtävä noudattaen julkaisua:
"Sähköistyksen kiinteiden laitteiden suunnittelu ja rakentaminen SSR I, II ja III"
Jakorasioiden päässä kaapelin konsentrista suojavaippa ei saa kytkeä se katkaisuun ja teipataan
Jakorasiat muovaa mekaanisesti suojatussa kohteessa.

				VAIHTELAMMITYKSEN LAITEKYTKENTÖJEN PERIAATEPIIRUSTUS 2	
PVM	SUUNN. JÄMÄ	PIIRT. JÄMÄ	PYM	17.07.2006	PIR. MO
HYV.	TARK.	HYV.	MIK		



(x1, n, a1) (200-0-200V)

KAAPPELI KESKUSSELLE

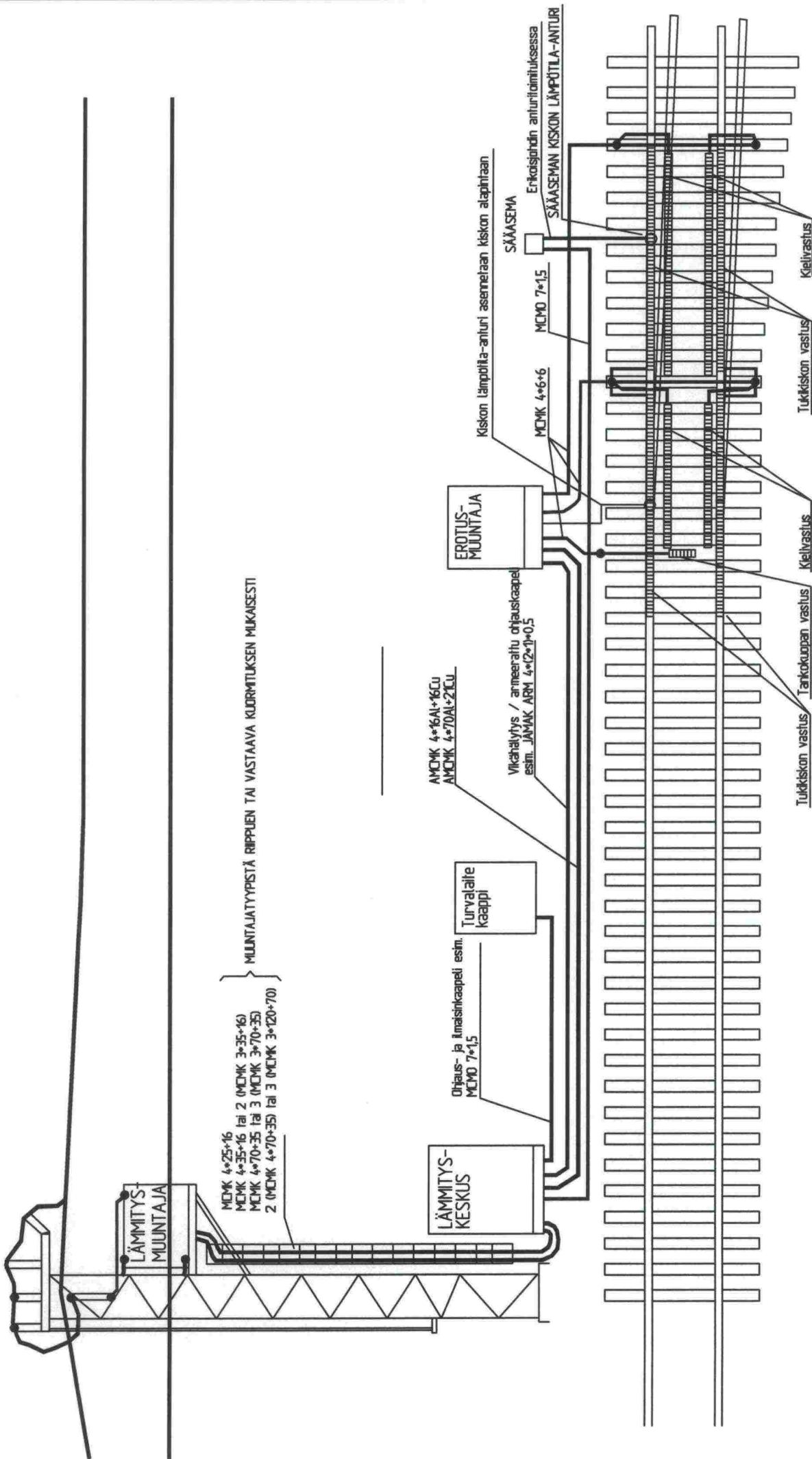
KAAPPELIN VAIPPA KYTKETTY NÄÄN



27500/400(34.8-276) V

L1
L4
PE

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
MUUTOS	SELITYS				SUUNN				KORKE				SSÄLTÖ				TEHNYT			
					PIIRT	MALLIKUVA							PVM	HYV		PVM				
					TARK								PER NO. MAU							
					HVY								LAJI	NUMERO	MUUTOS	LEHTIÄ				
					PVM								4901	630	XXXXX	03 / 03				
					RAUTATESUUNNITTELU				PIIRIKAAVIO											
					Dy VR-Ra.ta Ab				VAIHTOENLÄMMITYSKESKUS											
					RAUTAHALLINTOKESKUS				Nousu- ohjaus ja johdotuskaavio											
					BANFÖRVALTNINGSCENTRALEN				50 kVA (x1, n, a1) (200-0-200V)											

