

Atte Mattila

1000V sähköjakeluverkon rakentaminen ja merkinnät

Sähkötekniikan koulutusohjelma

2013

1000V verkon rakentaminen ja merkinnät

Mattila, Atte Samuli

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Huhtikuu 2013

Ohjaaja: Petteri Pulkkinen

Sivumäärä: 22

Liitteitä: 13

Asiasanat: 1000V, Rakenteet, Merkinnät, Muuntajat, Katkaisijakaappi, kaapelit

Tämä opinnäytetyö käsittelee 1000V sähköjakeluverkon rakentamiseen ja kunnossapitoon sisältyviä asioita. 1000V sähköjakeluverkko on vielä suhteellisen tuore sähkönsiirto tapa suomessa, mutta verkon avulla tullaan säästämään rakennuskustannuksissa ja parantamaan erityisesti haja-asutusalueiden sähkön laatua.

1000V on uusi jännitetaso vanhaan 20/0,4kV verkkoon. Eroja 1000V ja 400V verkoissa on hyvin vähän, koska niissä käytetään samoja komponentteja, joten 1000V verkon rakentaminen onnistuu yhtä nopeasti kuin 400V verkon rakennus. Uusina komponentteina ovat 1000V muuntajat ja katkaisijakaapit.

Opinnäytetyöni on tarkoitus erityisesti auttaa verkonrakentajia ymmärtämään 1000V verkon merkintöjen tärkeys 1000V ja 400V verkkojen potentiaalieron takia.

The construction and maintenance of 1000V power distribution network

Mattila, Atte Samuli

Satakunta university of applied sciences

Department of electrical engineering

April 2013

Supervisor: Petteri Pulkkinen

Pages: 22

Appendices: 13

Keywords: 1000V, Structures, Labeling, Transformers, Cables

This thesis deals with the construction and maintenance of 1000V power distribution network. 1000V power distribution network is still a relatively new method to transfer electricity in Finland, but the network enables savings in building cost and improves the quality of electricity especially in sparsely populated areas.

1000V voltage level is new to the old 20/0,4 kV network. Differences between 1000V and 400V networks are few, because they use the same components, so the construction of 1000V network is as fast as the construction of 400 V network. There are new components as well, i.e. 1000V transformers.

My thesis is specifically designed to help network builders to understand the importance of labeling of the network because of the potential difference between 1000V and 400V networks.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	1000V SÄHKÖNJAKELUVERKKO YLEISESTI.....	6
2.1	Järjestelmä.....	6
2.2	Käyttökohteet.....	6
2.3	Hyödyt.....	7
3	KÄYTETTÄVÄT KOMPONENTIT.....	8
3.1	Kaapelit.....	8
3.2	Muuntajat.....	8
3.3	Katkaisijakaappi.....	9
3.3.1	Releasetukset.....	11
3.3.2	Maasulkusuojaus.....	12
3.4	Maadoitukset.....	12
4	MERKINNÄT JA TUNNUKSET.....	13
4.1	Yleisesti merkinnöistä.....	13
4.2	Pylväiden merkinnät.....	13
4.3	Johtojen merkinnät.....	14
4.4	Yhteiskäyttöpylväs 20/1/0,4 kV.....	15
4.5	Pylväsmuuntamon ja muuntajien merkinnät.....	15
4.6	Katkaisijakaapin merkinnät.....	16
4.7	Erotuskytkimen merkinnät.....	17
4.8	Puistomuuntamot.....	17
4.9	Jako- ja haaroituskaapin merkinnät.....	18
4.10	Kaapelit ja kytkentäjohtimet eli jompit.....	18
4.11	Muuntamo- ja katkaisijatunnukset.....	18
5	VIKATILANTEET.....	19
6	KÄYTTÖÖNOTTO, MITTAUKSET JA TARKASTUKSET.....	20
7	YHTEENVETO.....	21
	LÄHTEET.....	22
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee 1000V sähköjakeluverkon rakentamiseen ja kunnossapitoon sisältyviä asioita. 1000V sähköjakeluverkko on vielä suhteellisen tuore sähkönsiirto tapa suomessa, mutta verkon avulla tullaan säästämään rakennuskustannuksissa ja parantamaan erityisesti haja-asutusalueiden sähkön laatua.

1000V on uusi jännitetaso vanhaan 20/0,4kV verkkoon. Eroja 1000V ja 400V verkoissa on hyvin vähän, koska niissä käytetään samoja komponentteja, joten 1000V verkon rakentaminen onnistuu yhtä nopeasti kuin 400V verkon rakennus. Uusina komponentteina ovat 1000V muuntajat ja katkaisijakaapit.

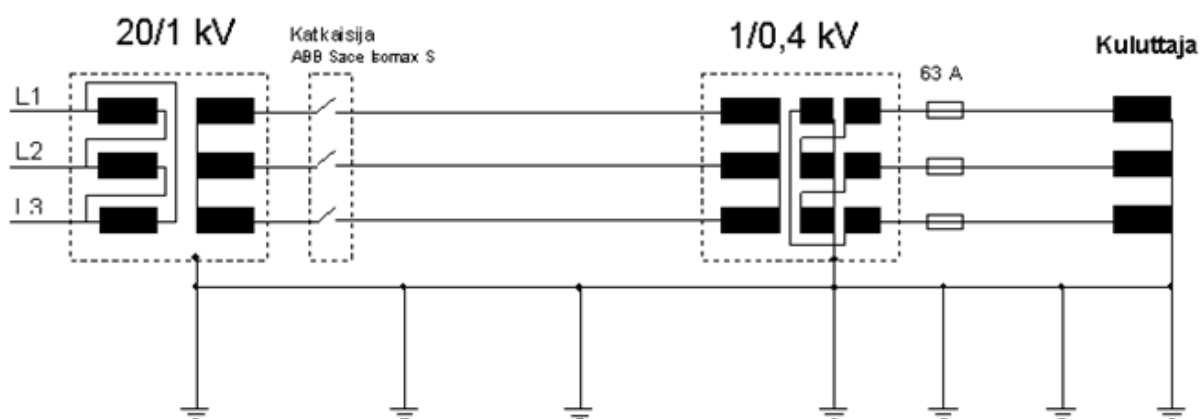
Työn idea tuli Eltel Networks Oy:ltä, koska 1000V jakeluverkko on vielä suhteellisen uusi verkonrakennuksessa, eivät kaikki asentajat uusia komponentteja tai merkintöjä tiedä, opinnäytetyöni on tarkoitus antaa esimerkkimalli firmalle kuinka verkko voidaan rakentaa ja ymmärtämään 1000V verkon merkintöjen tärkeys potentiaalieron takia..

2 1000V SÄHKÖNJAKELUVERKKO YLEISESTI

2.1 Järjestelmä

1000V järjestelmä toteutetaan maasta erotettuna järjestelmänä. Tämä tarkoittaa sitä, että 20/1/0,4 kV sekä 20/1 kV muuntajien 1000V puolen tähtipistettä ei saa maadoittaa. Tähtipistettä käytetään ainoastaan maasulkulaukaisun ohjaukseen.

1000V ja 0,4kV maadoitukset ovat yhdessä sekä 20/1/0,4 kV, että 20/1 kV muuntamoilla. Mahdollinen vikatapaus ei näin aiheuta vaaratilanteita asentajille, kun vikatilanteessa maadoituksena toimivaa kannatinvajereita käsitellään ja niissä on potentiaaliero. Muuntajien 0,4kV tähtipiste on maadoitettava aina. /5./



Kuva 1 Periaatekuva 1 kV järjestelmästä

2.2 Käyttökohteet

1000V järjestelmää käytetään ainoastaan sähkötehonsiirtämiseen, joten kuluttajilla pysyy kuitenkin 0,4kV jännite. Näin saadaan parannettua kuluttajien sähkölaatua, kun 400V tekniikalla siirto onnistuu noin 1 kilometrin päähän, koska verkossa on suuri jännitteen alenema, kun taas 1000 voltilla siirto on mahdollista 1 – 5 km päähän. /5./

1000V sähkönjakelujärjestelmää käytetään paljon vesistö alueilla, Järvi-suomen energia on ottanut suureksi osaksi tämän järjestelmän sähköverkossa. Sitä käytetään myös metsiin sijoittuvissa haarajohdoissa, vapaa-ajan asuntojen ja rannikkoalueiden saaristoissa, suojelualueilla pienentämään ympäristömuutoksia. Uusi käyttökohteita jotka ovat järkeviä ja taloudellisesti kannattavia löytyy kokoajan lisää. /7./

2.3 Hyödyt

1000V muodostaa uuden jänniteportaan nykyisten 20kV:n ja 0,4kV:n väliin, jonka haarajohto muodostaa oman suojausalueen. 1000V kaapelit ovat päällystettyjä, jolloin esim. oksien kosketukset eivät aiheuta oikosulkua tai maasulkua. Näiden ansiosta vikatilanteiden vaikutusalueet pienenevät. /1./

Sähkönsiirtokustannukset pienevät, koska verkko on halvempaa ylläpitää, ja rakentamiseen käytetään samoja komponentteja ja kaapeleita, kuin 0,4kV:n jakeluverkossa, koska ne on suunniteltu ja luokiteltu 1000 volttiin asti (lisäkomponentteja ovat muuntajat). Kaikki ne komponentit ja kaapelit ovat huomattavasti halvempia kuin 20 kV verkossa käytettävät. /7./

3 KÄYTETTÄVÄT KOMPONENTIT

3.1 Kaapelit

Kaapelit, jotka soveltuvat 1000V verkon rakentamiseen, ovat samoja joita käytetään 400V verkon rakentamisessa. Soveltuvia kaapeleita ovat esim. AMKA, AXMK ja AMCMK-HD/PE. Yleisimmät poikkipinta-alat ovat AMKA 3x70+95 ja AXMK 3x95.

