

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Sähkövoimatekniikka  
Jarmo Ilvesmäki

Opinnäytetyö

## **0,4 kV ja 20 kV:n jakeluverkkojen tarkastustuotteet**

Työn ohjaaja  
Työn tilaaja  
Tampere 12/2008

DI Jarkko Lehtonen  
Voimatel Oy, ohjaajana DI Jorma Pekkanen

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Sähkövoimatekniikka

Ilvesmäki, Jarmo  
0,4 kV:n ja 20 kV:n jakeluverkkojen tarkastustuotteet  
67 sivua  
Joulukuu 2008  
Lehtonen, Jarkko  
Voimatel Oy, ohjaaja Pekkanen Jorma

---

## Tiivistelmä

Työn tarkoituksena oli kehittää Voimatel Oy:lle verkostontarkastustuote, jota pystytään tarjoamaan sähköverkkoyhtiöille. Voimatel Oy:llä ei vielä tällä hetkellä ole virallista tuotetta, mutta tarvetta tuotteelle on jo vuoden 2009 alussa.

Työssä on haastateltu kuutta eri Kaakkois-Suomen sähköverkkoyhtiöiden edustajaa. Heiltä kysytyjen kysymysten avulla on kartoitettu tuotteelle asetettavia vaatimuksia. Vastausten ja henkilökohtaisten sähköverkontarkastuskokemusten perusteella on saatu sähköverkontarkastustuotteelle pohjaa ja näkemystä. Näiden tietojen perusteella aloitettiin työn tekemisen.

Työstä tehtiin kuitenkin ohjeistus sähköverkontarkastukseen, pohjaksi tulevalle tarkastustuotteelle. Varsinainen tuote jäi syntymättä, koska työssä ei käsitellä tuotteen hinnoittelua. Voimatel Oy:ssä pidettiin sähköverkontarkastajakoulutus, joka kuului työhön yhtenä osana. Työssä käsiteltiin sähköverkontarkastuksen eri osa-alueita pien- ja keskijänniteverkoissa. Nämä osa-alueet paloiteltiin sähkölinjojen, muuntamoiden, erottimien ja jakokaappien tarkastukseen. Jokaisesta osa-alueesta on tehty kuvaus kohteen tarkastamistavasta verkostontarkastustuotetta varten. Ohjeesta on pyritty saamaan yleispätevä ja usealle sähköverkkoyhtiölle sopiva pohja ohjeistukselle, pois lukien sähköyhtiöiden yksilölliset tarpeet.

---

Avainsanat

sähköverkontarkastus, muuntajatarkastus, jakokaappitarkastus, tarkastusohje

Tampere Polytechnic University of Applied Sciences  
Electrical Engineering  
Electrical Power Engineering

Ilvesmäki, Jarmo  
Inspection Product of 0,4 kV and 20 kV Distribution Grids  
67 pages  
December 2008  
Lehtonen, Jarkko  
Voimatel Oy, Supervisor Pekkanen Jorma

---

## Abstract

The purpose of the project was to develop a grid inspection product for Voimatel Oy that could be offered to the electric companies. For the time being, Voimatel Oy has no official product, but the need for one will occur already at the beginning of 2009.

Six different persons has been interviewed for the project, they all represented different distribution network operators from south-eastern Finland. The requirements for the product in question were surveyed based on the interviews. Some insight and basis for the grid inspection product has been received from the interviews and from the inspectors' personal experiences. The project was started based on the information above.

Ultimately the project was made to be an advisory for grid inspection, serving as a basis for the grid inspection product to come. The actual product wasn't created due to the fact that the prices were left out of the project. Grid inspection training was organised at Voimatel Oy, which was a part of the project. Several different low voltage and medium voltage sectors of grid inspection were taken in notice in the work. The sectors were split in to power line, transformer station, disconnecter and branching board inspections. Descriptions of the inspection procedure on each sector were made separately for the grid inspection product. One of the things aimed for was making the advisory as universal as possible, so that it would suite most grid companies without the need for adjustments, excluding the companies' individual needs.

---

Keywords

network inspection, distribution transformer, branching board, inspection instructions

## Esipuhe

Työn tekeminen on ollut erittäin haastavaa ajankäytön osalta, koska työskentelin päivisin Voimatel Oy:n Korian toimipisteessä. Kirjoitin työtä viikonloppuisin ja vapaa-aikana, kun maatilapidolta olen ehtinyt. Kuitenkin tämän työn valmiiksi saaminen on ollut tärkein päämäärä.

Kiitän Voimatel Oy:tä mahdollisuudesta tehdä työ sille ja työskennellä samaan aikaan yhtiössä. Erityisesti kiitän kaikista neuvoista ja avusta Jorma Pekkasta, joka on valvonut työtä Voimatelin osalta. Kiitän myös Tampereen ammattikorkeakoulun henkilöstöä neuvoista työtä tehdessäni. Kiitokset kuuluvat sähköverkkoyhtiöille kiinnostuksesta työtäni kohtaan ja ajasta, jonka he uhrasivat palaveriimme. Erityiset kiitokset haluan osoittaa avovaimolleni Hellevi Nokkaselle kärsivällisyydestä, tuesta ja useasta oikoluennasta. Kiitokset kuuluvat oikoluennasta myös veljelleni Tero Ilvesmäelle. Viimeisenä, mutta ei vähäisimpänä, suuret kiitokset vanhemmilleni Raija ja Jyrki Ilvesmäelle, heidän uhrautuvasta oman ajan käytöstään maatilani hoitamisessa aikoina, jolloin en itse ehtinyt olla paikalla.

Tampereella joulukuussa 2008

Jarmo Ilvesmäki

## Sisällysluettelo

1 Johdanto.....	7
2 Nykytilan määrittäminen .....	8
3 Tarkastuksen perusteet .....	11
3.1 Kyllästysaineet .....	13
3.1.1 Suolakylläisteiset pylväät .....	13
3.1.2 Kreosoottikylläisteiset pylväät .....	14
3.1.3 Jälkikylläistäminen .....	14
3.2 Lahoaminen .....	15
4 Tarkastusmenetelmät .....	17
4.1 Käytännön ohjeita tarkastukseen.....	17
4.2 Tarkastajan varustus .....	18
4.2.1 Työkalut.....	19
4.2.2 Muita tarvikkeita .....	22
4.3 Tarkastusjärjestys .....	24
5 Sähköverkontarkastus.....	25
5.1 Lahotarkastus.....	27
5.2 20 kV:n tarkastus.....	32
5.3 0,4 kV:n tarkastus.....	36
6 Erotintarkastus .....	39
7 Muuntamoiden tarkastus .....	43
7.1 Pylväsmuuntamot .....	43
7.1.1 Jakelumuuntaja.....	43
7.1.2 Kj-laitteisto.....	45
7.1.3 Pj-laitteisto.....	46
7.1.4 Muuntamo.....	47
7.1.5 Rakennetietoja .....	49
7.2 Puistomuuntamot.....	50
8 Jakokaapit.....	54
9 Tarkastuksen soveltaminen Voimatel Oy:öön.....	58
10 Päätelmät ja jatkotoimenpiteet .....	59
10.1 Työkalut.....	59
10.2 Tarkastajan ammattitaito .....	60
Lähdeluettelo .....	62
Liitteet .....	63
Liite 1. Panasonic Toughbook CF-19 -esite.....	64
Liite 2. Panasonic Toughbook CF-U1 -esite .....	66

## Lyhenteiden ja termien luettelo

D	pylvään alkuperäinen halkaisija, cm
d	pylvään terve tyvihalkaisija, cm
$s_x$	lahon osuus pylväästä, cm
$d_1$	pylväässä olevan ontelon halkaisija, cm
L	pylvään maanpäällisen osan pituus, m
O	terve tyvihalkaisijamitta yhdelle keltaiselle nauhalle, cm
OO	terve tyvihalkaisijamitta kahdelle keltaiselle nauhalle, cm
CCA	kupari-kromi-arseeni yhdiste
GPS	Global Positioning System, satelliittipaikannusjärjestelmä
PAS	päällystetty avojohto suurjännitteille
BLL	Ruotsissa kehitetty päällystetty avojohto suurjännitteelle
AMKA	riippukierrekaapeli pienjännitteille, 1 kV
Kj	lyhenne sanasta keskijännite, 20 kV
Pj	lyhenne sanasta pienjännite, 0,4 kV
SF6	rikkiheksafluoridi (SF <sub>6</sub> ), sähkölaitteiden eristekaasu

# 1 Johdanto

Työ tehdään Voimatel Oy:n pyynnöstä saada sähköverkontarkastustuote, jolloin se pystyisi tarjoamaan alallaan monipuolista osaamista. Voimatel Oy:n toimenkuvaan kuuluu sähköverkkojen rakennus- ja kunnossapitotyöt, ja se toimii myös televerkon puolella samoissa tehtävissä. Voimatel Oy:ssä on noin 250 työntekijää, jotka toimivat enimmäkseen Pohjois-Savossa ja Itä-Suomessa. Toimipisteitä Voimatelillä on Kuopiossa, Iisalmessa, Pielavedellä, Nilsiässä, Siilinjärvellä, Leppävirralla, Varkaudessa, Suonenjoella, Konnevedellä, Jyväskylässä, Jämsässä, Korialla ja Imatralla.

Tällä hetkellä Voimatel Oy tekee sähköverkon tarkastuksia ainoastaan Savossa sijaitsevalle sähköverkkoyhtiölle. Voimatel haluaa kuitenkin laajentaa tarjontaa muille yhtiöille. Tarkoituksena onkin kartoittaa eri yhtiöiden tarpeet ja toimintaperiaatteet tarkastuksen osalta. Tässä työssä käsitellään sähköverkontarkastusta Kaakkois-Suomen sähköverkonhaltijoiden kannalta, joiden toiveiden perusteella sähköverkontarkastustuotetta tehdään.

Työ on tehty ensisijaisesti sähköverkontarkastuksen ohjeeksi, jossa käsitellään sähköverkontarkastustuotteen ohjeistusta ja laadun varmistamista. Sähköverkon tarkastukseen kuuluvat sähköverkot 20 kV:n ja 0,4 kV:n jännitealueilta, jotka koostuvat sähkölinjoilla olevista johdoista ja pylväistä. Sähköjakeluverkossa olevien muuntajien, erottimien ja jakokaappien tarkastukset kuuluvat myös tarkastuksen alaisuuteen.

## 2 Nykytilan määrittäminen

Tarve sähköverkon tarkastukselle on lisääntynyt, koska on ymmärretty, kuinka suuri omaisuus siinä on kiinnitetty. Toisaalta laissa on määritelty tarkastuksen tarpeellisuus turvallisuuden ja käyttöluotettavuuden kannalta. Näistä johtuen sähköverkontarkastusta on kehitettävä ja tarkastajia koulutettava asiantuntijoiksi, jotta tarkastuksesta saatava tieto olisi luotettavaa.

Tarkastajalta vaaditaan riittävä koulutus, pätevyyttä sekä ammattitaitoa. On kuitenkin liikkeellä monenlaisia käsityksiä ammattitaitoisen tarkastajan määritelmästä. Tarkastajan lisenssikoulutuksella yritetään yhtenäistää tarkastajien tarkastuskäytäntöä. Sähköverkontarkastajan pätevyysvaatimuksia ei ole riittävän tarkasti määritelty, joten ilman lisenssiä asianmukaisella koulutuksella voi tarkastaa sähköverkkoa.

Tällä hetkellä sähköverkkoa tarkastavat useat urakoitsijat, joita ovat Eltel, Empower, Exsane, Inspecta, Rovakaira yms. sekä sähköverkonhaltijat omalla henkilöstöllään. Muutamia tarkastuksia suorittavia yrityksiä, jotka työskentelevät Korian toimipisteen alueella, ovat Inspecta, Eltel ja Exsane. Näiden lisäksi Voimatel Oy aloittaa sähköverkontarkastustuotteen kehittelyn.

### ***Asiakkaiden toiveet***

Työtä varten on haastateltu Voimatel Oy:n Korian toimipisteen lähialueiden mahdollisia yhteistyökumppaneita. Heiltä on kyselty sähköverkontarkastukseen liittyviä asioita ja selvitelty eroja eri yhtiöiden käytännöistä. Haastatteluissa kysyttiin seuraavia asioita:

- tarkastuskohteet pylväissä
- tarkastuskohteet erottimilla
- tarkastuskohteet muuntajilla
- tarkastuskohteet jakokaapeilla
- pienkorjaukset



- lahoisuustarkastus
- käytössä olevat laitteistot ja ohjelmistot
- tarve tarkastuslisenssille
- hinnoittelu.

Asiakkaita haastateltiin heidän omissa toimipisteissään kevään ja kesän aikana 2008. Sähköverkkojen edustajat ottivat haastattelijan mielenkiinnolla vastaan ja antoivat kiitettävästi materiaalia työtä varten. Heiltä kyseltiin tavoista ja käytännöistä, miten kussakin yhtiössä tarkastuksia tehdään. Tähän liittyen kysyttiin, kuinka paljon ja millaista tietoa he haluavat saada sähköverkostaan. Selvitettiin, millaisia tietojen tallennus- ja käsittelylaitteistoja eri verkkoyhtiöillä on käytössään. Yhtenä tärkeänä kysymyksenä työn tekijä piti sähköverkontarkastajalisenssin tarvetta, koska se jakaa mielipiteitä yhtiöstä riippuen. Asiasta on edelleen olemassa erilaisia käsityksiä, jotka ovat kuitenkin vasta muodostumassa kullekin yhtiölle.

Kysyttäessä kuudelta sähköverkonhaltijalta tarkastuksesta, olivat kaikki suurin piirtein samoilla linjoilla. Yhtiökohtaisia eroja ilmeni lähinnä kerättävän tiedon määrässä, pienkorjauksissa, lisenssin tarpeessa sekä laitteistoissa ja ohjelmissa.

Tasan puolessa yhtiöistä käytössä olevana ohjelmistona on Power Grid ja toisella puoliskolla Xpower Tekla. Yhtiöillä ei ollut tarvetta niiden vaihtoon. Suurimmalla osalla haastatelluista yhtiöistä on itsellään laitteisto ja ohjelmisto, jonka he luovuttavat tarkastuksen ajaksi ulkopuolisille tarkastajille.

Maastosta kerättävän tiedon määrä on hyvin erilainen eri yhtiöissä, joten yhtiökohtaiset vaatimukset on huolellisesti selvitettävä ennen tarkastuksen aloittamista. Se johtuu yhtiöiden erilaisista sisäisistä käytännöistä sekä käytettävästä ohjelmistosta. On kuitenkin huomioitava, että perusrunko on samanlainen kaikissa. Ainoastaan lisätarpeet on muistettava tarkastusta tehtäessä.

Suurimmassa osassa yhtiöistä pienkorjaukset kuuluvat tarkastajan toimenkuvaan. Näitä ovat lähinnä hengenvaara -kylttien, harusmerkkien ja maadoituksen suojauputkien asennukset sekä muut maasta käsin tehtävät korjaustoimet. Vain pienessä osassa yhtiöistä pienkorjaukset eivät kuulu lainkaan tarkastajan tehtäviin.

Tarkastajanlisenssikoulutusta vaati puolet sähköverkonhaltijoista. Yhtiöt olivat kuitenkin samalla linjalla sähköverkon tarkastajien riittävän koulutuksen ja ammattitaidon tarpeellisuudesta. Se johtunee suurelta osin siitä, että monet yhtiöt tekevät kunnossapitopäätökset suoraan tarkastuspöytäkirjojen perusteella. Osassa yhtiöistä tarkasteltiin vielä uudelleen huonokuntoista sähkölinjaa. Yhtiöissä, joissa ei tarkastuslissenssiä vaadita, pohditaan lissenssin vaatimista tulevaisuudessa.