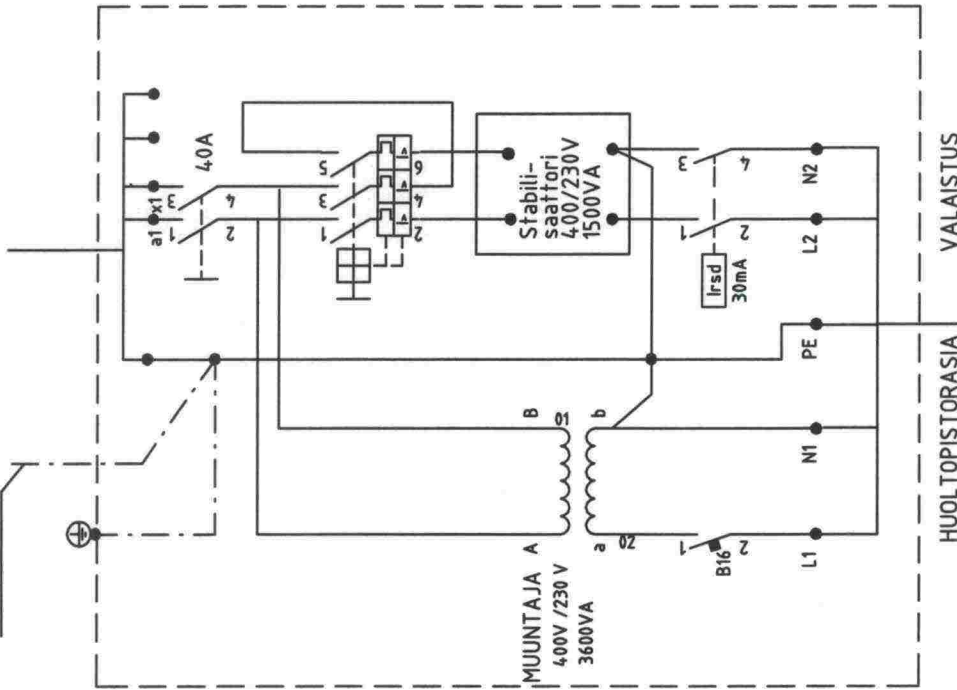
Vaihtelämmityksen periaatekaavio



				VAIHTELÄMMITYKSEN LAITTEET PERIAATEKAAVIO, ELEKTRONINEN SÄÄTÖ	
PVM	SUUNN. AHÄ	PIIRT. MYO	PVM	30.01.2004	
HYV.	TARK. JMA	HYV.	MK		
			PIR. NO		

VAIHTEENLÄMMITYSKESKUKSELTA
SYÖTTÖ MCMK 4x6+6 (20A/400V)



Cu 25 PALUU-
VIRTAKISKKÖÖN



HUOLTOPISTORASIA

VALAISTUS

SYÖTTÖ 5-OHJAUSKOTTELOLLE
MCMK 4x2.5+2.5S TAI 4x6+6S
(PISTORASIALLA VIKAVIRTASUOJAKYTKIN 30mA
OHJAUSKOTTELOSSA)

 RAUTAHALLINTO- KESKUS BANFÖRVALTNINGS- CENTRALEN	 Oy VR-Rata Ab Rautatiesuunnittelu	VAIHDEALUEVALAISTUKSEN SYÖTTÖ VAIHTEENLÄMMITYSKESKUKSELTA, JÄNNITESTABILISAATTORIN PERIAATE			
		PVM	PIIRT. AHÄ	PVM	30.01.2004
HYV.	TARK.	HYV.	MK	PIIR. NO	760 80082

A SÄHKÖTEKNILLISET TIEDOT

1. Nimellisjännite: U_e 400 V
 2. Nimellisvirta: I_N 40 A
 3. Poikkeava faasituskerroin:
 4. Jakelujärjestelmä:
 - käyttöömaadoitettu TN-S
 - nolla- ja suojajäiri yhdistetään TN-C-S
 - käyttöömaadoitettu TN-C-S
 - muu: _____
 5. Teho:
 - liittymä S 5 kVA
 - huippu (15 min mitt) P _____ kW
 6. Oikosulkukestoisuus:
 - terminen vaatimus I_{ts} < 5 kA
 - dynaaminen vaatimus I_{dyn} _____ kA
 7. Kiskot tai johtimet AC:
 L,N,PE
 L1,L2,L3,N,PE
 - muu: _____

8. Kiskot tai johtimet DC

- L+
 N
 L-
 PE
 U_e _____ V
 I_N _____ A
 S _____ kVA

9. Ohjausjännitekisko (-piiri):

- U_f _____ V
 AC
 DC

10. Apujännite 1:

- U_1 _____ V
 AC
 DC

- käyttöalue:

11. Apujännite 2:

- U_2 _____ V
 AC
 DC

- käyttöalue:

Lisätietoja:

- _____

KAAPPI VARUSTETAAN HYÖTTEISSUJATUIN TUULETUSAUKON

B KOTELOINTI- JA ASENNUSTIEDOT

1. Keskustaji ja koteloituokka: _____ IP _____
 - keno _____ IP _____
 - kotelo _____ IP 34
 - kehikko _____ IP _____
 - muu KAAPPELLIAKKAAPPI, KUUMASINKITYLLÄ JALUSTALLA
 2. Asennustapa:
 - pinnalle
 - upotehtu up. syv. max. _____ mm
 - ulkokäyttö
 3. Kiinnitys:
 - seinään
 - seinään ja tuenta lattiaan
 - lattiaan (vapaasti seisova)
 4. Asennus- ja tukirakenteet:
 - ei vaatimusta
 - sidekiskot n. 50mm alustasta
 - muu _____
 5. Kehikkokeskuksen yhtenäinen ovi:
 - lukolla
 - käsisalvalla
 - työkalusalvalla
 - saranointi vasenkätinen
 6. Ovien ja kansien avautuminen ja leveys:
 - min. avautuminen _____ 180°
 - max. ovileveys _____ mm
 7. Pintakäsittely:
 - valmistajan normaali
 - erillisen ohjeen mukaan
 8. Keskuksen max. koko:
 - leveys _____ mm
 - korkeus _____ 1000+ lalusta 1100 mm
 - syvyys _____ mm
 9. Ympäristön lämpötila:
 - normaali
 - min. _____ -4,0 °C - max _____ +5,0 °C
 10. Keskuksen kaapelikentät:
 - 1kpl / kojekenttä
 - 1kpl / 2-kojekenttää
 - leveys min. _____ mm
 11. Normaali käyttötoimenpiteet suorittaa:
 - sähköalan ammattihenkilö
 - tehtävään opasitettu henkilö

C HYVÄKSYTTÄMINEN JA MERKINNÄT

1. Kokoonpanopirustukset hyväksyy:
 - suunnittelija
 - sähköilaitos
 2. Merkinnät:
 - vain viranomaisvaatimukset
 - suunnitelman mukaan
 - erillisen ohjeen mukaan
 3. Keskuksen tunnuskilvet:
 - vain viranomaisvaatimukset
 - pääkaavion mukaan
 4. Kilpien materiaali:
 - kerrosmuovi
 - farra
 - valmistajan normaali
 5. Keskuksen kenttien tunnukset:
 - vasemmalta oikealle
 - oikealta vasemmalta
 - kokoonpanopirustuksen mukaan
 6. Keskuksen lähtöjen merkintä:
 - pääkaavion mukaan
 - erillisen ohjeen mukaan
 7. Sisäisten kolojen ja liittimien merkintä:
 - vain viranomaisvaatimukset
 - erillisen ohjeen mukaan
 8. Vieras ohjausjännite:
 - ohjausjännitteen katkaisupaikka: _____