3.2 Muuntajat

1000V jakeluverkkoon vaaditaan vähintään 2 kpl muuntajia, ensimmäinen joka muuttaa 20kV:sta 1000 volttiin ja seuraava kun jänniteporras pudotetaan 1000 voltista 400 volttiin. ABB valmistaa näitä muuntajia, pylvääseen ja puistomuuntamoon soveltuvaa mallia. /6./

20kV päähän tulevia muuntajia on kahta eri tyyppiä, kolmikäämimuuntaja 20/1/0,4kV ja 20/1kV.

Muuntajia saadaan seuraavilla näennäistehoilla:

20/1/0,4kV - 150kVA

20/1kV - 100kVA

20kV muuntamot varustetaan erottimella.

Kilovoltin linjan loppupäässä oleva muuntaja on 1/0,4kV, jota on mahdollista saada näennäisteholtaan 30kVA ja 50kVA. 1000V muuntamo varustetaan SZ41 erotuskytkimellä, joka soveltuu erottamaan 1/0,4kV muuntajan verkosta kuormien ollessa päällä. /6./

Muuntajat merkitään suorakaiteen muotoisella kelta-mustalla kyltillä ja esim. 1/0,4kV –punaisella tekstillä, ettei tapahtuisi väärinkäsityksiä ja sekoiteta 1000V

muuntajia tavallisiin 20/0,4kV muuntajiin. Kolmikäämimuuntajan kannella pitää olla eri jännitetasot merkitty hyvin. Liitteissä 11–13 on Headpowerin rakenteiden malli ja merkinnät. /1./

3.3 Katkaisijakaappi

1000V verkko suojataan katkaisijalla, joka toimii suojausyksikkönä. Kaappi koostuu jännitemuuntajasta, katkaisijasta ja ylivirtasuojasta. Katkaisija suojaa oikosululta, maasululta ja ylikuormitukselta. Syöttö katkaisijakaappiin tulee 20kV muuntajan 1000V:n navoista ja sen nollajohdin kytketään tähtipisteeseen, ei maihin. Maasulkutilanteessa katkaisija toimii tähtijännitepisteestä. Katkaisija jää toimittuaan väliasentoon (keltainen), josta se viritetään 1 asentoon 0 asennon kautta. /6./

Katkaisijakaappi asennetaan muuntamopylvääseen, mutta jos asennus tehdään jo olemassa olevaan muuntamoon ja sen pylväissä ei tilaa ole tarpeeksi, voidaan se myös asentaa muuntamosta seuraavalle pylväälle. Asennuskorkeus maasta on 1200 mm kaapin alaosaan. Headpowerin rakennekuvassa liitteessä 11 näkee hyvin kaapin paikan. /8./

Katkaisijana käytetään ainoastaan Fortum Sähkönsiirron hyväksymää 1000V kompaktikatkaisijaa, jolla varmistetaan verkon kaikkinaikainen laukaisu. /5./

Katkaisijakotelo on valmistettu kuumasinkitystä teräslevystä ja pintakäsitelty strukturoidulla maalilla (RAL7035)

Läpivirtaustuuletus

Kotelointiluokka IP 44

Paino n.40 kg

Katkaisija

$I_n (40\text{ }^\circ\text{C}) = 100\text{A,}$

$I_{cu} (1000\text{V AC}) = 12\text{ kA}$

Ylikuormitus $I_1 = 0,4 - 1,0 \times I_n$

$t_1 = 3\text{s, } 6\text{s, } 12\text{s} (6 \times I_1)$

Oikosulku $I_2 = 1,0 - 10 \times I_n$

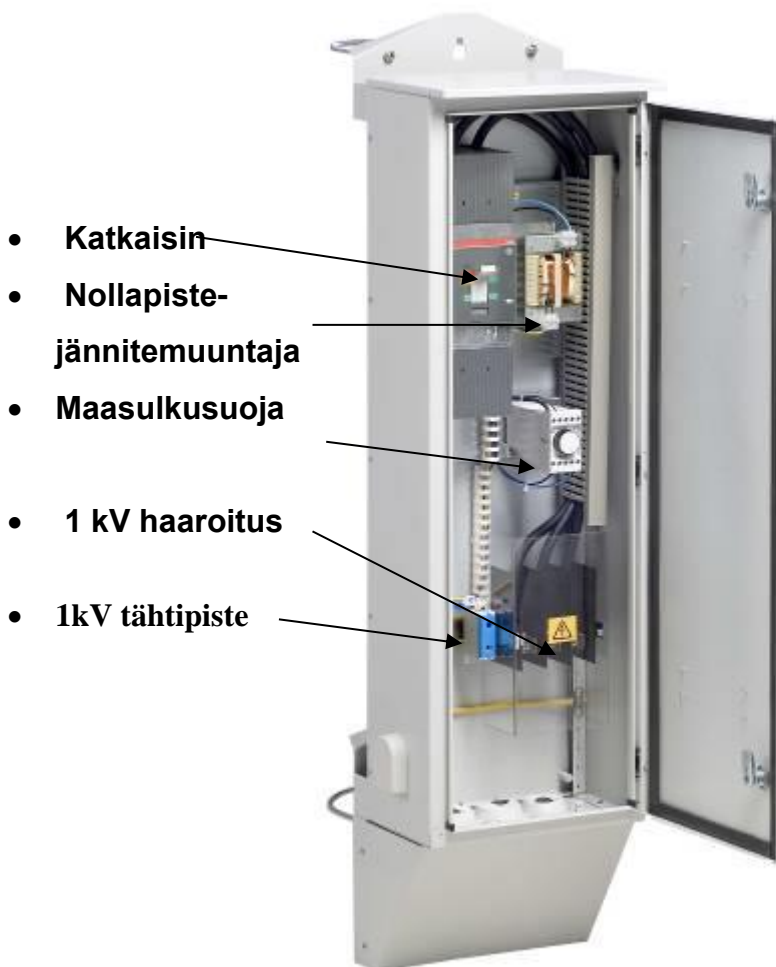
$t_2 = 0,1s, 0,25s (8xIn)$

Maasulkusuojaus $t = 0,2-30s$

Ylivirta- ja maasulkusuojaus toimii ilman ulkopuolista apujännitelähdettä

Kotelossa on valmiina liittimet

-syöttökaapelille Al/Cu 4x 25...95mm² maadoitusjohtimille 2kpl Cu16



Kuva 2 ABB:n katkaisijakaappi malli

3.3.1 Releasetukset

Tämän suojauksen katkaisuparametrit pitää asetella oikein jo ennen käyttöönottoa. Suojausyksiköllä on kaksi eri porrasta, kun katkaisu tehdään oikosulusta. Toinen toimii välittömästi ja toinen hidastetusti. Suurin sallittu hidastus on kuitenkin 5 sekuntia, kun katkaisija toimii 100-800A virroilla. /6./

Katkaisijan asetteluina voidaan käyttää:

- Ylikuormitus 60 A (L)
- Oikosulku (hidastettu) 100 A (S)
- Oikosulku (välitön) 800 A (I)

Maasulkusuojaus on toteutettu laukaisureleellä.

Laukaisureleessä 5 s hidastus.

Apumuuntaja 140 VA jännitemuuntaja (575/230 V)



Kuva 3 Yleiset releasetukset

3.3.2 Maasulkusuojaus

Maasulku on määritelty käyttömaadoittamattoman virtajohtimen ja maan tai maahan johtavassa yhteydessä olevan osan väliseksi eristysviaksi. Kaksoismaasulku on kyseessä silloin, kun verkon kahdessa eri vaiheessa ja eri kohdissa verkkoa esiintyy samanaikaisesti eristysvika. /9./

Maasulkusuojaus perustuu jännitemittaukseen ja se tapahtuu laukaisureleellä, jossa on mahdollista tehdä maksimissaan viiden sekunnin hidastus laukaisuun.

3.4 Maadoitukset

Kaikkien uuden jänniteportaan omaavien muuntajien maadoitukset tehdään 400V verkon tapaan. Muuntajille tehdään joko yhdistetty- tai erillismaadoitus, liitteissä 3 – 10 on Headpowerin maadoitusten toteutus kuvat. /8./

20/1 kV muuntamot varustetaan työmaadoituspaikalla muuntajan yläjännitepuolella aivan normaalisti sekä 1000V puolella. Muuntamot 1/0.4 kV varustetaan myös yläjännitepuolen työmaadoituspaikalla.

Liitteessä 3 näkyvät työmaadoituspaikat muuntajan yläpuolella olevat siniset osat kytkentäjohtimissa eli jompeissa.

Pitkillä johto-osuuksilla haaroituskohtiin tehdään tarvittaessa työmaadoituspaikat, jotka merkitään karttoihin. /5./

4 MERKINNÄT JA TUNNUKSET

4.1 Yleisesti merkinnöistä

Kilovoltin linjan rakenteissa merkinnöillä on tärkeä merkitys, koska verkko näyttää täysin samalta kuin 400V verkko, koska niissä käytetään samoja komponentteja. Potentialieron takia 400V ja 1000V linjojen sekaannus voisi johtaa pahoihin tapaturmiin esim. vianhaku/korjaus tilanteissa. Merkintäkäytännöt perustuvat pääosin 1310-1 IEC:1995 standardin suositukseen. /1./

Merkintöjen pysyvyyteen (säänkestävyys, kiinnitysten luotettavuus jne.) on kiinnitettävä erityistä huomiota eli merkinnät on suunniteltava ja tehtävä siten, että ne pysyvät käyttökunnossa ja selvinä ko. asennuksen pitoiän.