Yhdessä sähköverkkoyhtiössä on käytössä juurituki, jonka tarkastaja asentaa tarvittaessa huonon pylvään juureen. Tässä yhtiössä lahoisuustarkastus tehdään yli 20 vuotta vanhoille pylvaille ja juuri tuetaan, jos pylvään kunto sitä vaatii. Juurituki on reilun metrin mittainen kaareva metallilevy, joka asennetaan pylvään juureen vyökiristimellä. Tällä saadaan lisättyä pylvään käyttöikää, koska se tukee pylvästä kohdasta, johon kohdistuu suurin rasitus. Juurituki kestää samansuuruisen taivutuksen kuin terve pylväs.

Tarkastuksen hinnoittelu oli kaikilla sähköverkkoyhtiöillä samankaltainen. Jokaisessa yhtiössä käytettiin yksikköhinnoittelua, joka on pylväskohtainen. Hintaan sisältyy kohteen tarkastus sekä tietojen tallentaminen. Jos suoritetaan pienkorjauksia, näille on sovittu omat yksikköhinnat.

### 3 Tarkastuksen perusteet

Tarkastuksen perusteet osiossa käsitellään määräyksien ja lakien käsitystä tarkastuksesta. Samalla kerrotaan tarkastuksen hyödyistä verkkoyhtiöille.

Sähköverkkoa tarkastetaan, koska Sähköturvallisuuslaissa (410/1996), Sähköturvallisuusasetuksessa (498/1996) ja Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksissä (KTMP 516/1996 ja KTMP 517/1996) määritellään sähkölaitteiston haltijan velvollisuudet. Näiden perusteella haltija on velvollinen huolehtimaan sähkölaitteistostaan siten, että se ei aiheuta vaaraa tai häiriötä ja että havaitut puutteet ja viat poistetaan riittävän nopeasti. Sähköverkontarkastuksella sähköverkkoyhtiöt saavat tärkeää tietoa omaisuutensa kunnosta ja näin pystyvät parantamaan sähkönjakelun laatua. Sähköturvallisuuslaissa (410/96) mainitaan tarkastuksesta seuraavaa:

#### 2 §

*Tätä lakia sovelletaan laitteisiin ja laitteistoihin, joita käytetään sähkön tuottamisessa, siirrossa, jakelussa tai käytössä ja joiden sähköisistä tai sähkömagneettisista ominaisuuksista voi aiheutua vahingon vaara tai häiriötä.*

#### 5 §

*Sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä niin, että:*

- 1) niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa;*
- 2) niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä; sekä*
- 3) niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti.*

#### 21 §

*Ministeriö voi määrätä, että tietynlaiset sähkölaitteistot on huollettava määrävälein sekä säännöllistä huoltoa vaativien laitteistojen hoitoa varten on ennalta laadittava*

*huolto- ja kunnossapito-ohjelmat.* (Sähköturvallisuuslaki, 1996)

Yleisesti ottaen jakeluverkon tarkastuksen tavoitteena on pitää sähköverkko henkilöille ja ympäristölle turvallisena, parantaa ja ylläpitää käyttövarmuutta, ennaltaehkäistä häiriöiden syntymistä sekä saada sähköverkon dokumentoinnit ajan tasalle. Tarkastuksesta saatujen tietojen perusteella verkkoyhtiöt saavat tiedon korjausta vaativista vioista sekä tekevät päätökset investointihankkeilleen. Tarkastajan ohjenuorana voidaan käyttää seuraavanlaista lausahdusta: ”Jos kohteessa on henkeä, terveyttä tai omaisuutta uhkaava vaara tai voi syntyä sähkönjakeluun häiriöitä, on kyseisestä viasta tai muusta sellaisesta ilmoitettava välittömästi verkkoyhtiön käyttökeskukseen”. (Sähköturvallisuuslaki, 1996. Sähköturvallisuusasetus, 1996.)

Tarkastuksien suoritustiheys on määritelty verkostosuosituksessa TA 1:97 siten, että keski- ja pienjänniteverkoissa tarkastukset tehdään kuuden vuoden välein. Poikkeuksena todetaan, että vanhoilla ja huonokuntoisilla tarkastuksia tehdään riittävän usein turvallisuuden säilyttämiseksi. Herkemmillä laitteilla, kuten ilman itsevalvontaa olevat suojareleet, on tarkastus tehtävä kolmen vuoden välein. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä 517/1996 sanotaan seuraavaa tarkastuksien ajankohdistusta:

### ***Määräaikaistarkastus***

#### ***12 §***

*Käytössä olevalle sähkölaitteistolle on tehtävä määräaikaistarkastus seuraavasti:*

- 1) luokan 1 sähkölaitteistolle asuinrakennuksia lukuun ottamatta viidentoista vuoden välein;*
- 2) luokan 2 sähkölaitteistolle verkonhaltijan sähköverkkoa lukuun ottamatta kymmenen vuoden välein; sekä*
- 3) luokan 3 sähkölaitteistolle ja verkonhaltijan sähköverkolle viiden vuoden välein.*

Luokan 1 laitteistoilla tarkoitetaan rakennusten enintään 1000 V:n sähkölaitteita. Luokan 2 sähkölaitteet ovat yli 1000 V:n laitteita, rakennuksia, joissa on suuria määriä ihmisiä sekä verkonhaltijan jakelu- siirto- ja muu vastaava sähköverkko. Luokan 3 laitteistot ovat esimerkiksi räjähdysvaarallisten tilojen tai sairaaloiden sähkölaitteistoja. (KTMP 517/1996, 1996)

Keskeisimmät tarkastuskohteet, joita työssä käsitellään, ovat jakeluverkkojen 0,4 kV:n ja 20 kV:n sähkölaitteet. Niistä laitteista käsitellään pääasiallisesti sähköverkkoa, erottimia, muuntajia ja jakokaappeja.

Seuraavaksi kerrotaan taustatietoa kyllästetyistä pylväistä, kuten suola- ja kreosoottikyllästeisistä. Pohjustuksen jälkeen kerrotaan lahoamisesta ja sen vaikutuksista näihin pylväisiin.

### **3.1 Kyllästysaineet**

Tässä esitellään tyypillisimmät pylväiden kyllästysaineet. Ne voidaan jakaa kahteen eri kyllästetyyppiin: suolakyllästeisiin ja kreosoottikyllästeisiin.

Vuonna 2002 astui Suomessa voimaan laki, joka määräsi kyllästetyn puun liitettäväksi ongelmajätteiden listalle. Tällä lailla pyritään vähentämään ympäristöä kuormittavia yhdisteitä. (Komission direktiivi 2001/90/EY)

#### **3.1.1 Suolakylläisteiset pylväät**

Pylväät kyllästetään puun kaadon jälkeen vasta 12 - 18 kk:n kuluttua, jotta puu niin sanotusti ylikypsy. Puun kosteuden pitää olla alle 25 % ennen kuin kyllästys voidaan suorittaa. Kuivauksen jälkeen puu sorvataan. Kun puu on sorvattu, se voidaan kyllästä kyllästysaineella.

Suomessa noin 90 % käytössä olevista pylväistä on suolakyllästeisiä. Valtaosassa niistä on käytetty CCA-kyllästeaineita eli kupari-kromi-arseeni-pohjaisia. Tämän kyllästeineen koostumusta muutettiin ympäristöystävällisemmäksi sekä parempi-kestoiseksi vuonna 1982. (Puupylväiden lahoisuustarkastus, 1996, 3)

Suolakyllästeinen pylväs on hyvin siisti ja tahraamaton vaihtoehto, mutta siitä valuu ympäristöön haitallisia suoloja. Valtioneuvoston asetuksessa 787/2007 on rajoitettu arseenipitoisten pylväiden käyttöä.

### **3.1.2 Kreosoottikyllästeiset pylväät**

Kreosoottikyllästysmenetelmä on noin 150 vuotta vanha kyllästysmenetelmä. Tällä menetelmällä kyllästettyjä pylväitä on Suomen sähköverkossa noin kymmenesosa. Tätä menetelmää on alettu käyttää uudelleen ympäristöriskien vähentämiseksi. Tässä kivihiihiltervasta tislaamalla valmistetussa kreosoottiöljyssä tehoaineina ovat terva-hapot, joiden lisäksi öljy sisältää tervaemäksiä ja neutraaliaineita. Hyvinä sekä huonoina puolina tässä on, että kreosoottiöljy valuu ajan kuluessa alaspäin maarajaa kohden. Siitä johtuen se vahvistaa maanrajakohdan lahonkestävyyttä, mutta samalla heikentää latvan kyllästeainepitoisuutta. Kreosoottikyllästysmuoto on myös hyvin tahraavaa suolakyllästeiseen verrattuna, koska pylvään pinnassa on mustaa kyllästeainetta, joka tarttuu kosketettaessa. Kreosootilla käsitellyn puun tunnistaa tummanruskeasta väristä, ja sillä on tunnistettava haju. (puupylväiden lahoisuustarkastus, 1996, 4)

### **3.1.3 Jälkikyllästäminen**

Joitakin pylväitä on jälkikyllästetty niiden ollessa pystytettyinä jo jonkin aikaa, jotta niiden käyttöikä piteneisi. Näistä yleisimpiä käytössä ovat olleet Cobra-injektiomenetelmä ja Wolman-kääremenetelmä. Nämä niin sanotut cobratut pylväät

erottaa mustasta tyvestään. Wolmanit taas tunnistaa maarajaan kääritystä muovikelmusta. Jälkikäylyllästetyissä pylväissä on erehdyttävästi pylvään vuosinaulaa muistuttavat laatat, joissa lukee esimerkiksi ”COBRA 1972” tai ”W 81”. Näitä ei kuitenkaan pidä sekoittaa pylvään oikeaan vuosinaulaan. (Puupylväiden lahoisuustarkastus, 1996, 5-10)

### **3.2 Lahoaminen**

Puussa lahoamisen aikaansaavat lahottajasienet, jotka hajottavat selluloosan ja ligniinin hiilidioksidiksi ja vedeksi. Lahoamisen ja sienirihmaston kasvun edellytykset ovat sopiva kosteus sekä lämpötila. Lahoaminen alkaa puun kosteuden ollessa vähintään 20 % puun kuivapainosta. Puun kuivuessa tai ilman ollessa pakkasen puolella, sienirihmastot eivät kuitenkaan kuole, vaan jatkavat kasvuaan kosteuden ja lämpötilan tultua sopiviksi. Sopiva lämpötila tälle ilmiölle on noin +5...+30° C. Lämpötilan lisäksi lahottajasienet tarvitsevat happea, näin ollen pylvään vedessä tai syvällä maassa oleva osa ei lahoa. (Puupylväiden lahoisuustarkastus, 1996, 5-10)

Maasta ylösnousseen pylvään upottaminen syvempään, kallistuman tai muun syyn seurauksena, nopeuttaa vanhan pylvään lahoamista. Se johtuu siitä, että maast noussut pylväk altistuu sään ja ilmaston vaikutuksille esimerkiksi auringolle ja sateelle. Kyllästeaine huuhtoutuu pylvästä ja kosteudelle altistuminen nopeuttaa pylvään lahoamista sekä lyhentää sen käyttöikä. (Puupylväiden lahoisuustarkastus, 1996, 5-10)

Pylvään sijainti vaikuttaa huomattavasti lahoamisen edellytyksiin. Lannoitettujen peltomaiden typpipitoisuus sekä kuohkea maan rakenne antaa lahottajille paremmat edellytykset kuin karu metsämaa. Hiekkamaassa lahoaminen on nopeampaa kuin tiukassa savimaassa. Pylvään valoisampi puoli lahoaa helpommin kuin varjossa oleva puoli, koska tällöin olosuhteet lahoamiselle ovat suotuisimmat. Tästä esimerkkinä tienpuoli pylvästä on huonommassa kunnossa kuin se puoli, joka on varjostavaa metsää kohden. (Puupylväiden lahoisuustarkastus, 1996, 5-10)

Pylvääseen kohdistuneet mekaaniset vauriot saattavat joiltakin osin nopeuttaa pylvään kunnon heikentymistä. Tällaisia vaurioita ovat muun muassa tikankolot, pulttien kiinnkohdat sekä pylvääseen kohdistuvat suoranaiset törmäykset, esimerkiksi pelloilla oleviin pylväisiin kohdistuneet maatalouskoneista aiheutuneet kolhaisut. Mekaanisesti aiheutuneet vauriot lahottavat pylvästä suhteessa vähemmän kuin maanrajassa tapahtuva lahoaminen. (Puupylväiden lahoisuustarkastus, 1996, 5-10)

***Lahon esiintyminen pylväässä*** (Puupylväiden lahoisuustarkastus, 1996, 9-10)

Pylväässä laho esiintyy pintalahona, sisälahona tai latvalahona. Suolakyllästeisillä pylväillä tyypillisimmät lahotyypit ovat katkolaho ja ruskolaho. Kreosoottipylväillä yleisempi lahoamismuoto on sisälaho, joka tekee pylvään ontoksi. Se ei kuitenkaan vähennä pylvään taivutuslujuutta niin paljoa kuin pintalahona. Sen takia sisälaho on pintalaho vaarattomampi.

Latvan lahoaminen on harvinaisempaa ja hitaampaa kuin pylvään maarajassa tapahtuva lahoaminen, koska pylväät on suojattu latvasta kosteudelta latvahatulla. Yleensä varsinaisen latvalahon tunnistaa sammaloitumisesta pylvään yläpäässä.

Lahon toteaminen riippuu lahon tyypistä ja erityyppisille pylväille tehdään erilainen lahotarkastus. Katkolahoa esiintyy yleisimmin suolakyllästetyillä pylväillä, jolloin lahoisuuskoe tehdään puraisinpiikillä. Tällöin katkolahon puun leikkauspinta on tasainen eikä säleinen, kuten terveellä puulla. Tästä johtuen pylväs voi katketa vaurioittamatta, vaikka olisi muutoin säilyttänyt muotonsa ja kovuutensa.

Kreosoottipylväillä sekä vanhoilla suolapylväillä saattaa esiintyä ruskolahoa. Sen tunnistaa tummuneesta, palanutta muistuttavasta pinnasta. Tällaisista pylväistä veistetään hiiltynyt osa puuta pois. Kaikista pylväistä sisälaho todetaan koputtelemalla pylvään kylkeä maarajasta noin kahteen metriin, jolloin ontosta pylvästä kuuluu kumiseva ääni. Muurahaiset ovat voineet syödä pylvään ontoksi, jolloin myös kuuluu kumiseva ääni. Tällaisen pylvään tunnistaa yleensä pylvään juuresta olevasta purukasasta, jonka muurahaiset ovat tehneet.



## 4 Tarkastusmenetelmät

Nyt käsitellään tarkastuksessa hyväiksi havaittuja keinoja, joilla voidaan helpottaa tarkastusta. Tässä käsitellään myös mitä tarkastajalta vaaditaan ja millaiset työvälineet on tarkastajalla oltava mukanaan.

Tarkastusta suoritetaan vain muutamilla eri tavoilla, joista tärkein on jalkaisin tehtävä sähköverkontarkastus. Sähköverkon kuntoa voidaan tarkastaa muillakin tavoilla, mutta tätä menetelmää käytetään eniten. Ainoastaan tällöin pystytään tarkastamaan myös pylväiden lahoisuus ja tarkastuksessa vältetään monilta kustannuksilta.

Muuntajia ja jakokaappeja tarkastettaessa liikutaan autolla. Ne voivat sijaita erillään tarkastettavasta pylväverkosta, jolloin työn tekeminen kävellen ei ole järkevää. Toisaalta pylväsmuuntamoiden tarkastus vaatii enemmän huomioitavaa, jolloin ei ole mielekäästä tehdä sitä sähköverkontarkastuksen yhteydessä.