D KALUSTUS- JA KAAPPELOINTITIEDOT

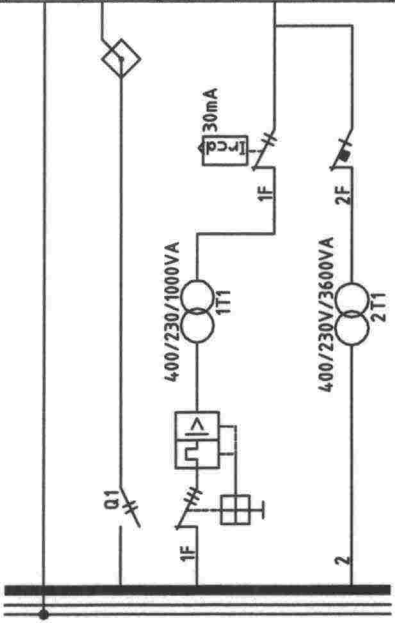
1. Kalustustapa:
 - keskitetty
 - yksikkölähdöt
 2. Kalustuksen tyyppi:
 - kiinteä
 - ulosoteftava
 - ulosvedettävä
 3. Merkkilamput:
 - hehkulamput
 - hohtolamput
 - led-lamput
 4. Laskutusmittareiden toimittaja:
 - tilaaja
 - keskusvalmistaja / urakoitsija
 5. Laskutusmittamuuntajien toimittaja:
 - tilaaja
 - keskusvalmistaja / urakoitsija
 6. Muiden mittareiden koko: _____ mm
 7. Syöttö:
 - kaapelit
 - kiskosto
 - kaapelityyppi _____ 1 kpl MCMK4.x.6+6
 8. Syötön tulo:
 - alhaalta
 - yhäältä
 - vasemmalta
 - oikealta
 - keskeltä
 9. Kaapeleiden lähtösuunta:
 - alas
 - ylös
 10. Pääpiirin kaapeleiden liittämisen:
 - kojeisiin
 - riviliittimiin, myös N ja PE
 - kojeisiin alkaen _____ mm
 11. Ohjauskaapelit liitetään riviliitt. _____ mm
 - vapaita riviliittimiä _____ 6 kpl
 Riviliittimien käyttö on ST-esimerkkipiiri-kaavioiden mukainen. Lukumäärä selviää työpiirustusvaiheessa. Määrän muutum. 4./lähtö ei oikeuta keskuksen hinnan muuttamiseen.

Lisätietoja: JALUSTAN ETULEVY 2-OSAINEN KORK YHT 800MM

- PÄÄKTYKIN JA MUUT OHJAUSKYTKIMMIE KANNEN ALLA
 KESKUKOTELOIDEN LUKITUS KOLMOVAIPELLE
 MATERIAALI VÄH. 3 MM ALUMIINI TAI VÄH. 2 MM TERÄS
 KAIKKI RUUVIT JA SARANAT RUOSTUMATTOMIA
 KESKUS VARUSTETTAVA NOSTOSILMUKOIN
 VÄRI RAL 7032, TUNNUSKILPI KAAPIN OVEEN
 KANVERRETTU KERROSMUUVI
 (MUSTA, VALKEA, POHJA, KIRJAINKOKO 40MM) MERKINTÄ
 ESM. ZZ Lmxx STAB, xx-SUUNNITTELLA ILMOITTAA

Pvm	RATIAHALLINTOKESKUS BANFÖRVALTNINGSCENTRALEN	Oy VR-Räta Ab SÄHKÖASENNUSKESKUS	RAOTIAESUUNNITTELU	VAASA (V s) VAIHDEALUEVALAISTUS	RAKENNUSKORTTEIN NIMI JA OSOITE	SUUNNITTELUKESKUS			Pvm 17072006	Pvm 17072006	Pvm 17072006	Pvm 17072006	KESKUS VS LMxx STAB	SÄH	PAIKKA LAJI MK NUMERO	740 E 80XX	LEHTI MUUTOS 1/2
						PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	STABILISAATTORIKESKUS	VS LMxx STAB									

LÄHTÖ	ULKOISET LAITTEET	NIMITYS	P kW	S kVA	I A	A/A	mm ²													
		YHDISTYS PALJUVRTAKSKOON																		
		PÄÄKYTKIN NOUSUJUHDO VAIHTENLÄMMITYSKESKIKSELTA																		
		STABILISAATTORI 400/230V/1500VA LÄMPÖRELE 2.5-5.0A, ASETTELU no:n 4A																		
		VIKAVIRTASUJAKYTKIN 30mA VAIHEALUEVALAISTUS HUOLTOPISTORASIA(T)																		
		MUUNTAJA 400/230V/3600VA HUOLTOPISTORASIA(T)																		

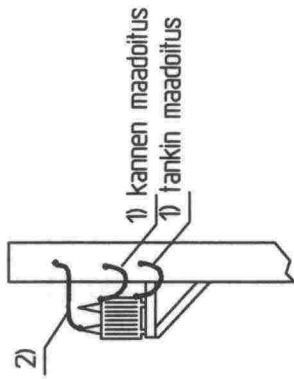


		Pvm		Pvm		Pvm		Pvm	
		17072006	17072006	17072006	17072006	17072006	17072006	17072006	17072006
		JMÄ	JMÄ	JMÄ	JMÄ	JMÄ	JMÄ	JMÄ	JMÄ
		FRY	FRY	FRY	FRY	FRY	FRY	FRY	FRY
		TARK	TARK	TARK	TARK	TARK	TARK	TARK	TARK
		RHU	RHU	RHU	RHU	RHU	RHU	RHU	RHU
		RAKENNUSKORTTEEN NIMI JA OSOTE VAASA (Vs) VAIHEALUEVALAISTUS LOPPUPIIRUSTUS							
		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ STABILISAATTORIKESKUS VS LMxx STAB PÄÄKAAVIO							
		SÄHKÖ		SÄHKÖ		SÄHKÖ		SÄHKÖ	
		KESKUS		KESKUS		KESKUS		KESKUS	
		VS LMxx STAB		VS LMxx STAB		VS LMxx STAB		VS LMxx STAB	
		LAJI		LAJI		LAJI		LAJI	
		740		740		740		740	
		E		E		E		E	
		80xx		80xx		80xx		80xx	
		HUUTOS		HUUTOS		HUUTOS		HUUTOS	
		2/2		2/2		2/2		2/2	
Pvm		17072006		17072006		17072006		17072006	
		17072006		17072006		17072006		17072006	
		17072006		17072006		17072006		17072006	
		17072006		17072006		17072006		17072006	
		17072006		17072006		17072006		17072006	
		17072006		17072006		17072006		17072006	



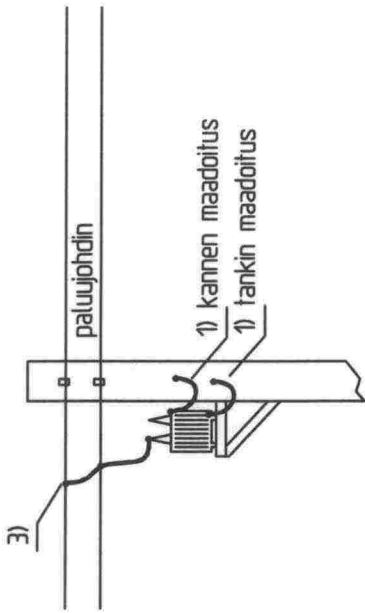
Kuva 1.