4.2 Pylväiden merkinnät

Jokainen 1 kV pylväs merkitään 400V ja 1000V AMKA -johdon välille asennettavalla 100 mm leveällä keltaisella nauhalla (Kuva 4). Johtojen etäisyys toisistaan määräytyy ilmajohtomääräysten A-4 etäisyysvaatimusten mukaan. Liitteessä 1 headpowerin rakennekuva. /4./



Kuva 4 Pylväinen merkintä 400V ja 1000V yhteispylväässä

4.3 Johtojen merkinnät

Jokaisen 1000V pylvään välittömässä läheisyydessä, 1000V AMKA -johto merkitään kuvan 5 kolmion muotoisella keltaisella kilvellä, jossa on tunnusmerkintä 1 kV. Tunnusmerkinnän tekstin koko on vähintään 40 mm

Kolmiomuoto ja värit ovat IEC:n varoitusmerkintöjen mukaiset, ero on ainoastaan se, että varoituskilpi ei ole kokonaisuudessaan suorakaiteen muotoinen, vaan kolmio.

/1./



Kuva 5 AMKA –johdon merkintä kilpi

4.4 Yhteiskäyttöpylväs 20/1/0,4 kV

Pylväissä, joissa on yhteiskäytössä 20 kV riippujohto, 1000V AMKA –johto (tai 0,4kV –johto, heikkovirtajohto) merkinnässä käytetään A-4/SFS 6002 mukaista merkintää. Jossa pylväaseen kiinnitetään Hengenvaara-kilpi (Kuva 6), joka ilmaisee, että kyseessä olevassa pylväässä on ylimpänä johtona suurjännitejohto. Pylvään välittömässä läheisyydessä 1 kV AMKA –johto merkitään myös kuvan 5 kolmion muotoisella keltaisella kilvellä. /1./



Kuva 6 pylväaseen kiinnitettävä hengenvaarakilpi

4.5 Pylväsmuuntamon ja muuntajien merkinnät

Muuntajien merkinnöissä pitää tulla ilmi kyseisen muuntajan jännitteet:

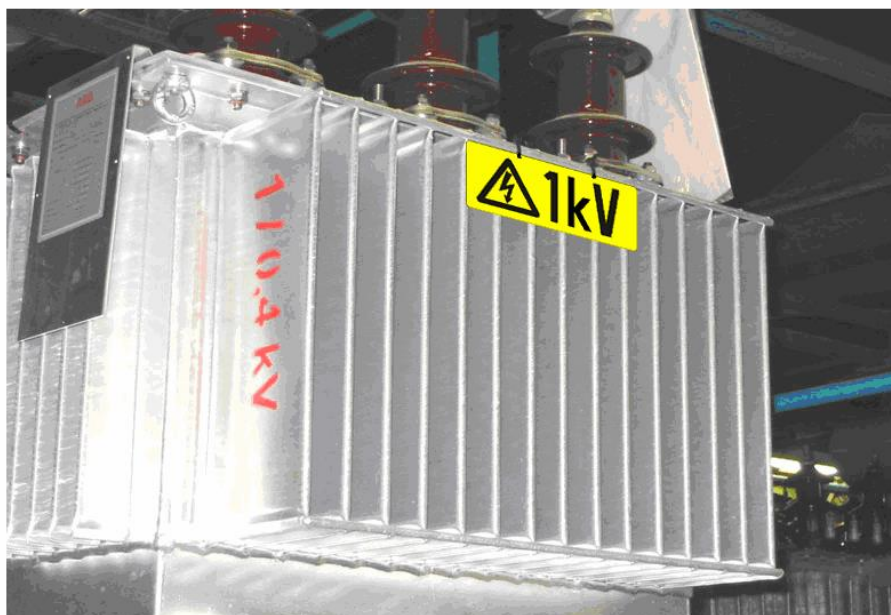
20/1kV

20/1/0,4kV

1/0,4kV

Muuntajan merkintänä käytetään kelta-mustaa suorakaiteen muotoista kilpeä, joka kiinnitetään muuntajan kanteen siten, että se on nähtävissä selkeästi muuntamon lähestymissuunnista. Tarkoittaen, että kaksipylväsmuuntamoissa merkintä on muuntajan molemmilla leveillä sivuilla, kun taas yksipylväsmuuntamossa ja puistomuuntamoissa muuntajan uloimmalla, leveällä sivulla, kuva 7 /1./

Lisäksi lisämerkintänä käytetään tarvittaessa vähintään 50 mm korkuisilla kirjaimilla tehtyjä maalattuja merkintöjä. Esimerkiksi 20/1 kV, 1/0,4 kV tai kolmikäämimuuntajaan 20/1/0,4 kV. Merkinnät tehdään muuntajien molemmille sivuille, Kuva 7. Liitteet 11–13. /1./



Kuva 7 Merkinnät muuntajassa

4.6 Katkaisijakaapin merkinnät

Katkaisijakaapin oven kiinnitetään 1 kV kelta-musta kilpi (kuva 8), jonka tekstin korkeus on vähintään 45 mm.



Kuva 8 1 kV kilpi katkaisijakaapin oveen, erotuskytkimeen sekä muuntamoille

4.7 Erotuskytkimen merkinnät

Erotuskytkin merkitään kuvan 8 mukaisella kelta-mustalla kilvellä, jonka tekstin korkeus on vähintään 45 mm. /1./

4.8 Puistomuuntamot

Puistomuuntamoiden 1000V –puolelle kiinnitetään muuntamon ulkopuolelle näkyvään paikkaan kuvan 6 mukainen kelta-musta 1 kV –tunnuskilpi.

Muuntajat merkitään samoin kuten ilmajohtoverkoissa siten, että merkinnät ovat selkeästi havaittavissa muuntajakennon ovia avatessa.

Muuntamon varokeyktimeihin tulee kuvan 8 mukainen kelta-musta 1 kV kilpi.

Syöttö- ja lähtökaapeleihin tulee kuvan 8 mukainen kelta-musta kilpi sekä osoitetiedot. /1./

4.9 Jako- ja haaroituskaapin merkinnät

Kaapin etupuolelle kiinnitetään yhtiökohtainen jakokaappitunnus ja kuvan 6 mukainen kilpi, josta ilmenee jakokaapissa oleva 1 kV jännite. Liitteessä 2 näkyy merkintäkilven paikka. /1./

Samaan jako- tai haaroituskaappiin ei ole syytä sijoittaa 1 kV ja 0,4kV laitteita, vaan molemmille jännitteille käytetään omaa kaappia. Kaapit voidaan kuitenkin sijoittaa vierekkäin.

4.10 Kaapelit ja kytkentäjohtimet eli jompit

Tapauksissa, joissa on johtimien sekaantumisvaara esimerkiksi muuntajien kannella, merkitään 1000V kytkentäjohtimet selkeästi niin, että ne erottuvat 0,4 kV kytkentäjohtimista. /1./

Merkintänä voidaan käyttää ruskeaa kutistemuovisukkaa tai teippiä. Muitakin luotettavia merkintä tapoja on mahdollista käyttää, kunhan ne täyttävät selkeyden ja luotettavuuden vaatimukset.

4.11 Muuntamo- ja katkaisijatunnukset

Verkostokartoissa ja maastotunnuksissa on 20/1 kV ja 1/0,4 kV verkkotunnusten erotuttava selkeästi muista tunnuksista. Tunnuskäytännössä on siinä määrin erilaisuutta, että mitään valtakunnallista suositusta ei voida antaa. /3./

5 VIKATILANTEET

Viat 1 kV verkossa eivät aiheuta hälytystä käyttökeskukseen. Tiedot vioista saadaan asiakkaiden ilmoitusten perusteella tai etäluettavista sähkömittareista voidaan saada vikatieto. Kun vikailmoituksen tehnyt asiakas saadaan paikannettua tietojärjestelmistä, voi asiakasta syöttävän muuntamon tunnuksesta päätellä, että asiakas kuuluu 1000V jakelun piiriin. /5./

1000V vikaa selvittäessä tarkastetaan ensin 1000V kompaktikatkaisija. Katkaisijalta vian selvitystä jatketaan kohti sähkötöntä kulutuspiistettä. /5./

Työskenneltäessä 1000 voltin verkossa, avataan 1000 voltin katkaisija erotus asentoon, mikäli työskennellään katkaisijakotelolla, avataan muuntamon 20 kV:n erotin tai, jos katkaisijakotelo on erikseen erotettu 400V kytkimellä muuntajasta niin siitä. Työskenneltäessä 1/0.4 kV:n muuntamolla, avataan 1000 voltin erotuslaite. /5./

Työmaadoitus tehdään aina työskentelykohtaa lähinnä olevassa työmaadoituspaikassa. Jännitteettömyyden toteamiseksi käytetään 1000 voltille hyväksytyjä mittalaitteita. /5./

1000 voltin järjestelmän ensimmäisen käyttöönoton yhteydessä edellytetään järjestelmään perehdyttämistä kaikille järjestelmän kanssa tekemisissä oleville henkilöille. (Omat henkilöt + urakoitsijat). /5./

6 KÄYTTÖÖNOTTO, MITTAUKSET JA TARKASTUKSET

1000 voltin verkkoon tehdään normaalit käyttöönottotarkastukset, kuten 400V verkossakin, mutta lisäksi on tehtävä eristysvastusmittaus ennen käyttöönottoa. Ja katkaisija koestetaan tekemällä primääri maasulkukoe ja primääri oikosulkukoe. Käyttöönoton yhteydessä mitataan myös kaikki jännitteet. Käyttöönotosta täytetään erillinen mittauspöytäkirja ja normaali käyttöönottoilmoitus. /5./

Oikosulkukoe suoritetaan ensiökokeena josta saadaan laukaisuaika ja oikosulkuvirta.

Maasulkukoe suoritetaan ensiökokeena josta mitataan laukaisuaikaa.