Sähköverkkoa on nykyisin alettu tarkastaa helikopterikuvauksin, jolloin lennetään sähköverkkoa pitkin ja kuvataan koko matkan ajan. Menetelmää käytetään pylväverkkojen ja pylväsmuuntamoiden tarkastuksessa yhä enenevässä määrin. Näin ollen, koska kävellen tarkastetaan harvemmin, säästetään aikaa ja rahaa. Kävellen tehtävässä tarkastuksessa kohde nähdään vain alhaalta käsin toisin kuin lentotarkastuksessa. Molemmissa tarkastusmenetelmissä on omat puutteensa, mutta yhdessä ne tuottavat melko tarkan tarkastustuloksen.

### ***4.1 Käytännön ohjeita tarkastukseen***

Tarkastajan pitää olla motivoitunut tekemään työtään sekä pysyä tarkkaavaisena työn edetessä. Tarkastaminen nopeutuu, kun jaetaan tarkastajat pareihin. Parit ajavat jollekin osalle linjaa ja toinen tarkastaja aloittaa tarkastuksen siitä kohdasta. Sen jälkeen toinen tarkastaja puolestaan ajaa auton tarkastustyön aloittaneen tarkastajan linjan päähän ja jatkaa siitä eteenpäin. Näin ollen ensimmäinen tarkastaja pääsee

hakemaan toista tarkastajaa, kun on itse päässyt linjansa päähän. Tähän mennessä toinenkin tarkastaja on saanut oman pätkän linjaansa tarkastettua, mikäli linjat on suurin piirtein tasan jaettu huomioiden heidän tarkastusnopeutensa.

Tarkastajan kannattaa tarkastaa lyhyemmät haarat kuitenkin edestakaisin kävellen, jolloin säästyään turhauttavilta uusintakäynneiltä kohteissa, joissa ei ole suuria määriä tarkastettavaa jäljellä.

Tarkastajan asenne pitää olla kohdallaan, koska hän tapaa monia erilaisia ihmisiä matkansa varrella. Heidän kanssaan pitää pystyä kommunikoimaan asiallisesti. He voivat kysellä asioita, joista tarkastaja ei tiedä tai jotka eivät kuulu hänen edustamansa yrityksen toimiin. Tällöin tarkastajan on ohjattava asiakas ottamaan yhteyttä paikalliseen sähköyhtiöön. Tarkastajan asenteeseen voivat kuitenkin vaikuttaa vallitseva säätila, maasto tai henkilökohtaiset asiat. Nämä eivät saisi vaikuttaa käyttäytymiseen asiakkaan kanssa. Tarkastaja on suurelta osin asiakaspalvelutehtävissä.

## **4.2 Tarkastajan varustus**

Tarkastamaan lähettäessä pitää tarkastajalla olla yleiskäsitys tarkastettavan kohteen erilaisista rakenteista, sillä sähköverkossa on paljon eri-ikäisiä myös hyvin vanhoja rakenteita. Tästä johtuen tarkastajan on ymmärrettävä, mikä kohteessa kulloinkin on vikana ja mikä on vanha asennusmenetelmä. Huonolta näyttävä asennus ei välttämättä ole vika.

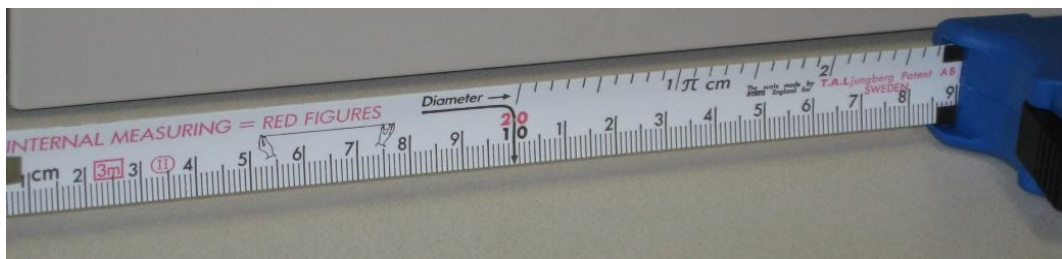
Tarkastajalla on oltava kaiken asiantuntemuksen lisäksi kohtuullinen määrä työkaluja ja tarvikkeita, jotta hän kykenee tarkastamaan oman alueensa joutumatta palaamaan kohteeseen. Tästä syystä on hyvin tarkkaan arvioitava, mitä ja kuinka paljon on otettava mukaan ennen lähtöä.

### 4.2.1 Työkalut

Kun sähköverkkoa aletaan tarkastaa, täytyy tarkastajan työkalujen ja laitteiden olla kunnossa sekä tarkoituksenmukaisia. Pientöitä varten on tarkastajalla mukana tarvittavat korjausvälineet sekä pientarvikkeet.

Tarkastajalla on mukanaan paljon työkaluja, minkä takia hänellä täytyy olla hyvä työkaluvyö tai -liivi. Siinä on oltava tarpeeksi monta taskua, ettei tarkastajan tarvitse kantaa käsissään tavaroita. Se helpottaa tarkastajan työskentelyä myös, kun hän kirjaa tarkastuskohteen tietoja pöytäkirjaan. Riippuen käytössä olevasta tallennuslaitteesta tarkastajalla voi olla sille eri kantoteline.

Työkaluvyössä on tarkastusta varten pii-mitta, jolla hän mittaa pylvään tyvihalkaisijan. Kuvasta 1 nähdään piimitan asteikko.



Kuva 1. Piimitan asteikko.

Kuvassa 1 on esitetty piimitan halkaisija-asteikon alkupää. Piimittaa käytettäessä aloitetaan mittaaminen 10 cm:n kohdalta, jolloin mittanauhan yläpuolella nähdään ympyrän halkaisijan asteikko. Mittanauha pyöräytetään pylvään tyven ympäri, ja nauhassa nuolen osoittamasta kohdasta voidaan lukea halkaisija. Mitta voi olla myös tavallinen, jos tiedonkeruulaite laskee ympärysmitasta halkaisijan.

Tarkastuksen yhteydessä usein vastaan tulee löysiä haruksia. Niiden kiristämiseen tarkastaja tarvitsee jakoavaimen. Jakoavaimella saadaan kiristettyä haruskiristimen mutterit, vaikka niiden koko vaihtelee.

Muita tärkeitä mukana pidettäviä laitteita ovat puukko ja kiikarit. Puukkoa tarvitaan tarkastustyössä ruskolahopylväissä tummuneen osan veistelyyn. Sitä voi käyttää apuvälineenä monissa muissakin tilanteissa. Tarkastajalla on kiikarit mukana, koska silmämääräisessä tarkastuksessa katsotaan pylvään yläpään. Maasta käsin on toisinaan erittäin vaikea havaita kaikkia vikoja ja eroavaisuuksia, jolloin kiikareilla saa tarkemman kuvan kohteesta.

Lahoisuustarkastusta varten tarkastaja kantaa mukanaan lapiota. Kokoon taittuva lapio on kevyt ja helppo kantaa mukana, mutta työn tekijä käyttää tarkastuksessa oikeaa pistolapiota. Vaikka pistolapio painaa enemmän ja on hankala mukana, se auttaa monissa tilanteissa. Isolla lapiolla on helpompi kaivaa pylvään tyveä auki vaikeissakin olosuhteissa, koska niin säästään aikaa ja vaivaa. Pitkävartinen lapio myös helpottaa maastossa liikkumista, sillä voi ottaa tukea jyrkissä mäissä ja käyttää niin sanotusti kävelysauvana. Ojien ylityksessä on havaittu kyseinen lapio erittäin hyödylliseksi, koska sitä pystyy käyttämään hyppyseipäänä ylittäessään leveämmät ojat.

Tarpeellinen työväline tarkastajalle on myös pieni kirves. Sitä käytetään kuitenkin useimmiten vasarana kuin kirveenä. Kirveen hamarapuolella koputellaan pylviä ja naulataan tarvittavat naulat. Kirveen teräpuolta käytetään silloin, kun kohteelle pääsy sitä vaatii, jos pientöihin kuuluu muuntajan, erottimen tai jakokaapin ympäristön raivaus.

Lahoisuustarkastukseen tarvittava ja tällä hetkellä vielä paras työväline on piikki. Sillä taivutetaan palasia puusta, joten sen on kestävä taivutusta. Tällaiseen työhön soveltuva piikki on kärjestään neliönmuotoinen eikä pyöreä. Se ei kuitenkaan kestä monia satoja piikityksiä, joten mukana on oltava koko ajan varalla toinen samanlainen. Toinen lahoisuustarkastuksen työväline on kaira, jota käytetään sähköyhtiön sitä vaatiessa. Kairatessa on mukana oltava myös kyllästettyjä puutappeja, jotka painetaan kairattuun reikään. Tarkastajan työkaluja on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Tarkastajan tärkeimmät työkalut.

Näitä ovat pieni kirves, piimitta, purasinpiikit, lapio sekä työkaluvyö. Tarkastajan liikkuesssa teiden varsilla, on hänellä oltava huomioliivit päällään. Kuvassa esitetyssä ratkaisussa huomioliivi on yhdistettynä työkaluvyöhön.

Jakeluverkosta kerätty tieto tallennetaan tarkastajalla mukana olevaan maastotietokoneeseen. Sen on oltava sään-, lian- ja iskunkestävä sekä mahdollisimman pienikokoinen. Käveltäessä pitkiä matkoja maastossa, alkaa kahden kilogramman painoinen laite rasittaa kohtuuttomasti tarkastajaa. Lisättäessä vielä GPS -paikanninreppu kohteiden paikannusta varten, tarkastajalla alkaa olla tarvikkeita tarpeeksi sähköverkon tarkastusta varten. Näihin laitteisiin on saatavilla kantolaitteita, jotka helpottavat niiden kuljettamista maastossa. Kuvassa 3 on esitettyinä reppu maastotietokoneineen. Kohteiden paikannus tällä tekniikalla on sähköyhtiökohtainen. Tulevaisuudessa paikannustyö vähenee, koska jakeluverkolle tehdään uusintatarkastuksia ja paikannukset on tehty ensimmäisellä tarkastuskerralla.



Kuva 3. Trimble GPS -paikanninreppu (Hällfors, 2008.)

Reppussa tarkastaja voi kantaa mukanaan laitteiston vara-akkuja ja henkilökohtaisia tavaroitaan. Kuvassa 3 on myös maastotietokone mallia Panasonic CF-19 maasto- valmiudessaan.

#### 4.2.2 Muita tarvikkeita

Pientöitä varten on tarkastajan varattava mukaan riittävä määrä nauloja ja lettejä. Leteillä kiinnitetään maadoituksen suojaputket pylvääseen, jos ne sitä vaativat tai tarkastuksen yhteydessä niitä uusitaan. Nauvoja käytetään muihin merkkeihin ja kyltteihin.

Hengenvaara -kylttejä pitää varata mukaan sopiva määrä. Määrää voi hieman arvioida katsomalla kartasta, millaisella alueella sähkölinja sijaitsee. Asuinalueille ja teiden varsille ja ylityksille kannattaa varata useampia kylttejä. Harusmerkkejä kannattaa myös ottaa mukaan jonkin verran. Työn tekijän kokemuksen mukaan näitä kuluu

hieman vähemmän kuin hengenvaara -kylttejä. Nämä kuitenkin ovat aluekohtaisia havaintoja, joten kunkin tuotteen tarve määräytyy kokemuksen perusteella.

Lahoisuustarkastuksen yhteydessä havaittujen lahojen pylväiden merkitsemiseen mukaan otetaan riittävä määrä keltaista varoitusnauhaa. Se asennetaan pylväisiin, jotka ovat kunnoltaan huonoja ja vaativat merkin kiipeämisen rajoittamiseksi. Näihin keltaisiin nauhoihin on hyvä merkitä säänkestävällä kynällä päivämäärä ja tarkastajan nimikirjaimet, jotta asentaja pystyy arvioimaan pylvään nykyisen kunnan. Säänkestävän kynän lisäksi tarkastajan kannattaa ottaa mukaan kynä ja paperia, johon hän voi merkitä asioita itselleen muistiin.

Tarkastamaan lähettäessä on muistettava omatkin tarpeet. Kaikkien työkalujen lisäksi mukana kannattaa pitää tarpeeksi juotavaa ja mahdollisesti jotakin pientä välipalaa. Niitä tarvitaan varsinkin silloin, kun kesäkuumalla kuljetaan vaikeakulkuisessa maastossa. Mukana on hyvä olla myös hätäensiapupakkaus, jossa on vähintään sidontatarpeet ja kyypakkaus.

Autossa tarkastajalla pitää olla ensiapulaukku, koska hän joutuu ajamaan paljon autolla. Auton tuulilasissa kannattaa pitää jotakin kylttiä näkyvillä, josta ilmenee, kenen sähköverkkoa tarkastetaan, tarkastajan nimi ja puhelinnumero. Näin tarkastajan joutuessa pysäköimään autonsa erilaisiin paikkoihin, se ei herätä niin paljon epäilystä ja tarvittaessa tarkastajan saa kiinni puhelimella.

Yksi tärkeimmistä autossa säilytettävistä laitteista on kannettava tietokone tai jokin muu vastaava tallennuslaite. Siihen voidaan tarkastuksen jälkeen tallettaa tieto, joka on juuri kerätty maastosta. Se on siksi tärkeää, että vaikka maastotietokone kestäisi-kin kaikkia olosuhteita, se voi rikkoutua ja kadottaa kaiken tallennetun tarkastustiedon. Jotta välttyttäisiin turhilta uusintatarkastuksilta, on jokaisella tarkastajaparilla oltava laite mukana tallennusta varten.

### **4.3 Tarkastusjärjestys**

Pylväälle tultaessa tarkastajan pitää katsella silmämääräisesti johtimia. Tätä tehdään koko ajan kuljettaessa pylväältä toiselle. Seuraavaksi hän näkee pylvään ja pystyy toteamaan sen kunnan sekä kallistuman, myös haruksien kunto on hyvä katsoa kauempaa. Lähemmäs päästyään tarkastaja katsoo orsirakennetta ja sen kuntoa. Samalla hän tarkastaa eristimien kunnan ja johtimien sidonnan eristimeen. Aivan pylvään vierestä näkee vielä tarkemmin edellä mainittujen kohtien kunnan.

Harukset kannattaa tarkastaa ennen muiden töiden alkua pylväällä. Niistä tarkastetaan haruksien yleinen sekä haruseristimien kunto. Lähemmäksi haruksen alapäätä tultaessa, katsotaan harusmerkkien ja harussilmun kunto. Harussilmun ollessa maan sisässä, sen voi mahdollisuuksien mukaan kaivaa esiin. Tässä yhteydessä kannattaa katsoa, mihin harus on asennettu. Jos siitä koituu kohtuutonta haittaa asiakkaalle, on hyvä kirjata huomautus asiasta tarkastuspöytäkirjaan.

Tämän jälkeen siirrytään pylväälle. Vanhalla pylväällä tehdään koputuskoe ja aloitetaan tyven kaivaminen. Kun pylvään tyvi on kaivettu auki, tehdään piikityskoe ja arvioinnin jälkeen peitetään kuoppa. Seuraavaksi voidaan mitata pylvään tyvihalkaisija ja kirjata tarkastuksen tuloksia koneelle. Ennen poislähtöä tehdään tarvittavat pientyöt pylväällä.

Kun tarkastaja jatkaa matkaansa pylväältä, hänen on hyvä vielä kääntyä katsomaan taaksensa. Tällöin hän voi tarkistaa, muistiko merkitä kaikki viat kohteesta sekä silmäillä pylvästä vielä uudelleen toisesta suunnasta. Tämän jälkeen sama työ alkaa alusta seuraavan kohteen tiimoilta.