Vaihteentämmitysmuuntajan ensiön X-napa yhdistetty sähköratapylväaseen



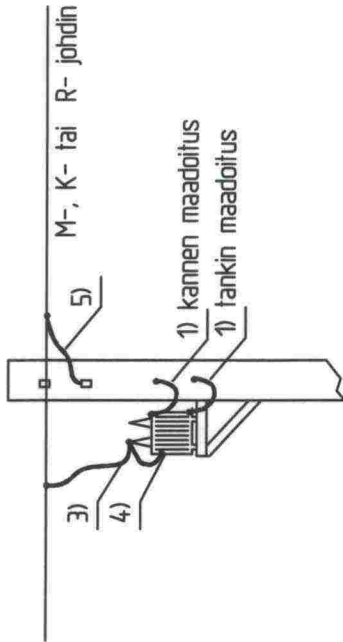
Kuva 2.

Vaihteentämmitysmuuntajan ensiön X-napa yhdistetty paluujohdtimeen

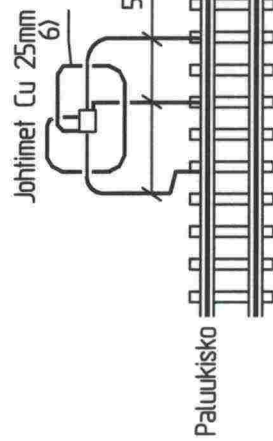


Kuva 3.

Vaihteentämmitysmuuntajan ensiön X-napa ja pylväs yhdistetty M-, K- tai R-johdtimeen.

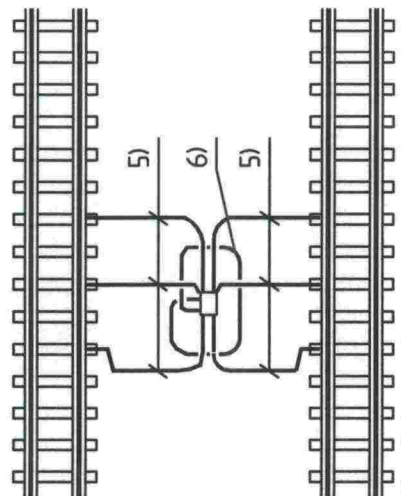


Johtimet Cu 25mm
6)



Paluukisko

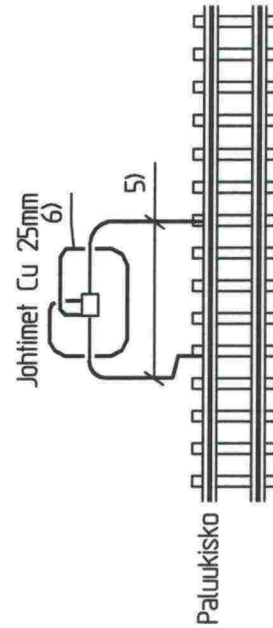
1-raiteinen rata



Paluukisko

2-raiteinen rata

Johtimet Cu 25mm
6)



Paluukisko

Maadoitusjohtimien yhdistykset paluukiskoon tehdään RAMD 5.3 mukaisesti.

- 1) suojamaadoitusjohdin
- 2) PEN-johdin
- 3) N-johdin
- 4) PE-johdin
- 5) maadoitusjohdin
- 6) potentiaalinhjousrengas

**RATAHALLINTO-
KESKUSVALTIKUNGS-
CENTRALEN**

PVM
HYV.

VR

Oy VR-Rata Ab
Rautatieasunnittelu

SUUNN. AHÄ
TARKK. JMA

PIIRT. MYO
HYV.