Maa- ja oikosulku testit tulisi tehdä kauimmaisella 1/0,4kV muuntajalla. Ennen oiko- ja maasulkumittausta on tarkastettava katkaisijakaapista releiden asetukset etteivät ne ole muuttuneet asennuksen/kuljetuksen yhteydessä. /6./

Eristysvastusmittauksessa käytetään 1000V testauslaitetta, ja pitää muistaa erottaa jännitemuuntajan toinen napa ennen mittauksen suorittamista. Eristysresistanssin pitää olla vähintään 1,0 M Ω (SFS 6000 612.3 taulukko 61A). Mittaukset suoritetaan muuntajan nollapisteen ja maan välillä sekä maan ja vaiheiden välillä. /4./

7 YHTEENVETO

Loppusummauksena 1000V verkko on hyödyllinen haja-asutus alueille ja vapaa-ajan asunnoille. Koska 1000V verkko tulee vähän halvemmaksi kuin 20kV verkko, mutta todelliset säästöt saadaan kunnossapito- ja viankorjauskustannuksista.

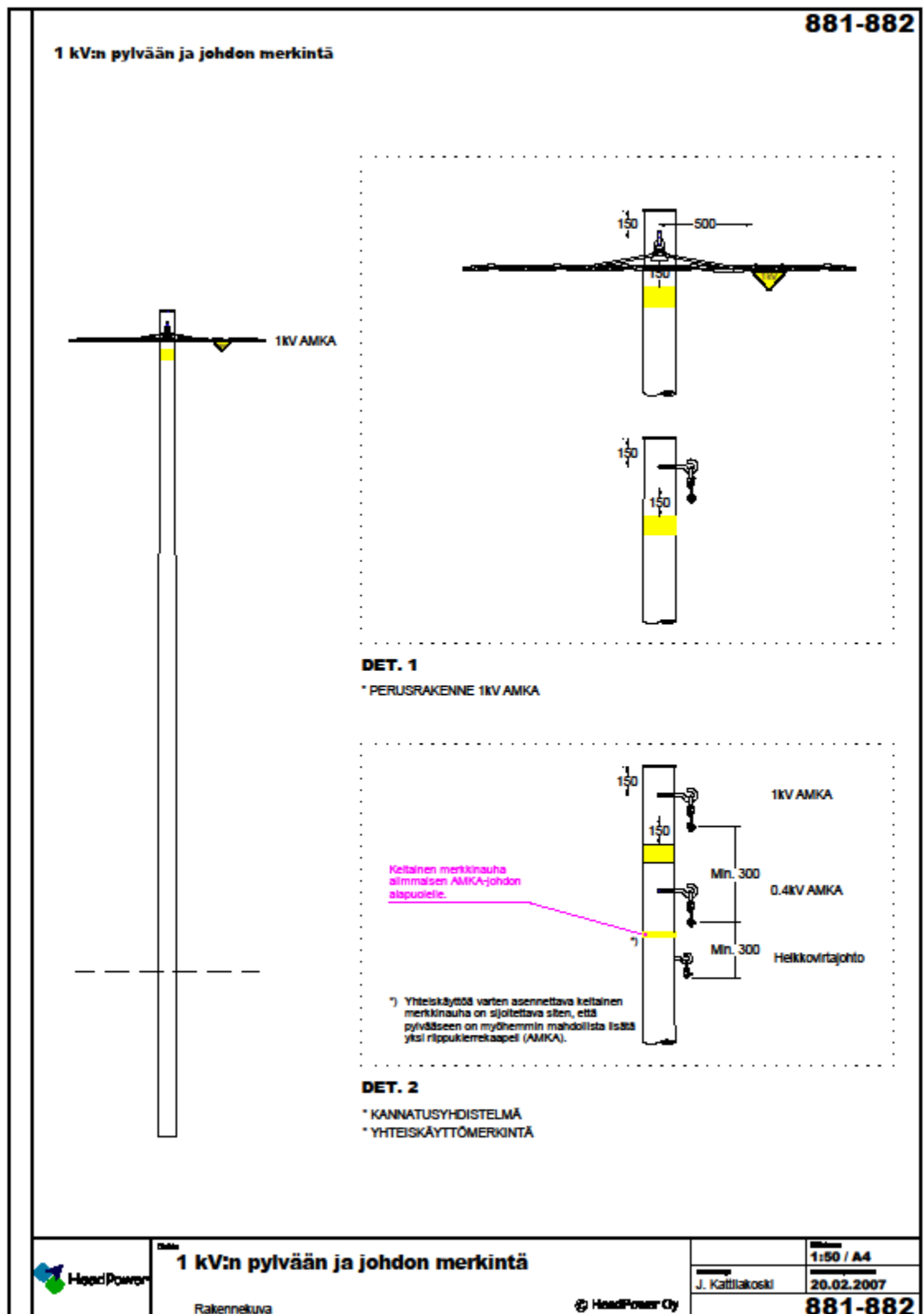
Kokemuksia verkosta käytössä /5./

- 1000V verkot ovat toimineet suunnitellusti.
- Ukkosylijännitteet ovat aiheuttaneet suojauslaitteiston rikkoutumisia ja ylijännitesuojaukseen on pitänyt kiinnittää huomiota.
- 1000V järjestelmästä johtuvia valituksia ei ole tullut asiakkailta.
- 1000V verkkoja on käytetty pääasiassa vapaa-ajanasuntojen sähköistämiseen.
- Jakeluverkko on voitu rakentaa edullisesti kohteisiin, joissa muulla tekniikalla kustannukset olisivat olleet liian korkeat.
- Yhtään 1000V verkkoa ei ole vielä tarvinnut muuttaa suuremmalle jännitteelle.
- Olemassa olevan pj-kaapeli kestää jännitteen noston 400 voltista 1000 volttiin, jos kaapelin eristysvastus on kunnossa.

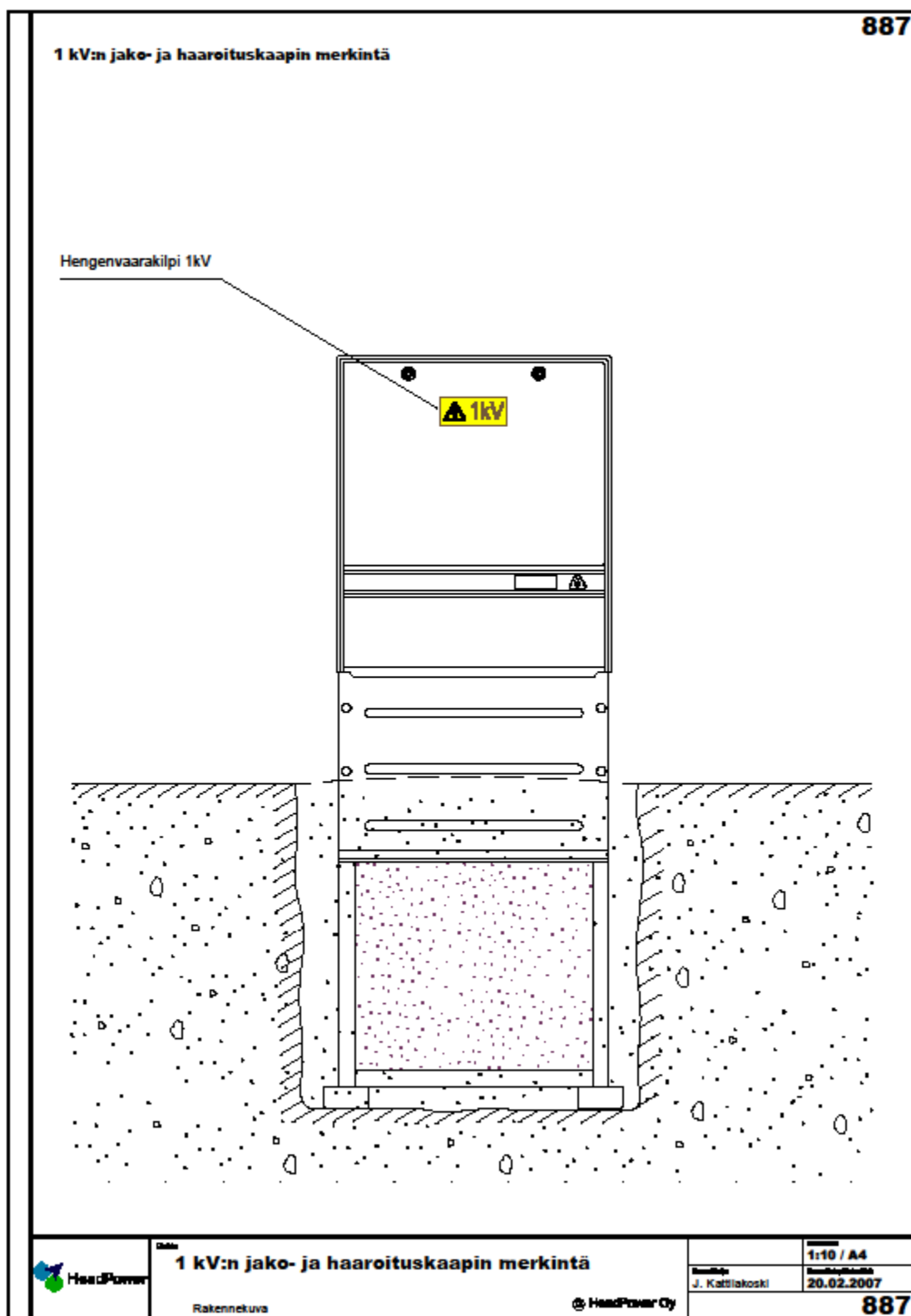
LÄHTEET

1. (YJ 7:06) Energiateollisuus ry. Yleisohjeet YJ 7:06, 1 kV
 2. Sähkönjakelujärjestelmän merkinnät. Helsinki 2006.
 3. Verkostosuositus TA 1:97, Sähköenergialiitto ry
 4. SFS 6002, Sähkötyöturvallisuus, Suomen standardisoimisliitto SFS
 5. Fortum sähkönsiirron (FSS) 1kV ohjeistus, tekninen erittely 2006
 6. Powerpoint esitys Fortumin arkistoista
 7. 20/1/0,4 kV sähkönjakelujärjestelmä raportti LTY 2005
 8. Headpower verkoston vakiorakenteet 2013
 9. Sähkölaitostekniikan perusteet, Elovaara Jarmo ja Laiho Yrjö, Otakustantamo 1990
- Eltel Networks Oy toimihenkilöt ja asentajat