## 5 Sähköverkontarkastus

Tässä osiossa selvitetään sähköverkon tarkastusta pelkkien linjojen osalta. Huomion kohteena ovat 0,4 kV:n ja 20 kV:n puupylväiden tarkastus. Tarkastukseen kuuluvat rakenteiden tietojen kirjaaminen sekä niiden kunnonarviointi. Yhtenä suurena kokonaisuutena kerrotaan lahoisuuden määrittämisen perusteet sekä miten toimitaan, kun kohdataan huonokuntoinen pylväs.

Sähköverkontarkastuksessa tarkastetaan itse sähköverkon lisäksi myös ympäristöä. Sen yleisin tarkastuksenkohde on raivaustarve. Johtokadulla kasvavan tiheikön raivaus merkitään alustanraivaamisena. Jos läheisyydessä tai johtokadulla kasvaa yksittäinen puu, se merkitään puun poistona. Tällaisia yksittäisiä puita on myös tarkastettava johtokadun ulkopuolelta, jos ne voivat taipua tai kaatua sähkölinjojen päälle. Puita, jotka ovat lahoja tai riukumaisia, on pidettävä vaarallisina. Näitä havaintoja tehdessä on huomioitava puulaji sekä maaperä, jossa ne kasvavat. Jos vieruspuiden oksat ovat liian lähellä linjaa, tarkastuspöytäkirjaan merkitään tarve oksimiselle. Kuvassa 4 on esitetty, miksi vieruspuiden tarkastelu on tärkeää.



Kuva 4. Vieruspuut linjan läheisyydessä (Ensto, Ilmajohtoratkaisut 6-45 kV, 2007.)

Kuten kuvasta 4 nähdään, lumikuorma painaa vieruspuiden oksia talvella, jolloin ne voivat aiheuttaa vikatilanteita. Tällaiset tapaukset on huomioitava tarkastuksessa, jotta vältytään ylimääräisiltä vioilta.

Raivaustarpeesta tehdään huomiot verkkoyhtiön antaman raivaussuunnitelman mukaisesti. Jos raivaus on kyseiselle alueelle tulossa lähiaikoina, asiaan ei kannata silloin takertua liiaksi. Mikäli raivaus on jo tehty, tarkastaja voi tarkastaa raivaajien työn jäljen ja merkitä puutteet pöytäkirjaan. (Ilmajohtojen johtoalueet, 1992)

Sähköverkossa on vielä paljon yhteiskäyttöpylväitä, joissa on sekä sähkö- että puhelinjohto, vaikka ilmassa olevia puhelinjohtoja puretaan jatkuvasti. Tällaisissa tapauksissa käytetään yhteiskäytönvaroituserengasta. Keltaisen varoitustenkaan puuttessa merkitään huomautus tarkastuspöytäkirjaan. Kuvassa 5 on esimerkki yhteiskäytönvaroituserenkaasta.



Kuva 5. Yhteiskäytönvaroituserengas (Latvala, 2008.)

Kuvasta 5 nähdään keltaisen varoituserkaan sijainti suhteessa puhelin- ja sähköjohdotiin. Kuvasta 5 voidaan myös havaita seuraava puute: katuvalon kiinnitysputki on silmämääräisesti katsottuna liian lähellä keskijännitteistä johtoa.

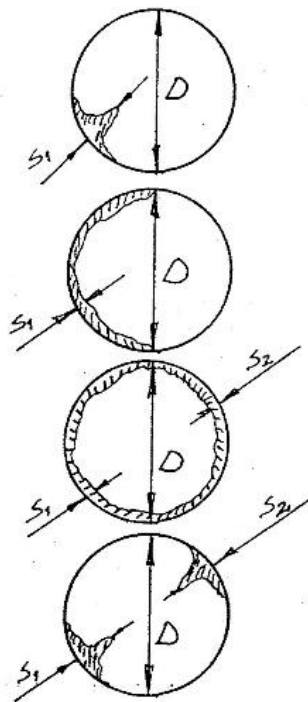
### **5.1 Lahotarkastus**

Lahotarkastus tehdään yleensä aikaisintaan pylvään ollessa 20 vuoden ikäinen. Tästä poikkeus kuitenkin D2 -kyllästetyillä pylvillä, jotka tarkastetaan iästä riippumatta. Se johtuu siitä, että näiden pylväiden kyllästyksessä on havaittu puutteita. Pylvään tunnistaa vuosilaattaan merkitystä kirjainnumeroyhdistelmästä D2. Lahotarkastuksessa käytetään verkostosuosituksen RJ 33:96 mukaisia menetelmiä. Näitä on kuvattu seuraavassa.

Lahotarkastus aloitetaan jo ennen pylvään juurelle saapumista katsomalla silmämääräisesti pylvään latvan ja varren kunto. Etenkin koukkujen ja harusten kiinnityskohdat on tärkeä tarkastaa, sillä ne vaikuttavat eniten sähköverkon kuntoon. Tämän jälkeen koputetaan pylvään kylkeä maanrajasta noin kahteen metriin esimerkiksi vasaralla tai kirveen hamarapäällä. Tällä menetelmällä saadaan selville pylvään huo-

noppi puoli sekä kuullaan, onko pylväs ontto. Varsinainen piikkikoe otetaan tältä huonommalta puolelta.

Kun on saatu selville pylvään heikoin kohta, voidaan aloittaa piikkikoe. Ensiksi kaivetaan pylvään tyveä 20–40 cm:n syvyydeltä kahdelta puolelta pylvästä ja tarvittaessa ympäri pylvään. Tämän jälkeen painetaan piikki maarajakohdasta sekä alempaa kohtisuoraan pylvästä vasten ja lohkaistaan taivuttamalla paloja pylväästä. Jos pylväästä lähtee sitkeä säleinen tikku, joka risahtaa, puu on terve. Pylväässä on katkolahoa, mikäli puu irtoaa sileänä pyramidimaisena palasena. Työtä jatketaan, kunnes vastaan tulee tervettä puuta. Näin nähdään puun lahoamisaste. Kun kohteena on A - pylväs, tarkastetaan kummatkin pylväät. Näistä kirjataan huonommassa kunnossa oleva pylväs pöytäkirjaan. Vaikeissa paikoissa voi rakenteena olla porttiharustettu pylväs, jolloin myös haruspylväs lahotarkastetaan tarvittaessa. Kuvassa 6 esitetään, miten pylvään lahoisuus todetaan.



Kuva 6. Lahoisuuden määrittäminen (Puupylväiden lahoisuustarkastus, 1996, 22.)

Kuvasta 6 nähdään pylväiden eri lahoamisen variaatiot, joiden perusteella lasketaan nykyinen terve tyvihalkaisija. Lahoisuuden laskemiseen käytetään neljää (4) yhtälöä, jotka on esitetty jäljempänä.

Lahotarkastusta ei voi tehdä muulloin kuin sulanmaan aikana, koska maan ollessa jäässä, ei pylvään tyveä voida kaivaa auki. Jäätynyttä pylvästä ei myöskään voida lahotarkastaa. Vaikka puu olisi märkä, se ei tarkoita, että se olisi laho. Toisaalta kuiva puu on kovaa, mutta ei välttämättä tervettä. Tarkastaessa ei puuta saa kalvaa tarpeettomasti, ettei se ala lahota nopeammin ja syvemmältä.

Kun lahotarkastus on tehty, mitataan pii-mittaa käyttäen pylvään tyvihalkaisija. Käytettäessä pii-mittaa saadaan halkaisija suoraan ilman laskukaavoja. Tästä alkupe-  
räisestä tyvihalkaisijasta vähennetään laho-osuus, josta saadaan pylvään sen hetki-  
nen terve tyvihalkaisija. Pintalahoisella pylväällä terve tyvihalkaisija määritetään seuraavalla tavalla. Jos pylväässä on vain pistemäinen laho yhdellä puolella pylväs-  
tä, lasketaan se seuraavalla yhtälöllä:

$$d = D - \frac{s_1}{4} \quad (1)$$

jossa

**D** = pylvään alkuperäinen halkaisija

**d** = pylvään terve tyvihalkaisija

**s<sub>x</sub>** = lahon osuus pylvästä

Jos pylvään toinen puoli on kokonaan lahoa, se lasketaan yhtälöllä (2):

$$d = D - s_1 \quad (2)$$

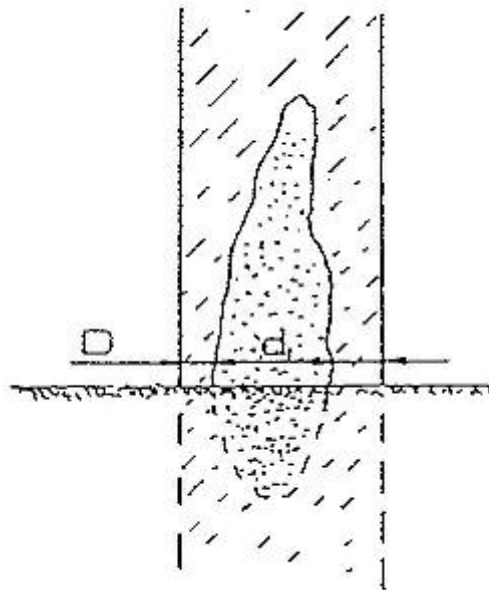
Pylvään ollessa ympärilaho, terve tyvihalkaisija lasketaan seuraavalla yhtälöllä (3):

$$d = D - (s_1 + s_2) \quad (3)$$

Jos pylväessä on sen sijaan pistemäistä lahoa molemmilla puolilla pylvästä, se lasketaan seuraavalla tavalla yhtälöllä (4):

$$d = D - \frac{(s_1 + s_2)}{2} \quad (4)$$

Jos pylvään koputtelun tuloksena on havaittu kumisevaa ääntä, tällöin aloitetaan kairaamalla tehtävä lahoisuustarkastus. Kuvassa 7 nähdään, miten ontton pylvään terve tyvihalkaisija määritellään.



Kuva 7. Ontton pylvään lahoisuuden määrittäminen (Puupylväiden lahoisuustarkastus, 1996, 21.)

Jos pylväs tarkastetaan kairaamalla ja havaitaan siinä olevan onttoa, silloin käytetään taulukon 1 mukaista arviointia terveelle tyvihalkaisijalle.

Taulukko 1. Onton pylvään terve tyvihalkaisija (Puupylväiden lahoisuustarkastus, 1996, 21.)

		D(cm)													
		31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18
d <sub>1</sub> (cm)	22	28													
	21	29	27												
	20	29	27	27											
	19	29	28	27	26										
	18	30	29	27	26	25									
	17	30	29	28	27	26	24								
	16	30	29	28	27	26	25	24							
	15	30	29	28	27	26	25	24	23						
	14	31	30	28	27	26	25	24	23	22					
	13	31	30	29	28	27	25	24	23	22	21				
	12	31	30	29	28	27	26	25	23	22	21	20			
	11	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	20	19		
	10	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	
	9	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18

**D** = pylvään koko tyvihalkaisija

**d** = pylvään terve tyvihalkaisija

**d<sub>1</sub>** = pylvässä olevan ontelon halkaisija.

Kuten kuvasta 7 ja taulukosta 1 nähdään, voidaan ontton pylvään terve tyvihalkaisija päätellä koko tyvihalkaisijan ja ontelon halkaisijan perusteella.

Kun on saatu selville pylvään nykyinen terve tyvihalkaisija, voidaan sille määrittää lahoisuusaste. Nämä lahoisuusastetta kuvaavien numeroiden selitykset ovat seuraavassa. Kun pylväs on alle 20 vuotta vanha, terve, kirkaspintainen eikä siinä ole sisälahoa, voidaan kunnoksi merkitä **0 terve**. Jos puu on pehmennyttä tai tummunutta ja siinä on enintään 2 mm lahoa puun ympäri, voidaan merkitä **1 alkavaa lahoa**. Jos lahoa on pylvässä 3 - 10 mm, voidaan lahoisuusasteeksi merkitä **2 näkyvää lahoa**. Kun taas pylvästä havaitaan 11 - 20 mm lahoa, merkitään **3 melkoista lahoa**. Jos pylvässä on yli 20 mm lahoa, merkitään lahoisuusasteeksi **4 pahoin lahonnut**. (Puupylväiden lahoisuustarkastus, 1996, 22 - 24.)

Pylvään lahoisuuden toteamisen jälkeen pylvään kunto arvioidaan työturvallisuuden kannalta. Sitä merkitään keltaisilla nauhoilla pylvään ympärillä noin 2 metrin korkeudella. Yhdellä nauhalla merkittyyn pylväeseen saa asentaja nousta, jos se on

asianmukaisesti tuettu. Kahden nauhan pylvääseen nouseminen on kielletty, vaikka se olisikin tuettu. Taulukossa 2 on esitetty mitat, milloin pitää pylväässä olla yksi tai kaksi nauhaa. (Puupylväiden lahoisuustarkastus, 1996, 22 - 24.)

Taulukko 2. Keltaisilla nauhoilla merkittävät pylvääet (Puupylväiden lahoisuustarkastus, 1996, 24.)

<b>L</b>	<b>O</b>	<b>OO</b>
6	13	11
7	14	12
8	14	12
9	15	13
10	15	13
11	16	14
12	17	15
13	18	16

**L** = Pylvään maanpäällisen osan pituus metreinä

**O** = Terve tyvihalkaisijamitta yhdelle keltaiselle nauhalle senttimetreinä

**OO** = Terve tyvihalkaisijamitta kahdelle keltaiselle nauhalle senttimetreinä

Taulukkoa 2 voidaan jatkaa edelleen siten, että pylvääspituuden metriä kohden tyvihalkaisijan mitat kasvavat yhden senttimetrin.

Kun havaitaan ontto pylväs, se on merkittävä vähintään yhdellä keltaisella nauhalla, mikäli tarkastuksessa ei käytetä kairaa. Kairalla saadaan selville pylvään sisälahon määrä, jolloin se voidaan todeta tarkemmin.

## **5.2 20 kV:n tarkastus**

Tärkein ja yleensä ensimmäisenä tarkastettava kohde keskijännitepylväälle saavuttaessa on eristimien kunnan silmämääräinen tarkastaminen. Niiden ollessa rikki tai havaittaessa paloja puuttuvan, sähköyhtiökohtaisesti on soitettava käyttökeskukseen ja ilmoitettava vakavasta viasta.