**RATAJOHTOPYLVÄÄN MAADOITUKSET
PERIAATEPIIRUSTUS**

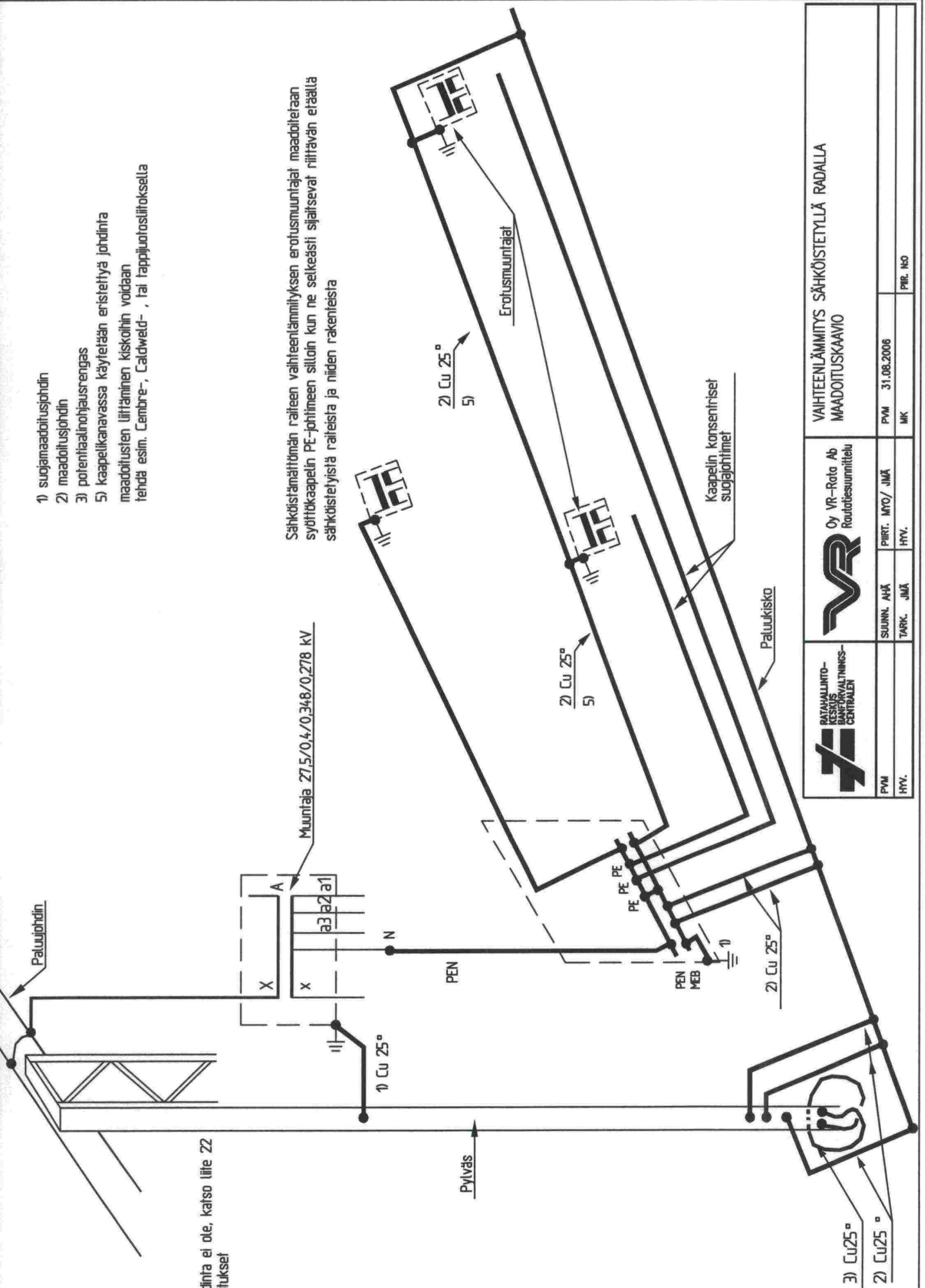
PVM	31.08.2006	PIR. NO
HYV.	MK	



- 1) suojamaadoitusjohdin
- 2) maadoitusjohdin
- 3) potentiaalinhajausrengas
- 5) kaapelikanavassa käytetään eristettyä johdinta

maadoitusten liittäminen kiskoihin voidaan tehdä esim. Cembre-, Caldwell-, tai tappi- tai rasi-tyyppisillä liitoksilla

Huomautus
Jos patuujohtinta ei ole, katso liite Z2
pylväsmadoitukset

Sähköistämättömän raitteen vaihteentähtämyksen erotusmuuntajat maadoitetaan syöttökaapelin PE-johtimeen siltain kun ne selkeästi sijaitsevat riittävän etäällä sähköistetyistä raitteista ja niiden rakenteista

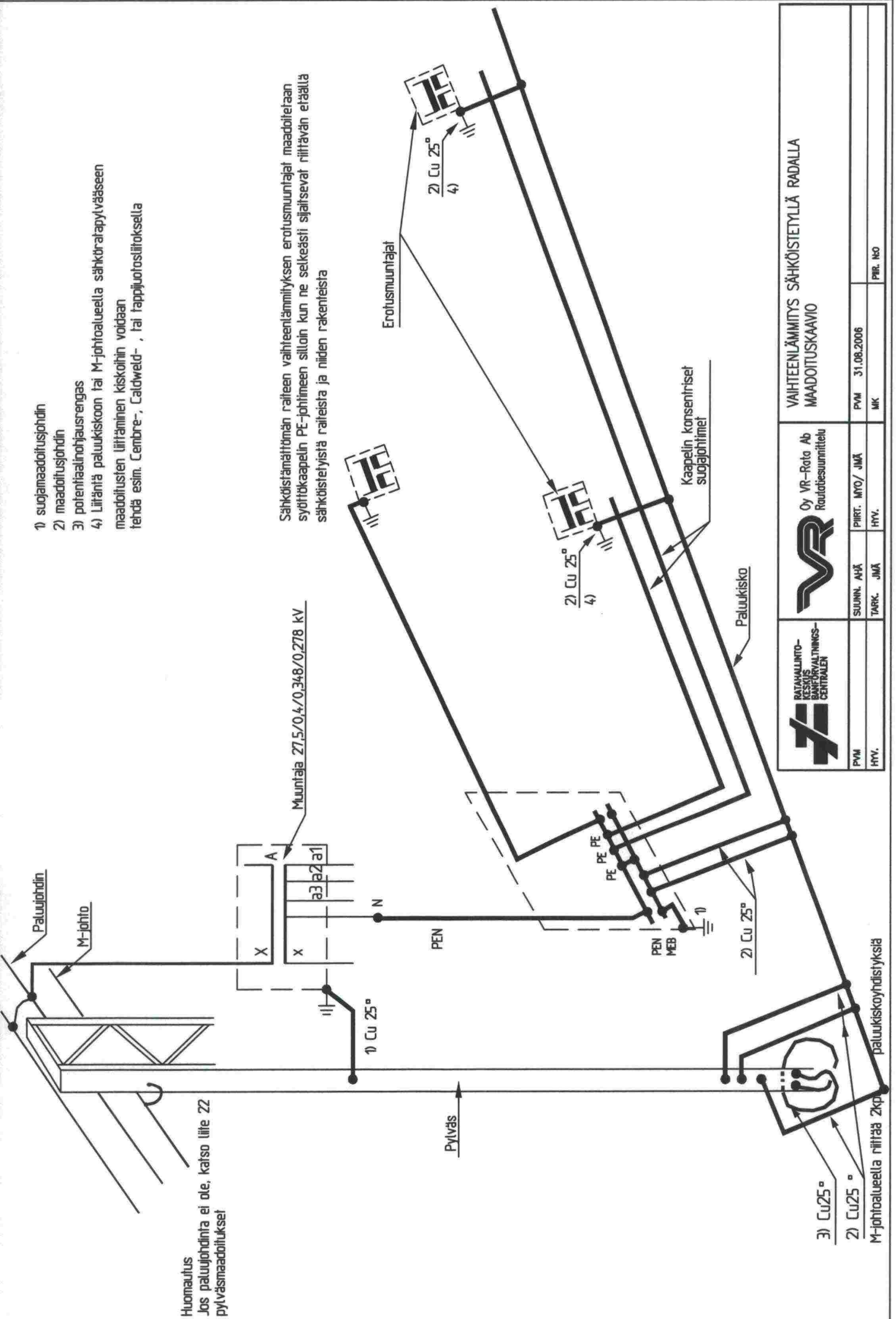




				VAIHEENLÄMMITYS SÄHKÖISTETYLLÄ RADALLA	
				MAADOITUSKAAVIO	
PVM	SUUNN. AHÄ	PIIRT. MYO/ JMA	PVM	31.08.2006	PIR. HO
HYV.	TARK. JMA	HYV.	MK		