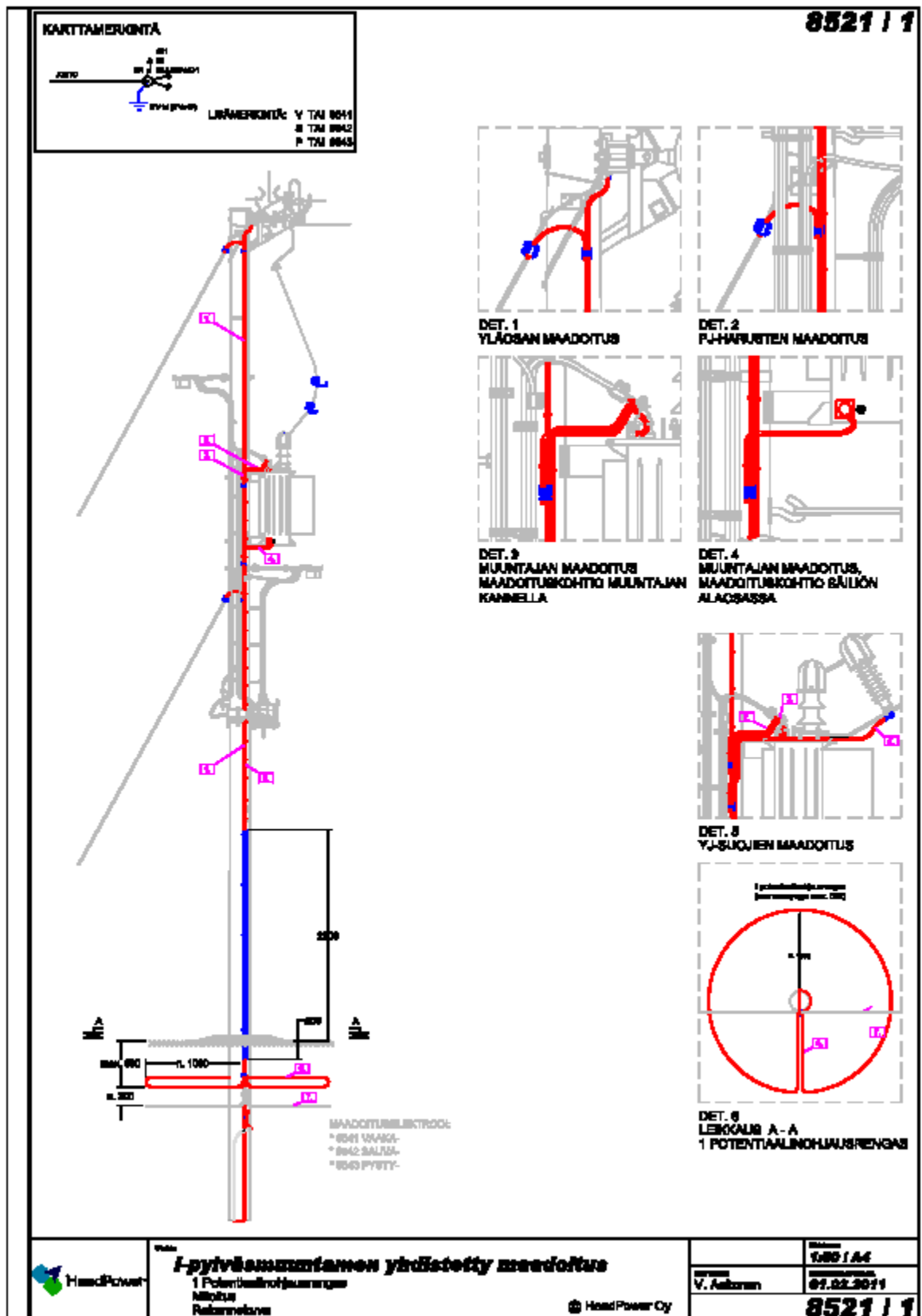
LIITE 1



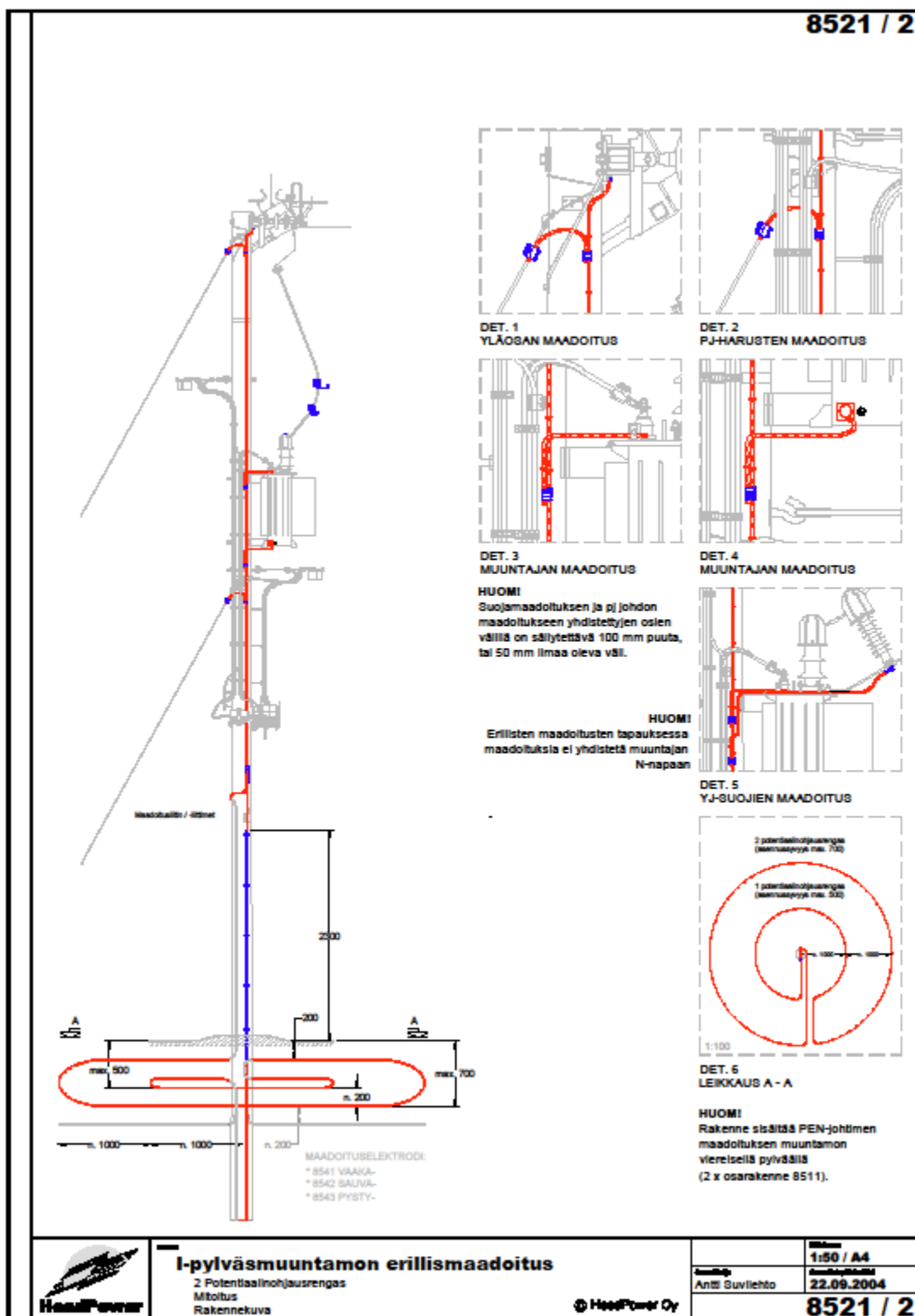
LIITE 2



LIITE 3



LIITE 4



MAADOITUSKAAVIO:		8521 / 2K			
	POS.	NIMITYS	JOHDIN/mm2	HUOMI	
	1.	MAADOITUSJOHDIN / EROTORNSI	Cu 25		
		MAADOITUSJOHDIN / MUUT	Cu 25	TARVITTAESSA	
		MAADOITUSJOHDIN / HARUKSET	Cu 25	TARVITTAESSA	
	MUUNTAJA				
	3.	MAADOITUSJOHDIN / MUUNTAJAN RUNKO	Cu 25		
	6.	MAADOITUSJOHDIN / YJ-SUOJAT	Cu 25	TARVITTAESSA	
	2.	MAADOITUSJOHDIN / MUUNTAJAN KANSI	Cu 25		
		MAADOITUSJOHDIN / MUUNTAJAN N-NAPA	PEN => 50 mm2	Maadoituksen siirto	
	4.	MAADOITUSLIITIN / -LIITTIMET			
8521 / 2					
DET. 6					
	SUOJAPUTKI		2kpl		
5.	1 POTENTIAALINOHJAUSRENGAS	Cu 25			
5.	2 POTENTIAALINOHJAUSRENGAS	Cu 25			
	MAADOITUSELEKTRODI (8541, 8542, 8543)	Cu 25		Vaihtava erikseen	
	TYVIMAADOITUS	Cu 25			

ASENNUSPAIKAN SUHTEEN HUOMIOITAVAA:

Rakenne sopii myös palikkoihin, joissa usein osakelee ihmisiä tai koteleimia, joihin on rakennettava rakenteen 8521/2 mukainen kahden renkaan potentiaalinhojausrengas, joka sijaitsee n. 1m etäisyydellä ja 200mm syvyydellä ensimmäisestä potentiaalinhojausrenkaasta, korkeintaan 0.7 m syvyydellä maanpinnasta.