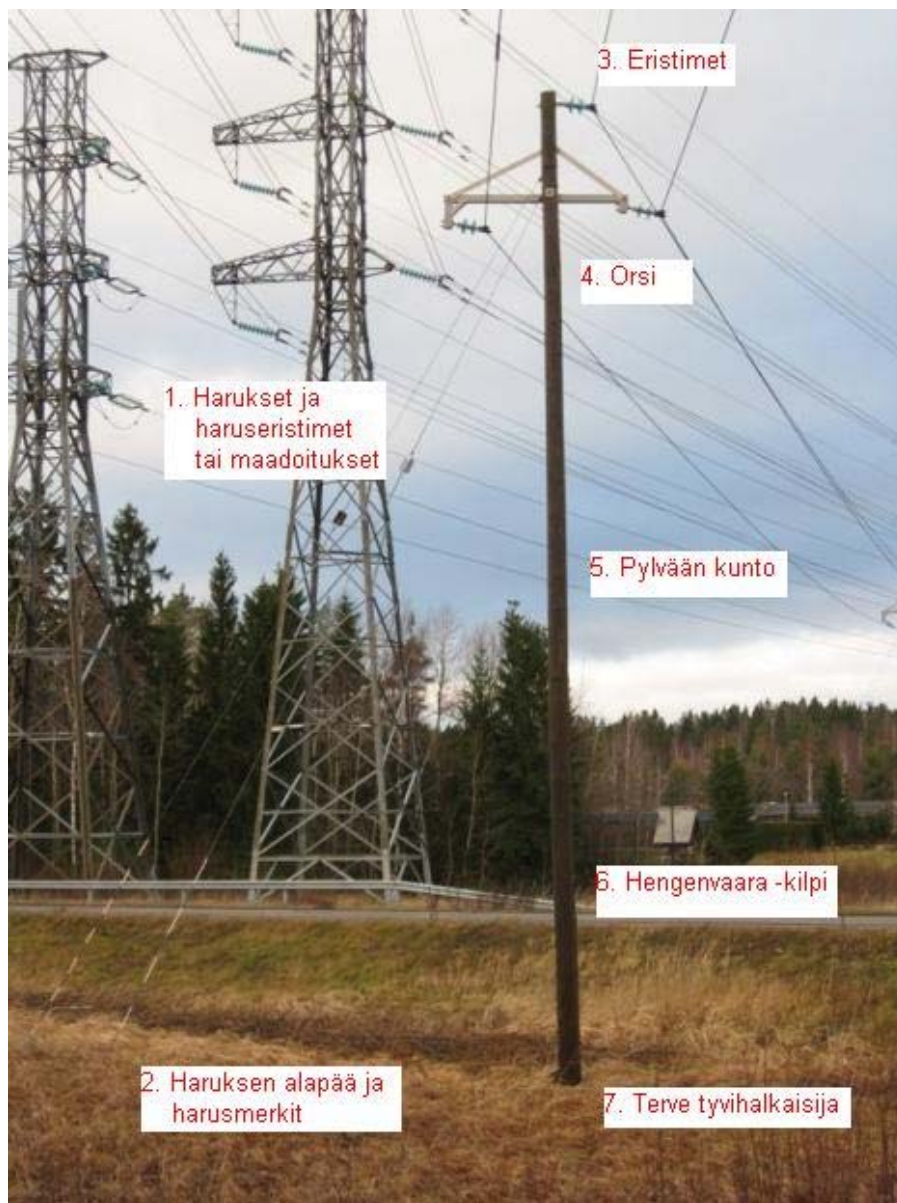
Samalla vilkaisulla näkee jo hyvinkin kaukaa pylväälle saavuttaessa orren kunnon. Suurimmat viat näissä ovat yleensä jonkin tukivarren heikko kiinnitys tai jonkinlainen vaurio.

Katseen laskiessa alemmas pylväässä, voidaan nähdä varren kunto. Näitä mahdollisia havaintoja ovat tikankolot, taipumat, kallistumat sekä yleinen kunto. Jos pylväs on kallistunut, pitää tilannekohtaisesti harkita, onko se sellainen vika, josta on tehtävä merkintä tarkastuspöytäkirjaan. Jos yksittäinen pylväs on hieman kallistunut, ei siitä ole järkevää tehdä merkintää. Hyvä perussääntö yksittäisille kallistumille on, että jos linjan suuntaisesti katsottuna pylväs on enemmän kuin taso-orren verran kallellaan, se merkitään pöytäkirjaan. Jos kuitenkin huomataan useamman peräkkäisen pylvään olevan kallellaan, on se syytä merkitä tarkastuspöytäkirjaan.

Keskijännitepylväässä olevien haruseristimien kunto pitää silmämääräisesti tarkastaa. Haruslukolla tehty yläpää on voinut ajan saatossa hirttäytyä pylvään ympärille, jolloin pitää arvioida, heikentääkö se pylvään lujuuutta. Kalliopylväs on voitu tukea haruksin, jotka lähtevät pylväältä kolmeen eri suuntaan. Näiden harusten kiristäminen on tehtävä huolella, ettei pylväs jää kallelleen liikaa kiristetyn haruksen ansiosta. Kallioraudoin rakennetusta kalliopylväästä tarkastetaan kalliorautojen ruostevauriot ja kiinnitykset pylvääseen sekä kallioon.

Haruseristimien tulee olla 3 metrin etäisyydellä kiinnityskohdastaan. Tai kuitenkin niin, ettei eristimen alapuolella oleva vaijeri ylety koskettamaan jännitteisiä osia. Haruksen katketessa kukaan tai mikään ei saa päästä koskettamaan eristimen yläpuolelle mahdollisesti jännitteistä harusvaijeria. Haruseristimen tulee katketessa jäädä roikkumaan vähintään 3,22 metrin korkeuteen. Jos pylväällä olevissa harusvaijereissa ei ole eristimiä, voivat ne olla maadoitettuja yläpäästään ja yhdistettyinä alapäästä. Sen voi todeta alapäässä kuparilla tai muulla vastaavalla jompilla yhdistettyinä olevista harusvaijereista ja yläpäässä yhdistettynä maadoitukseen. Tällöin asia pitää varmistaa ja katsoa liitosten yhtenäisyys. Samalla tarkastettavista harusmerkeistä on huomioitava, että niiden tulee ylettyä vähintään 2 m:iin kaikilla jännite-tasoilla. (Head Power, 2004)

Pylväässä oleva maadoitus on tarkastettava huolellisesti, koska se on tärkeimpiä suojalaitteita sähköverkossa. Maadoitus todetaan ehjäksi, jos se ei ole poikki tai vaurioitunut. Tarkastetaan myös maadoituksessa olevien liitosten ja maadoituksen suo-  
 jan kunto sekä sen kiinnitys pylvääseen. Tarvittaessa kyseiset viat korjataan tarkas-  
 tuksen yhteydessä. Kuvasta 8 nähdään kulmapylvään yleisimmät tarkastuskohteet.



Kuva 8. Haruksella tuettu kulmapylväs.

Kuvassa 8 esitetään 20 kV:n pylvään yleisimmät tarkastuskohdat, jotka ovat seuraavat:

1. harukset ja haruseristimet tai maadoitukset

2. haruksen alapää ja harusmerkit
3. eristimet
4. orsi
5. pylvään kunto
6. hengenvaara -kilpi
7. terve tyvihalkaisija

Kuvassa 8 on tarkastuskohteet vain yleisesti kuvattuna. Joissakin pylväissä voi olla enemmän tai vähemmän tarkastettavaa.

Seuraavalle pylvälle siirryttäessä tarkastetaan johtimet maasta käsin, jolloin voidaan havaita säieviat ja jatkosten eheys johtimissa. Säieviat ovat avojohdoilla useimmiten yhden tai useamman säikeen katkeaminen johtimessa, jolloin se alkaa purkaantua kierteeltä. PAS -johtimilla säieviat ovat useimmiten vaikeammin havaittavissa ja ne ovat eristeen puhkipalamisia. Johtimien kireys tulee huomioida ja tarkastella silmämääräisesti, näyttääkö se kireältä tai löysältä. Jos on mahdollista, selvitetään syy johtimen väärälle kireydelle. (Puupylväiden lahoisuustarkastus, 1996, 16 - 18, Johdon ja johtoalueen tarkastus, 1996, 11-16.)

## **Etäisyydet**

Etäisyydet 20 kV:n avojohdojen johtokadulla, jossa kasvaa puita, ovat seuraavanlaiset eri orsirakenteilla:

- Taso-orren johtokadun leveys rungosta runkoon on 10 m ja oksista 7,5 m. Pylvään kyljestä oksiin matka on puolet edellisestä eli 3,75 m.
- T-orren eli kolmio-orren johtokadun leveys rungosta runkoon on 9 m ja oksista 6,5 m. Pylvään kyljestä 3,25 m.

Päällystetyillä PAS ja BLL -johtimilla etäisyyksinä voidaan käyttää samoja kuin avojohdojen johtokaduilla. Päällysteestä johtuen voidaan PAS -johtimilla pitää johtokadun leveyttä rungosta runkoon 6 m ja oksista oksiin 3,5 m. (HeadPower, 2004)

Lämmitettävien rakennusten läheisyydessä johtokadun leveys pitää olla myös 10 m ja parvekkeen lattia tai avattavan ikkunan tulee olla 6 m:n etäisyydellä pystysuunnassa johtimesta. Pylvään kohdalla sallitaan 4,22 m. Jos hedelmäpuita on johtojen läheisyydessä, tulee johdon olla niistä vähintään 4,22 m:n etäisyydellä. Rakennusten ollessa kaksi- tai useampikerroksisia ja molemmilla puolilla johtokatua, pitää johtokadun olla 14 m. Parvekkeiden ja ikkunoiden kohdalla johtimen etäisyyden on oltava 5,22 m. Rakennusten päällä johdot eivät kuitenkaan saa olla. (HeadPower, 2004)

Poikkeustilanteissa voidaan käyttää kapeampaa johtokatua, jos rakennukset ovat matalia ja johto vähintään 4,22 m:n etäisyydellä rakennuksen katosta. Johto voi olla 2,72 m:n etäisyydellä antennin tms. rakennusten kohtien yläpuolella, joiden päällä ei voi seisoa. Lämmittämättömän rakennuksen päälle johto voidaan tarvittaessa rakentaa, jos se on vähintään 8 m:n etäisyydellä lämmitettävien rakennusten ryhmästä. Alle 60 m<sup>2</sup> autosuoja saa olla tästä ryhmästä neljän metrin etäisyydellä ja avokatosta etäisyysvaatimukset eivät koske. Teiden ylityksissä johtimen etäisyys tienpinnasta pitää olla vähintään helteellä 5,22 m ja jääkuormalla 4,22 m. (HeadPower, 2004)

### **5.3 0,4 kV:n tarkastus**

Pylväälle tultaessa tehdään yleissilmäys, jolla todetaan poikkeavuudet rakenteissa. Pienjänniteverkon tarkastuksessa mitataan pylvään halkaisija samalla tavalla kuin 20 kV:n tarkastuksessa. Vanhoille pylväille tehdään myös lahotarkastus. Pylvästä tarkastellaan useasta eri kulmasta, jotta havaitaan kaikki mahdolliset viat kohteessa. Huomioitavia kohteita ovat seuraavat:

- vaihejohtojen suojakotelot ovat paikoillaan
- nolla-johdin kytkettynä
- paljaita johtimia ei saa olla AMKA -johdoissa
- pylväässä olevien kaapeleiden yläpään suojakotelot
- pj-keskusten kiinnitys pylvääseen ja ulkoinen eheys
- yhteiskäyttönauha, jos puhelin samassa pylväässä
- johtojen etäisyydet (rakennuksiin, muihin johtoihin, maahan, puihin)

- harukset
- kallioviistotuet
- ylijännitesuojien kunto
- maadoitukset

Pylväässä olevasta vuosinaulasta katsotaan vuosiluku tai arvioidaan se pylvään ulkonäöstä. Lähdetessä katsotaan vielä edelliseen pylvääseen, varmistaen kaikkien kirjattujen tietojen oikeellisuus. Samalla tarkastetaan seuraava johtoväli. Erityistä huomiota vaativat asutuksen lähellä olevat linjat, koulujen ym. piha-alueet sekä teiden ylitykset.

Haruksista pitää tarkastaa eheys sekä kireys, harusmerkit, haruksen yläpään kunto, haruseristin, eristinkaussi sekä haruksen alapää. Kalliopylväistä pitää tarkastaa kalliorautojen kiinnitys pylvääseen sekä maahan. Lahotarkastus näillä pylväillä pitää tehdä kalliorautojen kiinnityskohtiin. Näitä samoja menetelmiä käytetään 20 kV:n tarkastuksessa.

Maadoituksista tarkastetaan kytkentöjen eheys sekä erityisesti alapään kunto. Maadoituksen suojaputki pitää olla ehjä ja ylettyä 2,5 m:iin. Ehjän putken ollessa irti pylväästä, se korjataan asentamalla tarvittava määrä kiinnikkeitä. (Puupylväiden lahoisuustarkastus, 1996, 16 - 18, Johdon ja johtoalueen tarkastus, 1996, 11 - 16.)

## **Rakennetietoja**

Pienjänniteverkossa samassa pylväässä olevien AMKA -johtojen etäisyys toisistaan sekä puhelinjohdosta pitää olla 30 cm, joka todetaan silmämääräisesti. (HeadPower, 2004)

Johtokatua ei ole määritelty AMKA -johdoilla, vaikka runkojen etäisyys toisistaan pitäisi olla metrin luokkaa. Kuitenkin on varmistuttava, että johdon ympärillä on metri tyhjää tilaa. Tällä alueella ei voi olla kasvavia oksia, jotka voivat ottaa AMKA -johtimeen kiinni ja hangata sen puhki. Avojojohdoilla johtokadun pitää olla 2,5 m lähipuiden oksista. Pienjännitejohtojen etäisyys rakennuksista tulee olla 50 cm vaa-

kasuunnassa, paitsi parvekkeen tai ikkunan kohdalla 1,25 m. Pystysuunnassa etäisyyden pitää olla 2,5 m tasolta, jossa pystyy seisomaan. (HeadPower, 2004)

Pylväältä lähtevän maakaapelin tulee olla suojattu kaapelisuojaraudalla 20 cm:n syvyydestä noin 2,3 m:iin. Vähimmäisvaatimukset näille ovat: liikenneväylän läheisyydessä 2 m ja muualla 1,5 m. Pj-keskuksien yhteydessä suojaraudan tulee olla mahdollisimman korkealla asennustekniset seikat huomioon ottaen. (HeadPower, 2004)

Harustetun pylvään harusvaijeri pitää olla ehyt, eli se ei ole lähtenyt purkaantumaan tai muuten vaurioitunut. Harusmerkkien on yletyttävä noin 2 m:iin, jotta lähistöllä liikkuvat pystyvät havaitsemaan sen. Haruksen yläpään pitää olla ehyt ja kunnolla kiinnitetty. Haruksen alapään silmu ei saa olla maan sisässä. Jos näin kuitenkin on, täytyy silmu kaivaa esiin ja tarkastaa haruseristyksen kunto. Toisaalta pitää myös katsoa, ettei haruksen alapää ole noussut maasta asennussyvyydestään. (HeadPower, 2004)

## 6 Erotintarkastus

Tässä osiossa kerrotaan erotintarkastuksen erityispiirteistä, jotka eroavat hieman normaalin pylväsrakenteen tarkastuksesta.

Jakeluverkon erottimet on rakennettu sellaisille paikoille, missä niistä on suurin hyöty sähköä katkaistaessa. Erottimille ei välttämättä ole tietä, jolloin ne voivat olla missä tahansa kohtaa verkkoa. Näiden tarkastaminen onnistuu parhaiten 20 kV:n verkon tarkastuksen yhteydessä.

### **Silmämääräiset tarkastukset**

Erotimeille tultaessa tarkastetaan erottimen tunnuskilpi ja osoite. Näiden ollessa puutteelliset, ne korjataan sähköyhtiön määräysten mukaan. Laukaisukahvan merkinnät tarkastetaan ja uusitaan, jos on tarvetta.

Erotimeen ohjausputkien kiinnitys pylvääseen ja niiden eristimien kunto tarkastetaan. Ohjaislaitteessa voi olla myös vaijeritoimintainen ohjain, jolloin tarkastetaan vaijereiden eristimet sekä sen toimintakunto.

Tarkastetaan erottimen kahvassa olevan lukon kunto ja öljytään se tarkastuksen yhteydessä. Katsotaan myös, että lukitus toimii ja vaihdetaan uusi lukko tarvittaessa. Lukon pitää olla sähköyhtiön oma lukko, jolloin sen avaaminen onnistuu tarvittaessa kaikilta asentajilta.

Erotimeen kuntoa tarkastettaessa katsotaan, voidaanko se korjata vaihtamatta erotinta. Kirjataan pöytäkirjaan tieto erottimen säätötarpeesta sekä elementtien kiinnityksestä erottimeen. Näin voidaan erottimen toimintakunto säilyttää säätämällä tai kiristämällä laukaisukahvoja.