- 3) Cu 25°
- 2) Cu 25°

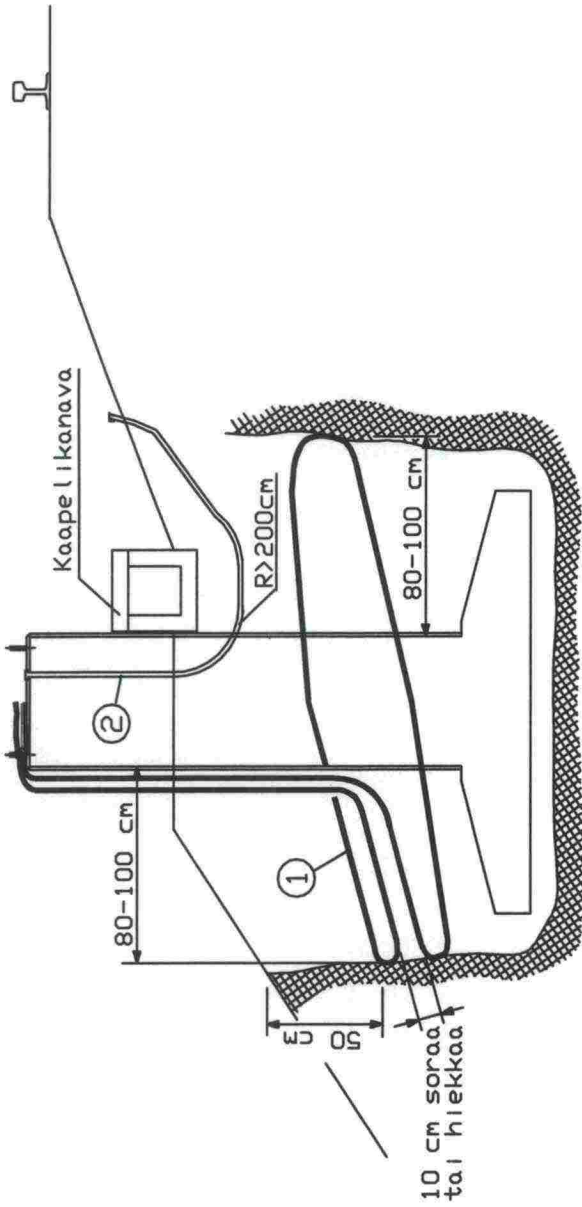
- 1) suojamaadoitusohdin
- 2) maadoitusohdin
- 3) potentiaalirajausrenkas
- 4) Liitäntä paluukiskoon tai M-johtoaueella sähköbratapylvääseen maadoitusten liittäminen kiskoihin voidaan tehdä esim. Cembre-, Caldwell-, tai tappi-johtoliitoksella

Sähköistämättömän raitteen vaihteennälmmityksen erotusmuuntajat maadoitetaan syöttökaapelin PE-johtimeen silloin kun ne selkeästi sijaitsevat riittävän eräällä sähköistetyistä raitteista ja niiden rakenteista



				VAIHTEENNÄMMITYS SÄHKÖISTETYLLÄ RADALLA MAADOITUSKAAVIO	
PVM	SUUNN. AHÄ	PIIRT. MYO/ JMA	PVM	31.08.2006	
HYV.	TARK. JMA	HYV.	MIK		PIR. NO

Perustukset ylhäältä katsottuna

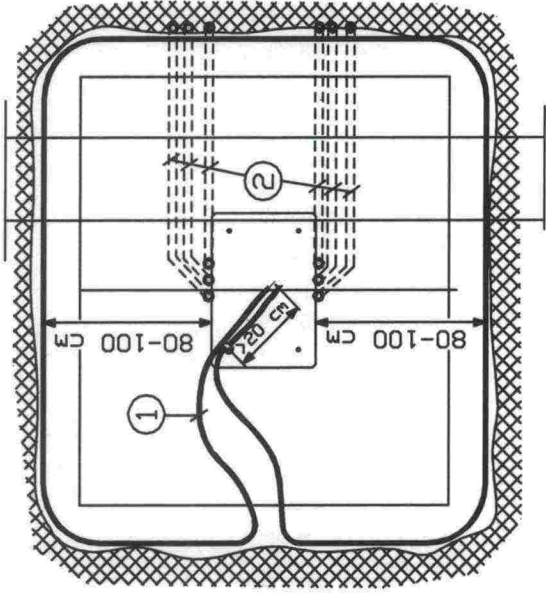


- ① Cu-johdin 25 mm² SFS 3819 Cu
 ② PE-MUOVIPUTKI Ø16/Ø20 SFS 2334 Musta Polyeteeni (tarvittaessa)
 Vaihteenlämmityksenmuuntajalla asennetaan:

1. > Potentiaalinvaihtelektrodi

2. > 3 kpl putkia ja 25mm² Cu- johtimia, jos vaihteenlämmitysmuuntajan X-napa on yhdistetty suoraan paluujohtimeen, M-, R-, tai K-johtimeen tai

6 kpl putkia ja 25mm² Cu- johtimia, jos vaihteenlämmitysmuuntajan X-napa on yhdistetty suoraan pylväseen. Jos käytössä on kaksi raidetta, asennetaan tällöin 3kpl putkia ja johtimia kumpaankin kiskoon.



Perustukset sivulta katsottuna



RATAJOHTOPYLVÄÄN POTENTIAALINOHJAUS-
ELEKTRODI JA Pylväsmuutokset

PVM

SUUNN. AJÄ

PIIRT. MYO/ JMA

PVM 23.03.2005

HYV.

TARK. JMA

HYV.

MK

PIR. NO

LIITE 23

Muuntajien häviökustannusten kapitalointi

pitoaika a		30
korko %		6
α	$=1+p/100$	1,06
α^t	$=(1+p/100)^t$	5,74
α^{-t}	$=1/\alpha^t$	0,17
a_t	$=(100/p)*(1-\alpha^{-t})$	13,76

P-Fe (tyhjäkäyntihäviöt)= P_o P-Cu (kuormitushäviöt)= P_k

Tyhjäkäyntihäviöiden hinta H_o	5000 €/kW
Kuormitushäviöiden hinta H_k	1000 €/kW
Muuntajan hankintahinta H_h	xxxx €