POSITIONERKINNÄT:

POS. 1 Maadoitusjohdin (Pos. 1) vedään pylvääseen kiinnitettynä ehjänä erotinoren maadoitusliittimestä maadoitusliittimen / -liittimen (Pos. 4) kautta pylvään tyven alta potentiaalinhojausrengasalle. Kaikki maadoitushaarat liitetään (C-liittimillä tai vastaavalla) tähän "runko"maadoitusjohtimeen (Pos. 1) erillisinä "oksina", kuten vaihtoliittimillä yläpäästä maadoitettavat mahdolliset harukset (PJ- ja KJ-).

Muuntajan N-napa maadoitetaan riippukierrehjonon kannatusköyden (>= 50 mm2) ja 2kpl Cu 25 kautta seuraavalla pylväällä (>= 20m). PEN - johtimen maadoituksen vähimmäisetäisyys muuntamon muusta maadoituksesta on pylväällä 10 cm ja maassa 20 m.

HUOMI! Rakenne sisältää PEN-johtimen maadoituksen muuntamon vierellä pylväällä (2x osarakenne 8511).

POS. 2 Muuntajan kansi maadoitetaan "oksana" maadoitusjohtimella (Pos. 2) maadoitusköyteen (Pos. 1).

POS. 3 Mikäli muuntajan valmistaja ei erikseen takaa kannen maadoitusliittimen riittävyyttä koko rungon maadoittamiseksi, on myös muuntajan runko liitettävä maadoitusjohtimella (Pos. 3) C-liittimillä tai vastaavien maadoitusjohtimeen (Pos. 1).

Maadoitusjohtimeen (Pos. 1) maadoitetaan myös muut suojamaadoitettavat kohteet.

POS. 4 Maadoitusjohdin (Pos. 1) jatkuu yhtenäisenä maadoitusliittimeltä (Pos. 4) pylvään tyven alta liittyen (C-liittimillä tai vastaavalla) potentiaalinhojausrengasalle (Pos. 5) muodostaen samalla tyvimaadoituksen.

POS. 5

Maadoitusjohdin jatkuu maadoituselektrodina pylvään tyven ympäri kahtena potentiaalinhojausrenkaana (Pos. 5), joka muodostaa mittaussuhteeseen yhtenäiset potentiaalinhojausrenkaat. Nämä potentiaalinhojausrenkaat voidaan toteuttaa mittaamalla ja samalla järjestelmä toteuttaa pitemmän tarkastus-/mittausvälin vaatimukset.

HUOMI! Tarvittaessa erikseen rakennettavan maadoituselektrodin tai -järjestelmän (erityisesti 8541 ja 8542) liittämisessä (C-liittimillä tai vast. => Cadwell-Hiltos) tyven alta kiertävään maadoitusjohtimeen on huomioitava ettei lisämaadoituselektrodi kosketa potentiaalinhojausrenkasiin, jotta eheys voidaan mittaamalla luotettavasti todeta.

MUUT POS-MERKINNÄT:

POS. 6 Muuntajan kannelle asennettavat YJ-suojat (3kpl) kootaan yhteen maadoitusköyteen ja johdetaan mahdollisimman suoraan maadoitusköyteen (Pos. 1). Tarvittaessa muuntajan rungon läheisyydessä eristetään maadoitusköysi.



1-pylväsmuuntamon erillismaadoitus
2 Potentiaalinhojausrengas
Maadoituskaavio

HundPower Oy

Z : Z / A4
J. Kattilakoski
03.02.2004

8521 / 2K

LIITE 7

8522 / 1K

MAADOITUSKAAVIO:

POS.	KOESITYS	JOKIPÄÄMÄÄT	HUOMI
1.	MAADOITUSJOHDIN / EROTORIN	Cu 25	
	MAADOITUSJOHDIN / MUUT	Cu 25	TARVITTAESSA
	MAADOITUSJOHDIN / HARJUSKET	Cu 25	TARVITTAESSA
	MUUNTAJA		
4.	MAADOITUSJOHDIN / MUUNTAJAN RUNKO	Cu 25	
5.	MAADOITUSJOHDIN / YJ-SUOJAT	Cu 25	TARVITTAESSA
2.	MAADOITUSJOHTIMET / MUUNTAJAN NAIPA	2 x Cu 25	
3.	MAADOITUSJOHDIN / MUUNTAJAN N-NAVAN YHDETTÄMINEN KANTEEN	Cu 25	
	8522 / 1		
	MIT. 6		
6.	1 PÖTENTIAALINOHJAUSSRINGS	Cu 25	
7.	MAADOITUSELEKTRODI (8541, 8542, 8543)	Cu 25	Välillä erillään
	POS. 1 ja POS. 2 LIITÖSKOHTA		
	TYVI-MAADOITUS	Cu 25	

PÖTENTIAALINOHJAUS:

POS. 1 Maadoitusjohtin (Pos. 1) vietiin pyöreään kääntöön ohjattuihin erilliseen maadoituslaitteeseen pyöreän laulun oivalla varustetulla maadoituselektrodilla (Pos. 7) ja jätettiin alit pyöreän tyvin all tyvi- maadoituslaitteeseen yhteen se maadoitusjohtimeen (Pos. 2).

Maadoituslaitteeseen (C-tiliin tai vastavalle) lähti "nauha" maadoitusjohtimeen (Pos. 1) avulla "ohjain", kuten valmistajien ohjeissa maadoituslaitteeseen maadoituslaitteeseen (Pos. 2).

POS. 2 Toisen maadoitusjohtin (johto 2) vietiin kaksivaiheiseen muuntajan N-linjoille, maahan ja yhdistettiin seitä potentiaaliohjauksen osaan (Pos. 6), maadoituselektrodin (Pos. 7) ja tyvin alla tyvi- maadoitusjohtimeen (Pos. 1).

POS. 3 Muuntajan kannan maadoitusjohtimeen (Pos. 3) tuova maadoitusjohtin (johto 3) Cu 25 vietiin kaksivaiheiseen muuntajan N-naivan (Pos. 2) kautta ja yhdistettiin muuntajan laulun tyvi- maadoitusjohtimeen (Pos. 1).

POS. 4 Mitä muuntajan välikäsi ei erikseen laulun kannan maadoituslaitteen riittävyttä koko näytön maadoituslaitteeseen, on myös muuntajan runko lähtevä "ohjain" maadoitusjohtimeen (Pos. 4) C-tiliin maadoitusjohtimeen (Pos. 1).

POS. 6 Potentiaaliohjauksen (Pos. 6) lähtevä (C-tiliin tai vastavalle) maadoituselektrodilla (Pos. 7) näytön maadoitusjohtimeen (Pos. 1 ja Pos. 2). Potentiaaliohjauksen ohjattava n. 200mm maadoituselektrodin ympärillä.

POS. 7

MUUT
Eriksen maadoituslaitteeseen maadoituslaitteeseen (8541, 8542, 8543) lähtevä (C-tiliin tai vastavalle) pyöreän tyvin alla tyvi- maadoitusjohtimeen (Pos. 1 ja Pos. 2) n. 700mm syvyydellä.

MUUT POS-ERIKSISÄÄT:

POS. 8. Muuntajan kannalla asennettavat YJ-suojat (2x2) kootaan yhteen maadoitusjohtimeen ja johdetaan maadoituslaitteen suoraan maadoitusjohtimeen (Pos. 1). Tarvittaessa muuntajan rungon läheisyydessä erikseen maadoitusjohtimeen.

Yhdistäminen maadoituslaitteen välikäsi lähtevä maadoitusjohtimeen (Pos. 2) suoraan muuntajan kannan maadoitusjohtimeen (Pos. 3). Jos kannalla ei ole maadoituslaitteeseen, lähtevä yhdistäminen esim. kappeliin lähtevä ei ole.