Erottimella pitää myös tarkastaa katkaisupiiskojen toimivuus siten, että ne ovat oikeilla paikoillaan, eivätkä ole päässeet vääntymään tai muuten vaurioitumaan. Katkaisupiiskojen pitää olla omissa koukuissaan, jotta erotinta käytettäessä ne toimivat halutulla tavalla. Samalla tarkastetaan virtapiirin koskettimien asentotieto ja kunto silmämääräisesti. Kuvassa 9 on esitettyä viallinen katkaisupiiska.



Kuva 9. Katkaisupiiskojen asento.

Kuvasta 9 huomataan, että vasemmanpuoleinen katkaisupiiska on poissa paikaltaan. Tällaisissa tapauksissa merkitään vika pöytäkirjaan. Samanlainen vika voi olla myös muuntajaerottimilla, kuten kuvassa.

Seuraavaksi tarkastetaan erottimen katkaisukammioiden kunto vuodoista, likaisuudesta ja muista silmämääräisesti havaittavista poikkeamista. Samalla voidaan katsoa erottimen kytkentäjohtimien säieviat, kiskojen ja liitosten sekä liittimien kunto. Myös jompin eristeen kunto tarkastetaan tarvittaessa. Kuvassa 10 esitetään erotinpylvään tarkastuskohteet, jotka eivät kuulu tavallisen pylvään tarkastukseen.





Kuva 10. Linjaerottimen tarkastus kohteet.

Kuten kuvasta 10 nähdään, on erotintarkastuksessa vain muutamia kohtia enemmän tarkastettavana, kuin tavallisessa pylväessä. Tarkastuskohteet kuvassa ovat:

1. tunnus -kilpi (myös hengenvaara -kilpi)
2. laukaisukahva
3. ohjainputket
4. ohjainputken eristimet
5. katkaisupiiskat ja eristimet.

Näiden lisäksi on tärkeää tarkastaa erottimen maadoitukset ja niiden yhtenäisyys. Tunnus -kilven lisäksi on erottimella oltava hengenvaara -kilpi sekä toimintakuntoinen lukko.

Kaksipylväserottimilla on hengenvaara -kilven oltava molemmissa pylväissä. Erotintarkastuksessa tarkastetaan samat kohdat kuin normaaleillakin pylväillä sekä itse erotin. Erottimella oleva erottimen käyttökahva pitää olla 1,5 m:n korkeudella ja eristin vähintään 3,72 m:n korkeudella maasta katsottuna. Tämä on erittäin tärkeä ottaa huomioon tarkastuksessa, sillä se vaikuttaa erottimen toimivuuteen merkittävästi. Käyttökahvan ollessa liian korkealla, vaikeutuu sen käyttäminen, eikä asentaja pysty kääntämään kahvaa tarpeeksi suurella voimalla.

## 7 Muuntamoiden tarkastus

Muuntaja osiossa käsitellään jakeluverkon muuntajien tarkastusta. Muuntajatarkastuksiin kuuluvat pylväsmuuntamot sekä puisto- ja kiinteistömuuntamot. Pylväsmuuntamoilla lahoisuustarkastus ei kuulu muuntamotarkastukseen, vaan se tehdään sähköverkotarkastuksen yhteydessä. Muuntamotarkastus vaatii tarkastajalta tarkkaavaisuutta ja tuntemusta vaaratekijöistä.

Muuntamoiden tarkastus voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen, jotka ovat pylväsmuuntamot ja puistomuuntamot. Puistomuuntamoihin voidaan lukea myös kiinteistömuuntamot. Muuntamot on hyvä tarkastaa eri kerralla kuin itse sähkölinja. Se johtuu suurelta osin siitä, että muuntamon tarkastus vaatii enemmän perehtymistä kohteessa ja näin ollen se hidastaisi sähköverkon tarkastusta.

### 7.1 Pylväsmuuntamot

Pylväsmuuntamoiden tarkastus on huomattavasti helpompaa tehdä eri kerralla, kuin itse sähköverkon tai erottimien tarkastus. Se johtuu suurelta osin siitä, että muuntajille on melkein aina rakennettu jonkinlainen tie tai ne on rakennettu tien läheisyyteen.

#### 7.1.1 Jakelumuuntaja

Muuntajalle tultaessa on tarkastettava muuntajan läpivientieristimet ja niiden kunto on kirjattava. Näissä esiintyvät vauriot ovat useasti halkeamia tai eristimien laipat ovat rikki.

Tärkeää on myös tarkastaa muuntajan öljysäiliö, josta katsotaan kuinka pahasti se on syöpyntynyt tai ruostunut. Kirjataan öljy- ja paisuntasäiliön maalauksen kunto. Tällä

saadaan selville, tarvitseeko säiliö maalata uudestaan, jotta sen käyttöikä ei huomattavasti laskisi. Korroosiovaurioiden haitallisuus luokitellaan. Jos säiliö sen sijaan vuotaa, kirjataan vuodon syy ja vika ilmoitetaan välittömästi eteenpäin.

Öljymäärä säiliössä saattaa jostakin muusta syystä olla vähentynyt, joten aina tarkastetaan myös öljynmäärä. Sen pystyy havaitsemaan säiliössä olevasta osoitinmittarista. On oltava tarkkana, miten mittaria luetaan. Mittaria alhaalta päin katsottaessa viisari voi näyttää ylöspäin, mutta se ei silti välttämättä tarkoita sen olevan täynnä öljyä. Kuvassa 11 on esimerkki muuntajan öljymäärämittarista. Itse öljymittarin kunto pitää myös tarkastaa ja viat mahdollisessa kosteudenpoisto-patruunassa.



Kuva 11. Muuntajan öljysäiliö.

Kuvasta 11 nähdään, että muuntajan öljymäärämittarin normaali asento on viisarin ollessa poikittain. Tästä syystä on katsottava tarkkaan, missä asennossa viisari on. Kiikareita on hyvä käyttää apuna tällaisissa tilanteissa.

Muuntajakoneisto tarkastetaan muilta ulkoisilta vaurioilta tai puutteilta. Pöytäkirjaan on merkittävä, jos paisuntasäiliöstä puuttuu korkki tai se on rikki. Jos paisuntasäiliön korkki on muovinen, pitää se kirjata. Muoviset paisuntasäiliön korkit on havaittu epäluotettaviksi, koska ne rikkoutuvat helposti sään aiheuttamista muutoksista johtuen. Muuntajan kilpiarvon puuttuminen on myös kirjattava pöytäkirjaan. Lisäksi on todettava, että muuntaja on hyvin paikallaan ja muuntajan kiinnitykset ovat kunnossa.

### 7.1.2 Kj-laitteisto

Keskijännitelaitteistosta ensimmäiseksi tarkastetaan kaapelipäätteet. Tarkastuksessa on huomioitava, että kaapelipäätteen eristys on kunnossa. Havaitaan kaapelipäättees-tä mahdolliset vuodot sekä muut vauriot. Kaapelipäätteen yleinen mekaaninen ja sähköinen kunto katsotaan silmämääräisesti, jolloin havaitaan mahdolliset sähköiset purkausjäljet. (Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö, 1998, 5 – 11)

Kaapeliliitokset laitteisiin ja kiskoliitokset kiskostoihin tutkitaan mahdollisten löysi-en tai palaneiden liitosten varalta. Tästä edetään jomppia tai kiskoa pitkin samalla tarkastaen näiden jatkokset sekä eriste-etäisyydet. Eriste-etäisyyden tulee olla yli 22 cm, joka on määräysten mukainen jännitelisä. Samalla voidaan tarkastaa kiskon tukieristimien kunto. Tukieristimistä katsotaan silmämääräisesti havaittavat halkeamat tai mahdolliset laippojen rikkoutumiset. Myös eristimien siisteys kannattaa huomioida sekä niiden kiinnitys alustaansa. (Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö, 1998, 5 – 11)

Seuraavana tarkastuksen kohteena ovat johtolähtöjen merkintöjen paikkansapitävyys, sekä niiden oikeellisuus kaavioihin ja karttoihin vertaamalla. Vaihemerkinnät ja kiertosuunta tarkastetaan samalla. Merkinnoissä pitää olla tarkkana, sillä niissä on yhtiökohtaisia eroja. (Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö, 1998, 5 – 11)

Ylijännitesuojauksesta tarkastetaan silmämääräisesti niiden kiinnitys johtimeen ja maadoitukseen. Näiden laippojen viat tarkastetaan ja todetaan likaisuus. Katsotaan kipinävälissä olevien lintupiikkien kunto sekä leveys, mikäli se on silmämääräisesti mahdollista. Myös ylijännitesuojan puuttuminen kirjataan pöytäkirjaan, jos sellainen suojauksessa vaaditaan. (Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö, 1998, 5 – 11)

Kj-laitteiston kosketussuojaus todetaan riittäväksi etäisyyksien ja muiden rakenteellisten seikkojen osalta. Samalla voidaan katsoa läpivientieristimien rikkoutumiset tai korroosiovauriot sekä mahdollisten releiden ja indikaattorien kunto. (Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö, 1998, 5 – 11)

### 7.1.3 Pj-laitteisto

Sekä liitosten löystymiset ja mahdolliset palamiset, että kaapelipäätteiden kunto tarkastetaan pienjännitepuolelta samalla tavalla kuin keskijännitepuolelta. Myös syöttökaapelit ja kosketussuojausten riittävyys tarkastetaan. (Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö, 1998, 5 – 11)

Lähtöjen ja sulakkeiden merkinnät tarkastetaan ja katsotaan niiden oikeellisuus verrattuna kaavioihin tai karttoihin. Näiden merkintöjen tulee olla kiinteissä alustoissaan. Samalla merkinnöistä tarkastetaan rinnakkain olevien kaapelien merkinnät ja korjataan tarvittaessa mahdollisuuksien mukaan. Vaihemerkinnät on tarkastettava sekä niiden luotettavuus todetaan. Pääkytkimen kunto ja asentomerkinnät tarkastetaan. Pj-keskuksesta tarkastetaan yleinen kunto ja sisällä olevat mittarit, johdot, kaapelit sekä puutteet. (Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö, 1998, 5 – 11) Lähtömerkintöjä esitellään kuvassa 12.



Kuva 12. Puutteelliset lähtömerkinnät muuntamolla (Voimatel Oy, 2008.)

Kuvasta 12 havaitaan, että muuntamolta lähtevästä alimmaisesta pienjännite AMKA-johdosta puuttuu lähtömerkintä.

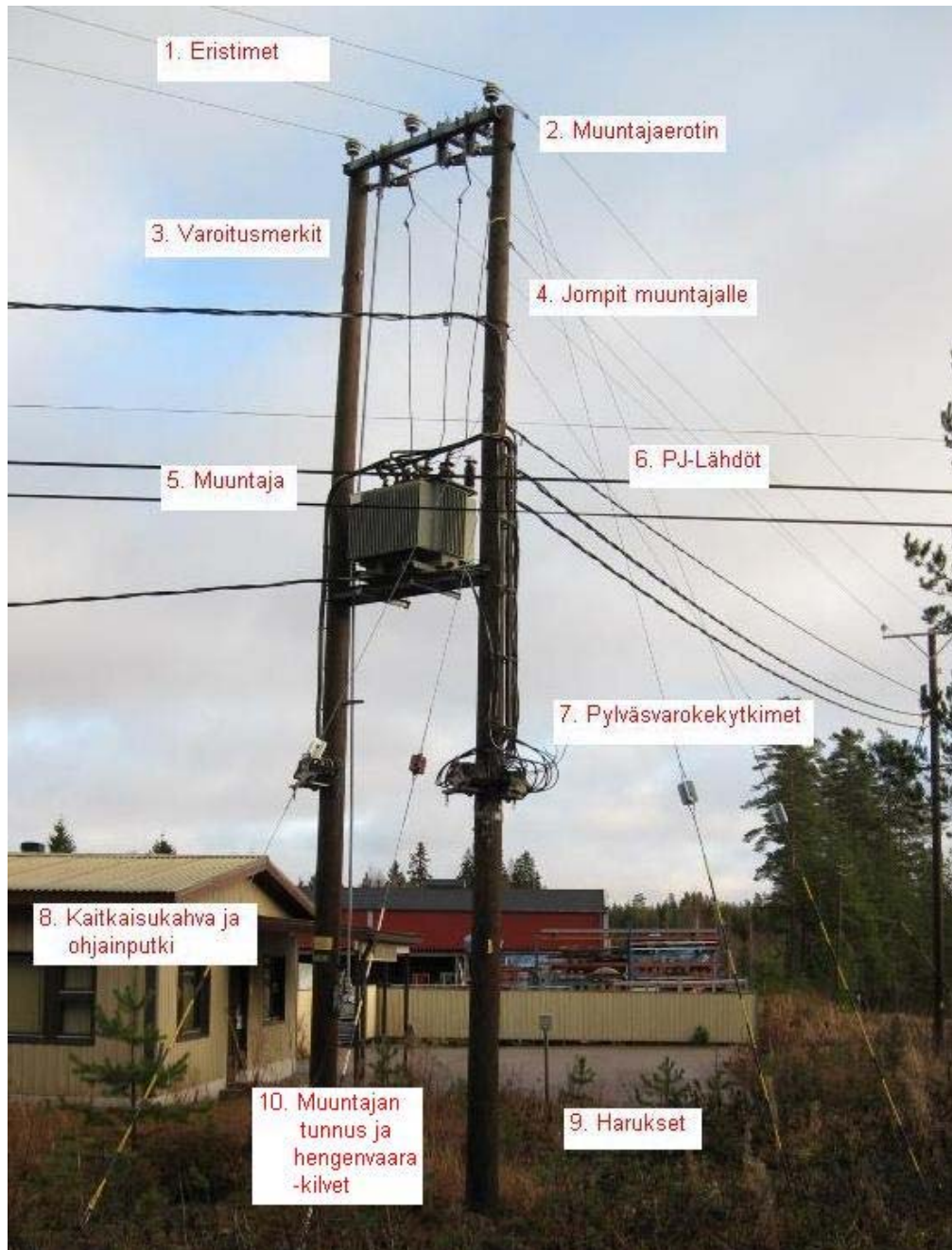
#### 7.1.4 Muuntamo

Muuntajan rakenne ja sen kunto kannattaa katsoa jo muuntajalle saavuttaessa, varsinkin pylväsmuuntamoilla. Näin nähdään muuntajassa olevat puutteet ja mahdolliset viat. Pylväsmuuntamoissa pitää olla kiipeämisrajoitusnauhat molemmissa pylväissä ja niiden oikea asennuskorkeus tulee tarkastaa. (Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö, 1998, 5 – 11)

Muuntajalle tultaessa tarkastetaan eläinsuojien kunto ja mainitaan pöytäkirjassa niiden puuttuminen. Eläinsuojista tarkastetaan mekaaninen kunto sekä kiinnitys. (Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö, 1998, 5 – 11)

Muuntamoilla tulee olla hengenvaara -kyltti, joka varoittaa sähköisestä vaarasta. Kaksipylväsmuuntamoilla pitää hengenvaara -kyltti olla molemmissa pylväissä ja mieluiten suunnattuna siihen suuntaan, missä on mahdollisesti liikettä. Puistomuuntamoissa hengenvaara -kyltti on oltava jokaisella sivulla. (Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö, 1998, 5 – 11)

Seuraavaksi tarkastetaan muuntamon tunnus. Useimmiten käytössä on muuntamonumero sekä nimi. Näiden oikeellisuus pitää todeta ja korjata yhtiökohtaisten säästösten mukaisesti. Muuntamonumero kirjoitetaan hengenvaara -kyltin takapuolelle näkyvillä tarroilla. Kyltti asennetaan siten, että se näkyisi mahdollisimman hyvin tielle. Kuvassa 13 esitetään kohdat, jotka pylväsmuuntamosta tulee tarkastaa. (Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö, 1998, 5 – 11)



Kuva 13. Pylväsmuuntamon tarkastus kohteet.