Kustannukset koko pitoajalta $H_{tot}=(P_o * H_o + P_k * H_k) * a_t + H_h$

ESIMERKKI

MUUNTAJA VE1

P_o / kW	0,19	5000	950
P_k / kW	0,7	1000	700
H_h			2903
H_{tot} / €			25615

MUUNTAJA VE2

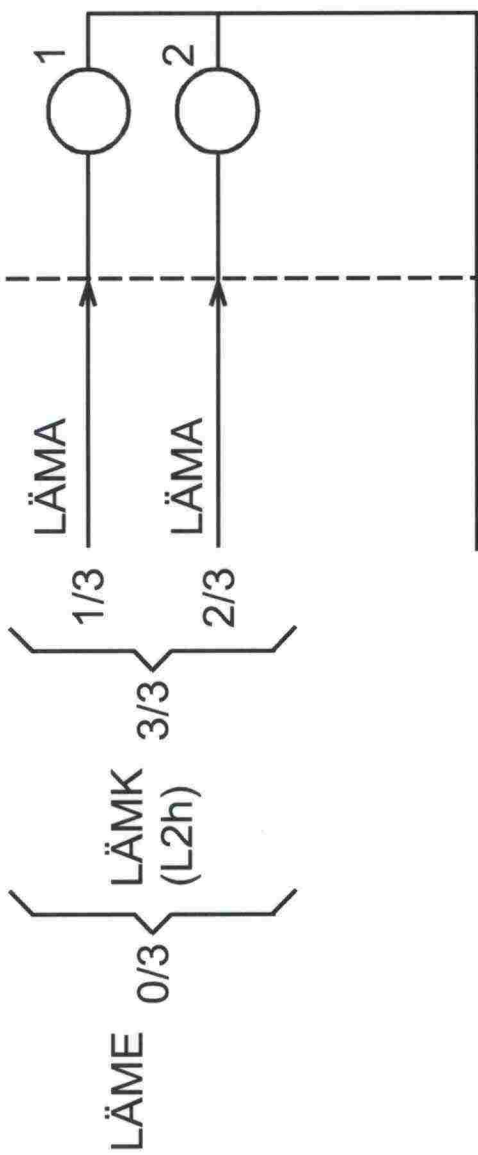
P_o / kW	0,1	5000	500
P_k / kW	0,9	1000	900
H_h			3806
H_{tot} / €			23077

MUUNTAJA VE1

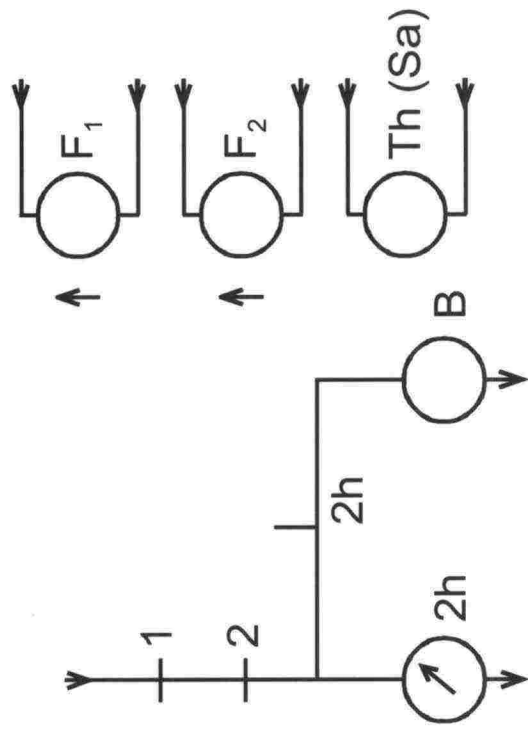
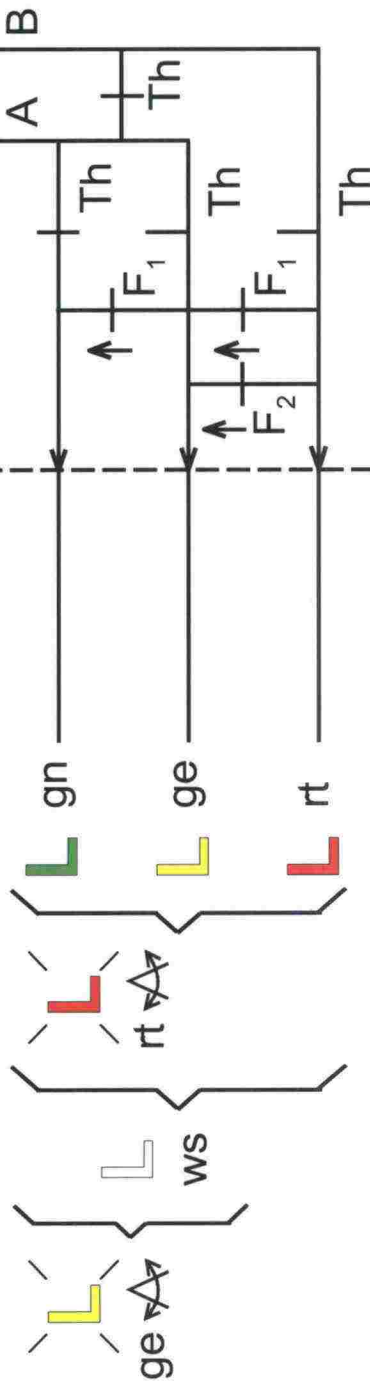
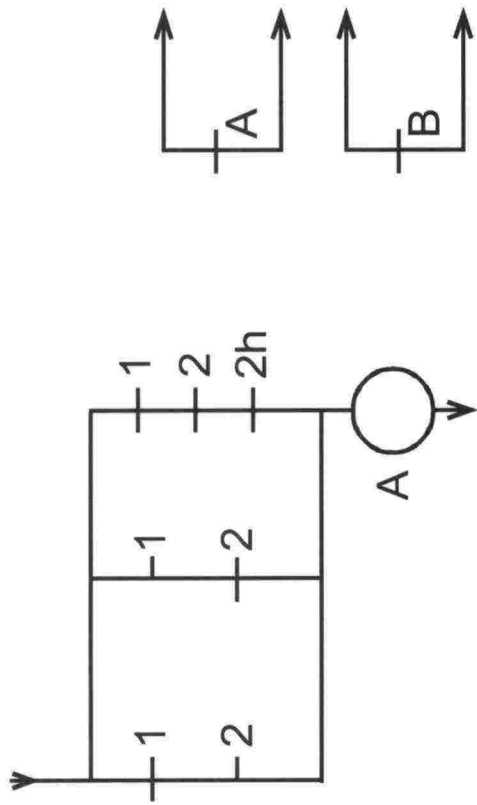
P_o / kW	0,15	5000	750
P_k / kW	0,8	1000	800
H_h			3529
H_{tot} / €			24864

Laskelmasta havaitaan, että hankintahinnaltaan halvin muuntaja tulee kalleimmaksi käyttää 30 vuoden pitoajalla ja hankintahinnaltaan kallein on halvin vastaavalla pitoajalla