HeadPower

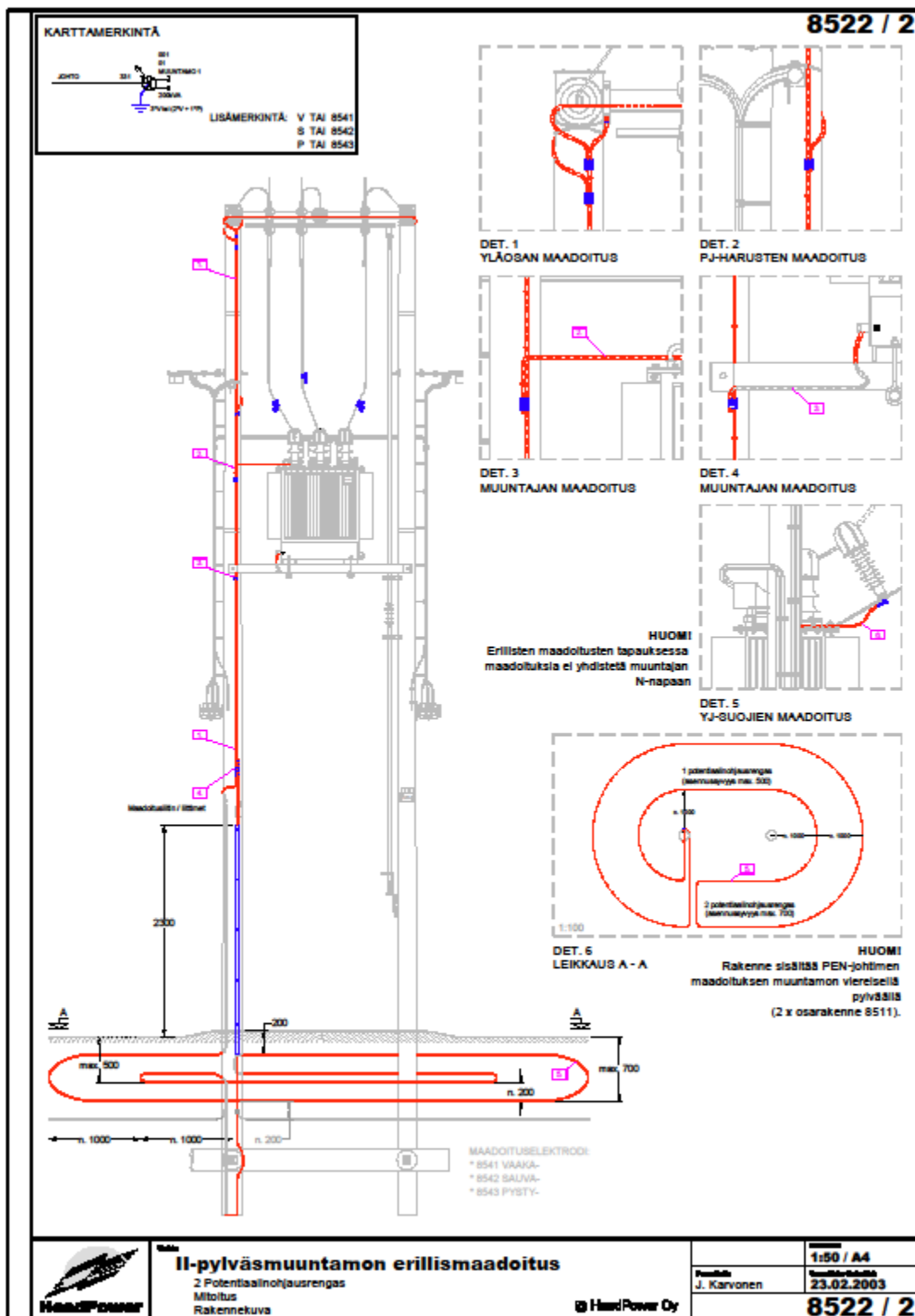
II-pyöreämuuntajan yhdistetty maadoitus

1 Potentiaaliohjauksen

Maadoituslaitteeseen

© HeadPower Oy

	<p>8522 / 1K</p>
--	-------------------------



MAADOITUSKAAVIO:		8522 / 2K			
	POS.	NIMITYS	JOHDIN/mm ²	HUOMI	
	1.	MAADOITUSJOHDIN / EROTORINORSI	Cu 25		
		MAADOITUSJOHDIN / MUUT	Cu 25	TARVITTAESSA	
		MAADOITUSJOHDIN / HARUKSET	Cu 25	TARVITTAESSA	
	MUUNTAJA				
	3.	MAADOITUSJOHDIN / MUUNTAJAN RUNKO	Cu 25		
	6.	MAADOITUSJOHDIN / YJ-SUOJAT	Cu 25		TARVITTAESSA
	2.	MAADOITUSJOHDIN / MUUNTAJAN KANSI	Cu 25		
		MAADOITUSJOHDIN / MUUNTAJAN N-NAPA	PEN => 50 mm ²		Maadoituksen siirto
	4.	MAADOITUSLIITIN / -LIITTIMET			
8522 / 2					
DET. 6					
	SUOJAPUTKI		2kpl		
5.	1 POTENTIAALINHOJAUSRENGAS	Cu 25			
5.	2 POTENTIAALINHOJAUSRENGAS	Cu 25			
	MAADOITUSELEKTRODI (8541, 8542, 8543)	Cu 25		Vaihtava erikseen	
	TYVIMAADOITUS	Cu 25			

ASENNUSPAIKAN SUHTEEN HUOMIOITAVAA:

Rakenne sopii myös paikkoihin, joissa usein oleskelee ihmisiä tai koteleimia, joihin on rakennettava rakenteen 8522/2 mukainen kahden renkaan potentiaalinhojausrenkas, joka sijaitsee n.1m etäisyydellä ja 200mm syvyydellä ensimmäisestä potentiaalinhojausrenkaasta, korkeintaan 0.7 m syvyydellä maanpinnasta.

POSITIONERKINNÄT:

POS. 1 Maadoitusjohtin (Pos. 1) vedään pylvääseen kiinnitettynä erinä erotinoren maadoitusliittimestä maadoitusliittimen / -liittimen (Pos. 4) kautta pylvään tyven alta potentiaalinhojausrenkalle. Kaikki maadoitushaarat liitetään (C-liittimillä tai vastaavalla) tähän "runko"maadoitusjohtimeen (Pos. 1) erillisinä "oksina", kuten vaihtoliittimillä yläpästä maadoitettavat mahdolliset haukset (P-J- ja K-J).

Muuntajan N-napa maadoitetaan riippukierojohdon kannatusköyden (<=> 50 mm²) ja 2kpl Cu 25 kautta seuraavalla pylväällä (> 20m). PEN - johtimen maadoituksen vähimmäisetäisyys muuntamon muusta maadoituksesta on pylväällä 10 cm ja maassa 20 m.

HUOM! Rakenne sisältää PEN-johtimen maadoituksen muuntamon vierellä pylväällä (2x osarakenne 8511).

POS. 2 Muuntajan kansi maadoitetaan "oksana" maadoitusjohtimella (Pos. 2) maadoitusköyteen (Pos. 1).

POS. 3 Mikäli muuntajan valmistaja ei erikseen takaa kannen maadoitusliittimen riittävyyttä koko rungon maadoittamiseksi, on myös muuntajan runko liitettävä maadoitusjohtimella (Pos. 3) C-liittimillä tai vastaavin maadoitusjohtimeen (Pos. 1).

Maadoitusjohtimeen (Pos. 1) maadoitetaan myös muut suojamaadoitettavat kohteet.

POS. 4 Maadoitusjohtin (Pos. 1) jatkuu yhtenäisenä maadoitusliittimellä (Pos. 4) pylvään tyven alta liittyen (C-liittimillä tai vastaavalla) potentiaalinhojausrenkalle (Pos. 5) muodostaen samalla tyvimaadoituksen.

POS. 5 Maadoitusjohtin jatkuu maadoituselektrodina pylvään tyven ympäri kahtena potentiaalinhojausrenkaana (Pos. 5), joka muodostaa mittaussuorituksen yhtenäiset potentiaalinhojausrenkaat. Nämä potentiaalinhojausrenkaat voidaan todeta mittaamalla ja samalla järjestelmä toteuttaa pitemmän tarkastus-/mittausvälin vaatimukset.

HUOM! Tarvittaessa erikseen rakennettavan maadoituselektrodin tai -järjestelmän (erityisesti 8541 ja 8542) liittämisessä (C-liittimellä tai vast. => Cadwell-liitos) tyven alta kiertävään maadoitusjohtimeen on huomottava ettei lisämaadoituselektrodi kosketa potentiaalinhojausrenkaisiin, jotta eheys voidaan mittaamalla luotettavasti todeta.

MUUT POS-MERKINNÄT:

POS. 6 Muuntajan kannelle asennettavat YJ-suojat (3kpl) kootaan yhteen maadoitusköyteen ja johdetaan mahdollisimman suoraan maadoitusköyteen (Pos. 1). Tarvittaessa muuntajan rungon läheisyydessä eristetään maadoitusköysi.



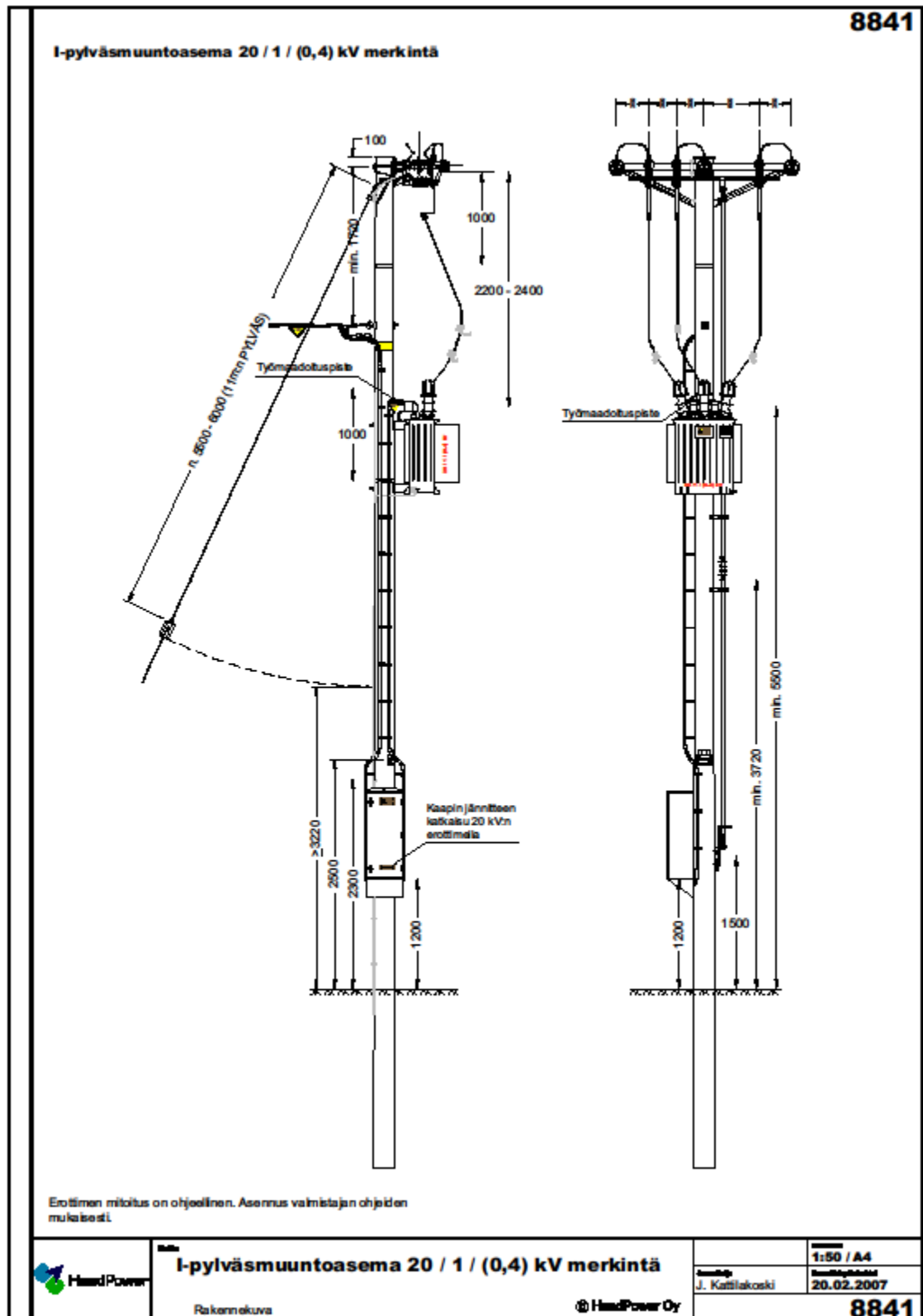
HeadPower
II-pylväsmuuntamon erillismaadoitus
 2 Potentiaalinhojausrenkas
 Maadoituskaavio