Kuvasta 13 voidaan lukea pylväsmuuntamon tarkastuskohteet, joita ovat:

1. eristimet
2. muuntajaerotin
3. varoitusmerkit
4. jompit muuntajalle
5. muuntaja



6. pj -lähdöt
7. pylväsvarokekytkimet
8. katkaisukahva ja ohjainputki
9. harukset
10. muuntajan tunnus ja hengenvaara -kilvet

Muuntamon ympäristökin tulee tarkastaa ja todeta esteetön pääsy muuntajalle. Mahdollisten puiden ja pensaiden raivaus suoritetaan tarkastuksen yhteydessä. Muuntamolle pitää olla kulkureitti, jota pystyy kulkemaan jokaisena vuorokauden aikana. Mahdollisen muuntajavaihdon reitti pitää tarkastaa ja huomioida sen toimivuus. (Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö, 1998, 5-8, 10.)

### **7.1.5 Rakennetietoja**

Pylväsmuuntamon muuntajan kannella olevien eristeiden etäisyys 20 kV:n johdoista on 2,2 – 2,4 m. AMKA -johtimen on oltava vähintään 1,72 m:n etäisyydellä 20 kV:n johdoista.

Pylväsvarokekytkimen on oltava 3,5 m korkeudella maasta. Tästä johtuen esimerkiksi 11 m:n pylväessä, tulee pylväsmuuntamolla olevien haruseristimien olla 6 m:n etäisyydellä pylvään yläpäästä. Kuitenkin niin, ettei eristimen alapuolella oleva vaijeri pääse koskettamaan jännitteisiä osia. Haruksen katketessa kukaan tai mikään ei saa päästä koskettamaan eristimen yläpuolelle mahdollisesti jännitteistä harusvaijeria. Haruseristimen tulee katketessa jäädä roikkumaan yli 3,22 m:n korkeuteen. Jos muuntajapylväällä olevissa harusvaijereissa ei ole eristimiä, voivat ne olla maadoitettuja alapäästään. Sen voi todeta alapäässä kuparilla tai muulla vastaavalla jompilla yhdistettyinä olevista harusvaijereista. Tällöin asia pitää varmistaa ja katsoa liitosten yhtenäisyys. (HeadPower, 2004)

Muuntajaerottimen käyttökahvan tulee olla 1,5 m:n korkeudessa maasta, jotta sitä tarvittaessa pystytään käyttämään luontevasti. Käyttökahvan eristimen tulee sen sijaan olla vähintään 3,72 m:n korkeudessa maasta katsottuna. Muuntajan eristimien

pitää olla 5,5 m:n korkeudella maasta katsottuna. Muuntajan yläpuolella olevien varoituss nauhojen on oltava metrin etäisyydellä 20 kV:n johdoista.(HeadPower, 2004)

## 7.2 Puistomuuntamot

Puistomuuntamoilla tehdään samat tarkastukset kuin edellä pylväsmuuntamoille, tietenkin pylväsmuuntamoille tyypillisiä tarkastuskohteita lukuun ottamatta. Samoja tarkastuskäytäntöjä voidaan soveltaa suurelta osin myös kiinteistömuuntamoissa.

Puistomuuntamolle saavuttaessa rakennuksen kunto todetaan. Rakenteesta pitää tarkastaa katon kiinnitys, sekä muut kiinnitykset. Jos puistomuuntamon katolla tai rännissä on roskaa, ne puhdistetaan mahdollisuuksien mukaan. Tarkastetaan myös muuntamon seinärakenteiden ja maalauksen kunto. Sisäpuolella tarkastus tehdään lattialle. Perustuksien kunto tarkastetaan sekä sisä- että ulkopuolelta. Muuntamon ulkopuolisista töhryistä tehdään pöytäkirjaan merkintä. Kuvassa 14 on merkitty tarkastettavat kohdat puistomuuntamon ulkopuolelta.



Kuva 14. Puistomuuntamo ulkoa.

Tiivistettynä puistomuuntamon ulkopuolelta tarkastetaan seuraavat asiat:

1. ympäristö, reitti, kunto ja siisteys
2. tunnusmerkit ja hengenvaarakilvet
3. lukot ja ovet
4. ilmanvaihtokanavat.

Oven toimivuus todetaan ja merkitään puutteista huomautus pöytäkirjaan. Ovenssa olevien lukkojen toiminta varmistetaan ja rikkoutuneesta lukituksesta pitää ilmoittaa välittömästi, eikä paikalta saa poistua ennen kuin on varmistunut oven lukkiutumisesta. Muuntamon oven ja lukkojen öljyminen suoritetaan tarkastuksen yhteydessä. Aukaistujen ovien tuulihakojen toimivuus todetaan ja ne öljytään tarvittaessa. (Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö, 1998, 5-8, 10.)

Muuntamon sisätiloissa valaistuksen pitää toimia ja puutteista tehdään merkintä pöytäkirjaan. Samalla tarkastetaan, onko valaistus riittävä työskentelyyn muuntamon sisätiloissa. Muuntamon sisällä katsotaan siisteys ja pölyisyys ja merkitään pöytäkirjaan. Erityisesti muuntajan kannen ja eristimien pölyisyys havainnoidaan.

Muuntajan lämpiämisestä johtuen muuntamossa on oltava ilmanvaihto kunnossa. Mahdollisten puhaltimien kunto sekä toimivuus todetaan tarkastuksen yhteydessä. Jos puhaltimet pitävät epäilyttävää ääntä, on niistä mainittava mahdollisten rikkoutumisten vuoksi. Lopuksi arvioidaan ilmaston riittävyys kohteessa. (Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö, 1998, 5-8, 10.)

Muuntamon ilmanvaihdon suodattimet tarkastetaan ja uusitaan mahdollisuuksien mukaan. Rakennuksen läpivientikanavat tarkastetaan roskista ja mahdollisesta vesikertymästä. Samalla katsotaan paineen purkausaukkojen toiminta ja kunto. Näiden likaisuudet ja tukkoisuudet kirjataan pöytäkirjaan. (Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö, 1998, 5-8, 10.)

Muuntamon sisätiloissa olevien pistorasioiden kunto on tarkastettava. Myös sisätiloissa ovat suojaverkot sekä puomit tarkastetaan ja merkitään puutteet pöytäkirjaan. Suojaverkkoja ja puomeja on jännitteisien osien edessä, estämässä ja varoitta-

massa niiden takana olevasta vaarasta. Etsitään kohteessa oleva Kj-pääkaavio, jonka paikkansapitävyys ja luotettavuus todetaan. Sen puuttuminen kirjataan pöytäkirjaan. (Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö, 1998, 5-8, 10.)

SF6 -kojeiston käyttöohjeen olemassaolo ja sen luotettavuus tarkastetaan. Muuntamossa on oltava ohje ensiavun antamisesta. Ohjeen sekä hätänumeroiden pitää olla ajan tasalla ja luotettavia. Kaikki siirrettävät varoituskilvet tarkastetaan, koska niiden on oltava muuntamotilassa ja luettavassa kunnossa. (Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö, 1998, 5-8, 10.)

Tarkastetaan muuntamossa olevien sulakkeenvaihtokahvojen kunto sekä niiden olemassaolo, jotta sulakkeet voidaan vaihtaa tarvittaessa. Katsotaan, että erottimien ohjaussauvat ovat määräysten mukaisia ja toimivia. Tarkastetaan muuntamolta, että turvaetäisyydet täyttyvät. Hoitokäytävän on oltava yli 0,8 metriä ja ovien ollessa auki, niin yli 0,6 m. Kohteesta tarkastetaan mahdollisten työskentelysuojien sekä maadoituslaitteiden kunto ja niiden mahdolliset puutteet. (Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö, 1998, 5-8, 10.)

Muuntamo- ja kytkinmaadoitukset tarkastetaan huolellisesti. Maadoituksesta katsotaan säieviat ja mahdolliset katkeamiset. Maadoituksen jatkosten ja haaroitusten on oltava kunnossa, eikä yhdistämiseen käytetty johdin saa olla liian pitkä. Liitokset ja kiinnitykset tarkastetaan, etteivät ne ole irronneet tai palaneet. (Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö, 1998, 5-8, 10.)

Puistomuuntamon pääpiirteiset tarkastuskohteet esitetään kuvassa 15 havainnollistamista helpottamaan.



Kuva 15. Muuntamo sisätiloista.

Kuvasta 15 nähdään pääpiirteittäin tarkastettavat kohteet, jotka ovat seuraavia.

1. suojat ja pölyisyys
2. öljymäärä ja vuodot
3. rakenteiden kunto ja valaistus
4. johtimet ja liitokset
5. eristimet
6. maadoitukset.

## 8 Jakokaapit

Seuraavaksi käsitellään jakokaappien tarkastusta. Tarkastuksessa pitää ottaa huomioon turvallisuusseikkojen lisäksi kulkuyhteydet ja osoitetiedot. Jäljempänä kerrotaan asioista, jotka ovat jakokaapeille ominaisia tarkastuskohteita.

Jakokaappien tarkastus aloitetaan jo paikalle tultaessa. Tällöin katsotaan, onko reitti jakokaapille avoin ja raivataan mahdolliset kasvustot ainakin oven edestä. Sen jälkeen tarkastetaan kaapin ulkoinen kunto kolhuilta ja mahdollisilta töherryksiltä. Nämä kaikki merkataan pöytäkirjaan huomioina. Myös jakokaapin kallistumat ja perustan sortumat tulee kirjata. Jos kaapin upotussyvyys ei ole riittävä, on siitä tehtävä huomio ja mahdollisesti täytettävä painuneen maan kohta. Korroosioauriot ja kosteussuojaus on tarkastettava. Kun kaapin ulkopuolinen kunto on saatu kirjattua, tarkastetaan kaapin tunnusmerkinnät. Näiden puuttuessa tai ollessa puutteelliset, ne korjataan ja laitetaan uudet tunnuskyttilit. Katsotaan vielä ennen kaapin avaamista, onko etupuolen suojalevy kunnossa.

Jakokaapin ovea avattaessa lukon kunto huomioidaan ja se öljytään. Tarvittaessa myös oven saranat öljytään. Sen jälkeen päästään tarkastelemaan kaapin sisältöä. Jakokaapin sisäinen siisteys tarkastetaan, onko siellä roskia tai kasvien osia ja mahdollisuuksien mukaan puhdistetaan kaappi. Kuvassa 16 on esimerkki kaapista, joka vaatii puhdistusta liasta ja roskista. Seuraavaksi katsotaan jakokaapissa olevien liitosten kunto ja kireys silmämääräisesti sekä tarkastetaan, onko niissä palojälkiä. Kaapeleiden päätteistä katsotaan vuotavatko ne, sekä tutkitaan niiden viiksien suojavaippojen eheys. Tarkastetaan näiden sähköinen ja mekaaninen kunto. Kaapelin näkyviltä osin katsotaan vaipan kunto sekä mahdolliset roudan aiheuttamat liikkumiset.



Kuva 16. Likainen jakokaappi.

Jakokaappi kuvassa 16 tarvitsee tarkastuksen yhteydessä tehtävää harjausta. Kaapin pohjalle on myös jätetty asennuksen aikana pahvilaatikko, joka näkyy hieman kuvassa. Tällaiset liat ja roskat kannattaa siivota pois jakokaapista, koska silloin se näyttääkin paljon paremmalta.

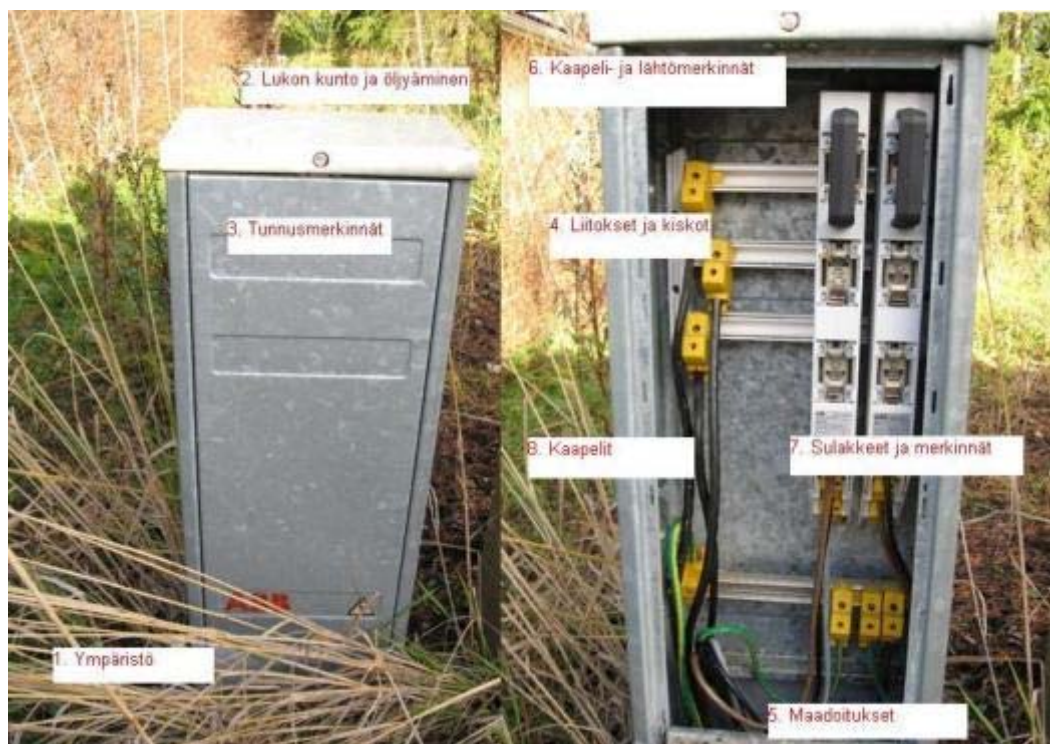
Tarkastus etenee seuraavaksi sulakkeiden tarkastamiseen, jossa katsotaan sulakepohjien ja sulakkeiden koot. Seuraavaksi verrataan niitä kiinteissä alustoissa oleviin sulakekokomerkontöihin ja kartassa tai kaavioissa oleviin merkintöihin. Puutteelliset merkinnät korjataan ja tehdään huomautus. Muuttuneessa sulakekoossa pitää varmistua johdon kestävyydestä, ennen merkintöjen tai sulakkeiden vaihtamista. Verkko-yhtiö varmistaa laskennallisin keinoin muutoksen toimivuuden. Seuraavaksi tarkastetaan sulakkeiden vaihtokahvan kunto tai sen puuttuminen jakokaapista. Vaihtokahvan puuttuessa tehdään huomautus tarkastuspöytäkirjaan.

Seuraavaksi tarkastetaan maadoitus jakokaapilta. Katsotaan maadoitusjohtimien ja liitosten kunto. Sen jälkeen tunnistetaan liittimien oikea tyyppi ja tarkastetaan niiden oikea käyttö mahdollisten vikatilanteiden välttämiseksi. On katsottava, puuttuuko maadoituselektrodi kyseisestä jakokaapista.