ASETINLAITE
ESTW

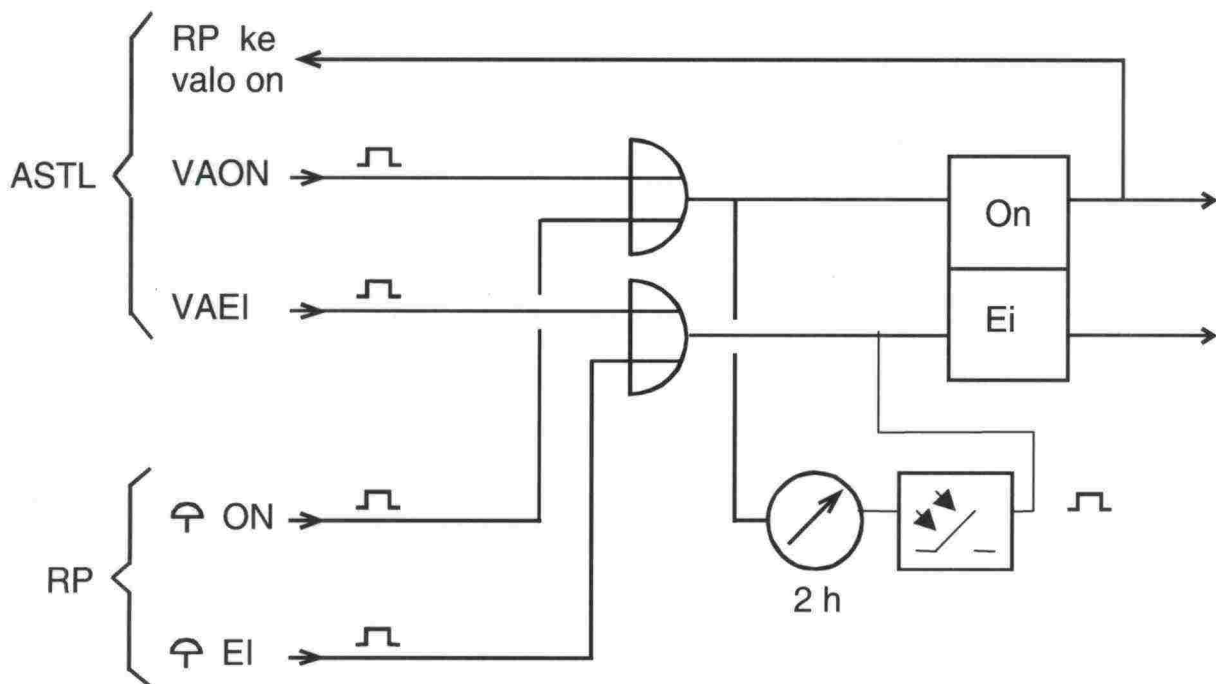


VAIHTENLÄMMITYSJÄRJESTELMÄ
WEICHENHEIZUNG

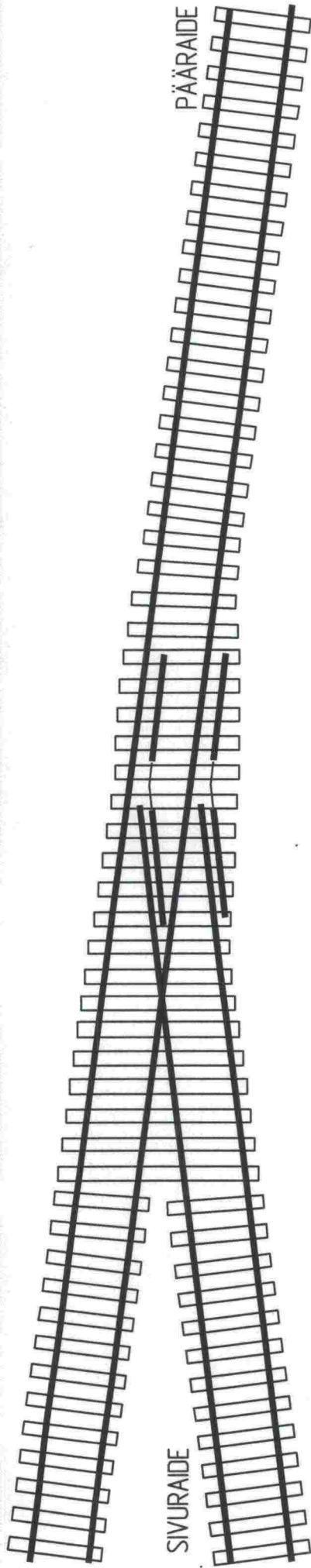


Ratapihvalaistus

Valaistuksen ohjaaminen asetinlaitteelta ja ratapihalta



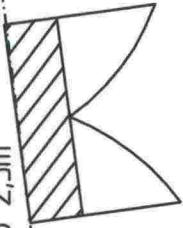
A B C D E F G H J K L M N P



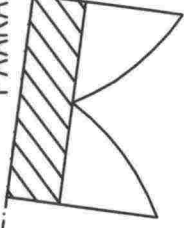
SIVURAIDE

PÄÄRAIDE

SIVURAITTEEN ATU 2,5m



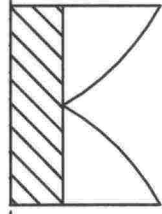
PÄÄRAITTEEN ATU 3,1m



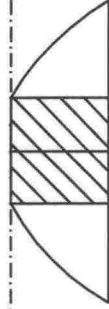
KAAPPIEN SIIJOITUS PÄÄ- JA SIVURAITTEELLE
KAAPPIEN ASENNUSVAIHTOEHDOT



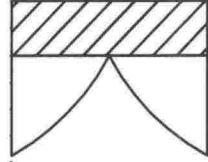
SUOSITELTAVIN
VAIHTOEHTO



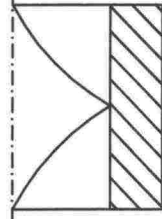
2. SUOSITELTAVIN
VAIHTOEHTO



3. SUOSITELTAVIN
VAIHTOEHTO



4. SUOSITELTAVIN
VAIHTOEHTO



ATU



KAAPPIEN ASENNUS

PVM HYV.	SUUNN. AIK. TARK.	PIIRT. AIK. HYV.	PVM 30012004 MK	PIIR. NO ATU
-------------	----------------------	---------------------	--------------------	-----------------

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

A B C D E F G H J K L M N P

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 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



**RATAHALLINTOKESKUS
BANFÖRVALTNINGSCENTRALEN**

Julkaisija:

Ratahallintokeskus

Keskuskatu 8, PL 185, 00101 Helsinki
puh. 020 751 5111, fax 020 751 5100

www.rhk.fi

ISBN 952-445-163-8 (nid.)

ISBN 952-445-164-6 (pdf)

ISSN 1455-1204