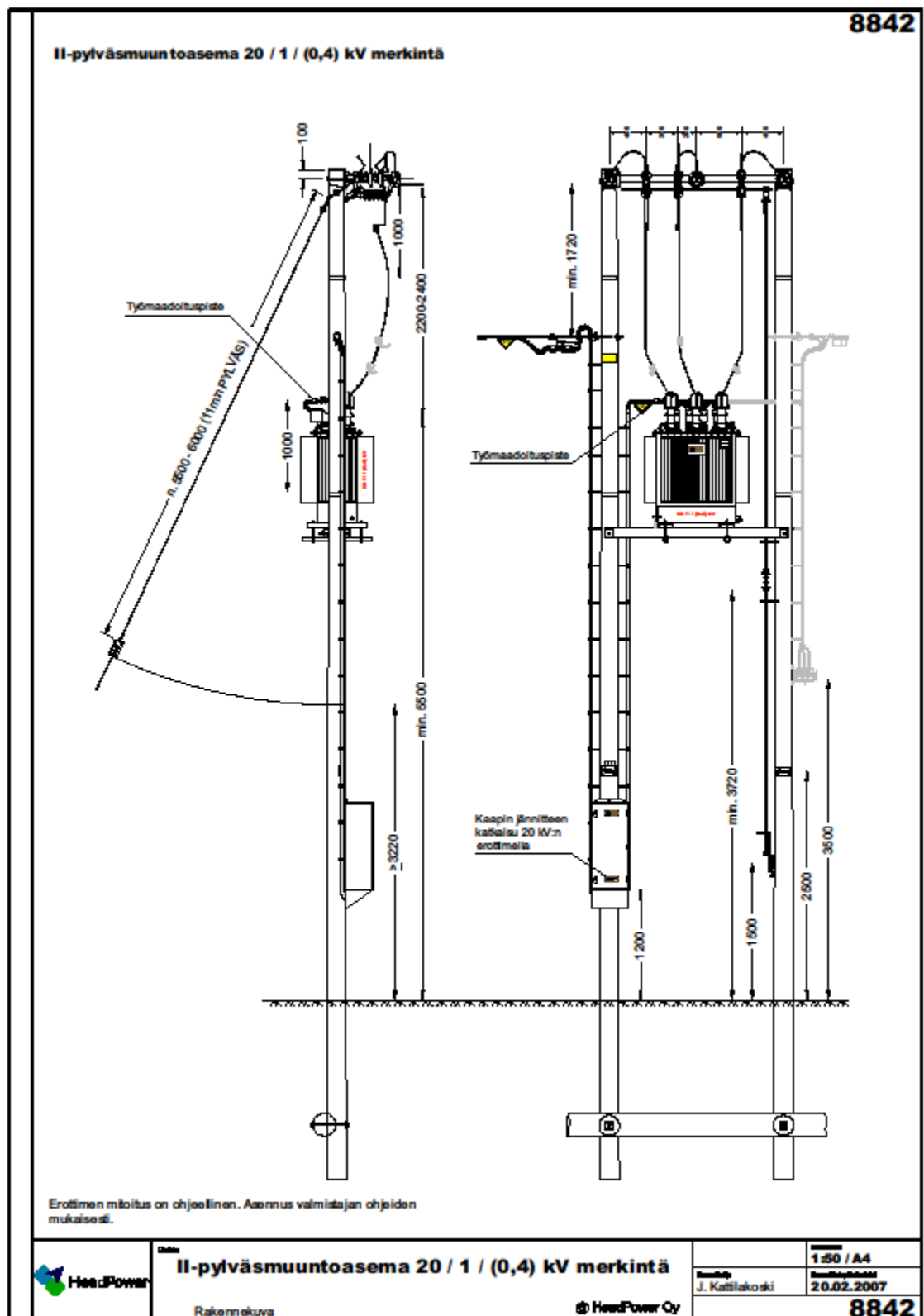
HeadPower Oy

Z : Z / A4
 J. Kattilakoski
 04.02.2003

8522 / 2K

ELEKTRODIJÄRJESTELMÄN KOODIMERKINNÄT:		8540
	V25 Vaakamaadoituselektrod, (pituus 25m).	
	V25 * 2 Vaakamaadoituselektrod, 2kpl eri suuntiin, (pituus 2 * 25m).	
	S4 Seuvmadoituselektrod, seuvämäärä 4kpl (seuvojen väli 5m).	
	S2 * 2 Seuvmadoituselektrod, 2kpl kahden seuvan sarjaa, eri suuntiin (seuvojen väli 5m).	
	P10 Pystymadoituselektrod, elektrodimäärä 1kpl (elektrodin syvyys 10m).	
	P10 * 2 Pystymadoituselektrod, elektrodimäärä 2kpl, väli 20m (elektrodin syvyys 10m).	
		V20 / P10 Elektrodyhdistelmä: Vaakamaadoituselektrod, (pituus 20m) ja pystymadoituselektrod(syvyys 10m).
		V20 / P10 * 2 Elektrodyhdistelmä: 2kpl vaakamaadoituselektrod, (pituus 2*20m) ja 2kpl pystymadoituselektrod(syvyys 10m). Sarjat eri suuntiin.
		P10 / V20 * 2 Elektrodyhdistelmä: 2kpl vaakamaadoituselektrod, (pituus 2*20m) ja 2kpl pystymadoituselektrod(syvyys 10m). Sarjat eri suuntiin.
		V20 * 3 Elektrodyhdistelmä: 3kpl vaakamaadoituselektrod, (pituus 3*20m) eri suuntiin.
KÄYTTÖESIMERKKEJÄ:		
<p>V25 * 2</p>		
<p>PYLÄSMUUNTAMO Rakennetaan pääsääntöisesti kahteen suuntaan maasto-olosuhteiden ja muun verkko- ja rakennustarpeen mukaan.</p>		
<p>P10 / V30 * 2</p>		
<p>PYLÄSMUUNTAMO Vaakamaadoituselektrodit asennetaan pääsääntöisesti kahteen suuntaan maasto-olosuhteiden ja muun verkko- ja rakennustarpeen mukaan. Pystymadoitus rakennetaan yleensä muuntamon juurelle ja liitetään toiseen vaakamaadoituselektrodiin.</p>		
<p>S2 * 2</p>		
<p>PYLÄSMUUNTAMO Rakennetaan pääsääntöisesti kahteen suuntaan maasto-olosuhteiden ja muun verkko- ja rakennustarpeen mukaan.</p>		
<p>P2.5 / P2.5</p>		
<p>20kV LINJAEROTIN Pystymadoitus ja pot. ohjus pylvään juurelle. Siirtymä maadoituksen yhteyteen (AF40).</p>		
<p>V25</p>		
<p>0.4kV ILMAJOHTO Rakennetaan pääsääntöisesti linjan suuntaan maasto-olosuhteiden ja muun verkko- ja rakennustarpeen mukaan.</p>		
<p>S2</p>		
<p>0.4kV ILMAJOHTO Rakennetaan pääsääntöisesti linjan suuntaan maasto-olosuhteiden ja muun verkko- ja rakennustarpeen mukaan.</p>		
<p>P10</p>		
<p>0.4kV ILMAJOHTO Rakennetaan pylvään juurelle.</p>		
<p>V25</p>		
<p>0.4kV ILMAJOHTO / KAAPELIVERKKO Rakennetaan pylvästä lähemmäs kaapeliojaan. Tarvittaessa maadoitus voi jatkua seuraavaan liittämispisteeseen tai esim. asiakkaan päämaadoituskätköön.</p>		
<p>V25</p>		
<p>0.4kV KAAPELIVERKKO Rakennetaan pääsääntöisesti samaan kaapeliojaan muun verkko- ja rakennustarpeen yhteyteen.</p>		
	<p>Maadoituselektrodijärjestelmä</p>	
	<p>Rakennekuva</p>	
<p>J. Karvonen</p>		<p>18.11.2001</p>
<p>HeadPower Oy</p>		<p>8540</p>





LIITE13