Näiden tarkastusten jälkeen katsotaan kaapeleiden lähtömerkinnät, jotta vikatilanteissa tai muissa vastaavissa tilanteissa, pystytään saamaan luotettava tieto. Tässä nyrkkisääntönä voidaan pitää sellaista ajatusta, että pimeässä pystytään jakokaapissa

olevien osoitetietojen ja lähtötietojen perusteella määrittämään oikea kaapeli. Tästä johtuen on erittäin tärkeää, että kaapeleiden osoite- ja lähtömerkinnät ovat yksiselitteiset. Näin ollen säästytään monilta virheiltilä sekä mahdollisten vaaratilanteiden syntymiseltä. Tarvittaessa tarkastetaan pj-kaaviot ja niiden oikeellisuus. Virheelliset tiedot korjataan mahdollisuuksien mukaan tarkastuksen yhteydessä. (Johdon ja joh-toalueen tarkastus, 1996, 17 - 18)

Kuvassa 17 on uusi jakokaappi, johon on merkitty tarkastuksen kohteet. Jakokaappi on rakennettu hiljattain asutusalueelle.



Kuva 17. Jakokaapin tarkastus.

Kuten kuvassa 17 esitetään, on jakokaapista tarkastettava seuraavia asioita:

1. ympäristö
2. lukon kunto ja öljyäminen
3. tunnusmerkit
4. liitokset ja kiskot
5. maadoitukset
6. kaapeli- ja lähtömerkinnät



7. sulakkeet ja merkinnät
8. kaapelit.

Kuvan 17 varsin esimerkillisesti rakennetusta jakokaapista voidaan kuitenkin huomata merkintöjen puuttuminen sekä ulko- että sisäpuolelta.

Jakokaapissa olevat muut havaitut puutteet merkitään tarkastuspöytäkirjaan. Näitä mahdollisia muita huomautuksia on aurasmerkkien puuttuminen, mikäli niitä käytetään.

## 9 Tarkastuksen soveltaminen Voimatel Oy:öön

Sähköverkontarkastus sopii Voimatel Oy:n toimenkuvaan erittäin hyvin, koska yrityksen työntekijöillä on valmiiksi ammattitaitoa ja näkemystä erilaisista sähköverkonrakenteista. Tästä on hyötyä tarkastajalle, kun hän pohtii maastossa sähköverkon kuntoa ja rakennetta.

Voimatel Oy:n tarkastustoiminta lähtee liikkeelle vuoden 2009 alusta, jolloin työssä käsitelty tarkastustuote otetaan käyttöön. Tällöin voidaan käyttää työssä esiteltyjä tarkastustapoja ja käytäntöjä hyödyksi tarkastajia opastettaessa.

### Hinnoittelu ja tekijät

Jokaisessa sähköyhtiössä, joista asiaa tiedusteltiin, hinnoitteluperusteena käytetään yksikköpohjaista hinnoittelua. Näissä yhtiöissä hinnat koostuivat uusien ja vanhojen pylväiden erisuuruisiin hintoihin. Uuden pylvään tarkastuksen hintaan kuuluu pylvään ja siinä olevien komponenttien tarkastus sekä johtoalue pylvään kumpaankin suuntaan puoleenväliin jänneväliä. Vanhoilla pylväillä, jotka lahotarkastetaan, on oltava kaivuutyöstä johtuen korkeampi yksikköhinta. Muilla kohteilla hinnoittelu olisi kohteesta riippuvainen ja lisätyöt tehdään omilla yksikköhinnoillaan. Hinnoitteluna myös Voimatel Oy:n osalta voisi olla pylväs- tai kohdekohtainen yksikköhinta. Pientöistä laskettaisiin omat hinnat yksiköittäin.

Tekijällä pitää olla tarpeeksi motivaatiota kulkea metsässä ja mahdollisesti muuten huonossakin maastossa, kuitenkin tarkastustuloksen tai laadun siitä kärsimättä. Voimatel Oy:n yksiköistä kartoitettiin henkilöstön kiinnostus sekä heidän soveltumista tarkastustyöhön.

Jokaisella toimipisteellä voisi olla ainakin yksi tarkastuskoulutuksen saanut henkilö, joka pystyy opastamaan toiselta paikkakunnalta tullutta tarkastajaa. Sen mahdollistaa tarkastustuotteella yhtenäistetty henkilöstö.

## 10 Päätelmät ja jatkotoimenpiteet

Voimatel Oy:n tuoteperheeseen sähköverkontarkastus sopii luontevasti, koska tarkastuksen jälkeen yritys pystyy korjaamaan havaitsemansa puutteet ja viat. Tästä on kuitenkin tehtävä erillinen sopimus sähköverkonhaltijan kanssa. Tällöin vian korjaukset ja huoltotoimenpiteet voidaan suorittaa jouheasti, koska tiedossa on jo korjattava kohde ja tarvittavat toimenpiteet. Varsinkin silloin, jos tarkastaja on itse tekevässä korjaus- tai huoltotyötä.

Tarkastustoiminnan aloittamisesta on tehty päätös ja ensimmäinen tarkastukseen valmistava koulutus pidettiin Voimatel Oy:ssä 25.- 26.11.2008. Työn tekijä oli vastuussa koulutustilaisuuden sisällöstä yhdessä Jorma Pekkasen kanssa. Asiantuntijana koulutuksessa oli Reijo Latvala. Näillä perusteilla Voimatel Oy: voi tarjota laadukasta sähköverkontarkastusta ja ammattitaitoisia tarkastajia asiakkaiden käyttöön. Koulutuksen jälkeen Voimatel Oy on askeleen lähempänä valmista sähköverkontarkastustuotetta.

Varsinainen tuote ei vielä työn tekoaikana valmistunut, mutta Voimatel Oy:n henkilöstöä koulutettiin tarkastukseen sen pohjalta. Voimatel Oy:llä on nyt resursseja tehdä sähköverkontarkastusta ja seuraava tärkeä askel on koeluontoinen tarkastus maastossa, jolloin otetaan aikaa tarkastuksen eri vaiheista. Ne voidaan luokitella yksinkertaisesti työssä mainittujen tarkastuskohteiden, kuten pylvään, muuntamon, erotimen ja jakokaapin, mukaan. Tällöin päästään kiinni todellisiin kustannuksiin, jonka pohjalta voidaan määritellä yksikköhinnat kullekin tuotteen osalle.

### 10.1 Työkalut

Seuraava toimenpide on työkalujen ja laitteistojen hankinta tarkastajille. Tarkastajan tarvitsemat tarvikkeet on listattu seuraavassa:

- työkaluvyö taskuineen

- piikkejä 2 kpl
- kaira
- pii-mitta
- kirves
- jakoavain
- puukko
- lapio
- kiikarit.

Osa listatuista työkaluista on työntekijöiden vakiokalustoa. Näiden välttämättömien varusteiden lisäksi tarkastaja tarvitsee maastotietokoneen ja tarvittaessa GPS - paikannuslaitteen. Tarkastajalle on myös varattava mahdollisuus kerättyjen tietojen varmuuskopiointiin, jotta tietojen hukkamäärät saadaan minimoitua. Tarvikkeita pienkorjauksiin löytyy jokaiselta Voimatel Oy:n toimipisteeltä.

Tarkastukseen käytettäväksi suositeltava maastotietokone on Panasonic Toughbook CF-U1 -malli, joka tulee skandinaavisella kirjaimistolla markkinoille marraskuussa 2008. Laite on iskunkestävä, pölyltä ja vedeltä suojattu. CF-U1:ssä on kaksi akkua, jotka voidaan vaihtaa yksitellen ilman koneen sammuttamista. Näille akuille luvataan jopa yhdeksän tunnin käyttöaikaa. Tarkastajan kannalta kuitenkin tärkein ominaisuus on laitteen paino, joka on noin 1,1 kg. Siitä johtuen sitä on miellyttävämpi kantaa mukanaan kuin laitteen edeltäjää CF-19 -mallia, jonka paino on 2,3 kg. On huomioitava, että liian painava laite voi alkaa viikkojen kuluttua tuntua tarkastajasta kohtuuttomalta taakalta. (Panasonic Toughbook CF-U1 ja CF-19 esitteet, 2008)

## **10.2 Tarkastajan ammattitaito**

Tarkastajalla on oltava tarpeeksi ammattitaitoa ja kokemusta tarkastuksen lisäksi sähköverkonrakennuspuolelta. Näin hän tietää jo ensivaikutelmasta, onko kohteessa jotakin vialla. Tarkastaja joutuu maastossa ollessaan arvioimaan kohteen kunnan, kestäkö se vielä seuraavaan tarkastukseen vai tarvitseeko se nopeampia toimenpiteitä.

Tarkastajan on määriteltävä kaivinkoneen tarve jo maastossa korjauksia vaativasta kohteesta. Tällöin kohteesta ei tarvitse käydä turhaan vielä uudelleen katsomassa kyseistä asiaa. Näin säästytään suurelta vaivalta ja saadaan asiakastakin tyydyttävä tulos tarkastuksesta. Tarkastajan on tärkeää arvioida, tarvitseeko kohteessa havaitun vian korjaamiseen tai huollon suorittamiseen sähköjakelun keskeyttämistä. Tarkastajalla, joka osaa tehdä kyseisen arvion, on hyvät edellytykset olla ammattitaitoinen verkostotarkastaja.

Tarkastajan ammattitaitoa silmälläpitäen Voimatel Oy:ssä on sovittu sisäisestä koulutuksesta. Se pidettiin 25. - 26.11.2008 yhteistyössä Voimatel Oy:n asiakkaiden kanssa. Tällä pyritään saamaan mahdollisimman laadukas ja asiakasta tyydyttävä tarkastuskokonaisuus.

Tarkastuskoulutukseen osallistui 21 henkilöä, joista suurin osa on Voimatel Oy:n palveluksessa olevia asentajia. Mukana koulutuksessa olleet asiakkaan edustajat osallistuivat koulutukseen sekä opetukseen. Koulutus oli varsin antoisa ja siitä sai näkemystä tarkastajien ammattitaidosta yrityksessä. Koulutetuista henkilöistä kootaan tarkastusryhmät, jotka jatkavat tarkastustehtäviään tai siirtyvät uusille alueille.

Koulutuksen pohjalta on helppo sanoa, että ammattitaitoinen asentaja on myös ammattitaitoinen sähköverkontarkastaja asianmukaisen koulutuksen käytyään. Kuitenkin on huomioitava, että tarkastajalla on oltava kykyä havaita monipuolisia asennuskäytäntöjä ja sopeuduttava eri yhtiöiden vaatimuksiin. Koska tarkastajan on tunnettava eri aikakausien rakennussäännöt sekä asiakkaiden tarpeet, on tarkastajalla henkilökohtaisesti oltava avarakatseinen näkemys sähköverkon rakenteista.

Jatkossa tarkastuksia tehtäessä vastaan tulevat vaikeasti tulkittavat tilanteet tai kohteet selvitetään Voimatel Oy:n tarkastajien kesken foorumissa. Epäselvät kohteet kuvataan, kommentoidaan ja lähetetään kaikille tarkastajille havainnoitaviksi. Sen jälkeen jokainen kommentoi kohteesta ja selvitetään, mikä on oikea tapa käsitellä kohdetta. Näin saadaan jokaiselle tarkastajalle yhtenäinen ajatusmalli haastaviin tilanteisiin. Samalla tiedot tallentuvat ja niitä voidaan myöhemmin käyttää ohjeistuksena.

## Lähdeluettelo

Sähköenergialiitto ry, 1996, Verkostosuositus RJ 33:96 Puupylväiden lahoisuustarkastus ja lujuuden määrittäminen, Sener.

Sähköenergialiitto ry, 1992, Verkostosuositus RJ 21:92 Ilmajohdon johtoalueet, Sener.

Sähköenergialiitto ry, 1998, Verkostosuositus TA 3:98 Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö, Sener.

Sähköenergialiitto ry, 1997, Verkostosuositus TA 1:97 Verkonhaltijan toimesta tehtävät sekä omat käyttöönottotarkastukset, Sener.

Sähköenergialiitto ry, 1996, Verkostosuositus TA 2:96 Johdon ja johtoalueen tarkastus Tarkastuslomakkeen täyttöohje, Sener.

HeadPower Oy, 2004, Verkoston vakiorakenteet, HeadPower Oy.

Euroopan yhteisöjen virallinen lehti, 2001, Komission direktiivi 2001/90/EY, Erkki Liikanen

Valtion säädöstietopankki, Sähkötuovallisuuslaki, 1996, [www-sivu].  
[viitattu 4.11.2008] Saatavissa:  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19960410>

Valtion säädöstietopankki, Sähköturvallisuusasetus, 1996, [www-sivu].  
[viitattu 4.11.2008] Saatavissa:  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19960498>

Valtion säädöstietopankki, Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös 516/1996, 1996, [www-sivu]. [viitattu 4.11.2008] Saatavissa:  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19960516>

Valtion säädöstietopankki, Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös 517/1996, 1996, [www-sivu]. [viitattu 4.11.2008] Saatavissa:  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19960517>

Valtion säädöstietopankki, Valtioneuvoston asetus 787/2007, 2007, [www-sivu].  
[viitattu 10.11.2008] Saatavissa:  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2007/20070787>

## **Liitteet**

1. Panasonic Toughbook CF-19 esite, 2008
2. Panasonic Toughbook CF-U1 esite, 2008

Panasonic suosittelee Windows Vista™ Business -käyttöjärjestelmää



## KESTÄVÄ JA MUOKATTAVA TOUGHBOOK. TOUGHBOOK CF-19

Intel® Centrino® Duo prosessoriteknologia

Intel® Core™ 2 Duo prosessori

Käyttöjärjestelmä:

Aito Windows® XP Professional tai

Aito Windows Vista® Business

Tärinän- ja iskunkestävä (MIL-STD 810F)

Veden- ja pölynkestävä (IP54, MIL-STD 810F)

Kevyt, paino vain 2.3kg



Erittäin kirkas paineen tunnistava tai digitoiva  
10.4" LCD-näyttö

Pitkä, jopa 7 tunnin käyttöaika akulla

Firewire (IEEE1394a), USB 2.0 ja sarjaportti

Integroidut Bluetooth® ja WLAN

Optiona integroitu UMTS/HSDPA -moduuli

**TOUGHBOOK®**

**Panasonic**  
ideas for life

Lisätietoa: [www.toughbook.fi](http://www.toughbook.fi)



## Panasonic suosittelee Windows Vista™ Business -käyttöjärjestelmää



CF-19 on luotettava, kestävä ja 2,3kg kevyt kannettava tietokone joka on myös tablet-PC käännettävän näytön ansiosta. Näyttö on luettavissa kirkkaassakin ympäristössä heijastuksen vähennystekniikan ansiosta. Magnesiumseosrunko suojaa LCD-näyttöä iskulta, ja näyttö on liitetty tietokoneeseen erittäin kestävällä ja pölysuojatulla kaksisuuntaisella saranalla. Tieto sijaitsee suojattuna kiintolevyllä – joka on asennettu vaimentavan aineen kanssa alumiinikehikkoon. Tuplativiisteet saumakohdissa suojaavat tietokonetta roiskeilta ja pölyltä, täyttäen IP54-luokituksen vaatimukset. Kiintolevyn lämmitin varmistaa toiminnan kylmissäkin olosuhteissa. Näiden ominaisuuksien ansiosta voit luottaa CF-19 -tietokoneeseen äärimmäisissäkin olosuhteissa.

Intel® Centrino® Duo Prosessoritekniologia Intel® Core™ 2 Duo prosessorilla on tehokas mutta virtaa säästävä. WLAN-antennien sijainti näytön yläreunassa on paras mahdollinen tiedonsiirtonopeuden kannalta. Erittäin tehokas akku antaa virtaa jopa 7 tunnin käyttöle.



Mobile Computing Platform	Intel® Centrino® Duo Mobile Technology – Intel® Core™ 2 Duo prosessori U7500 (1.06GHz, 2Mt L2 välimuisti, 533MHz FSB) – Mobile Intel® GM965 piirisarja – Intel® PRO/Wireless 4965AG WLAN, tukee IEEE 802.11a/b/g (max. 54Mbps)	
OS	Aito Windows® XP Professional tai Aito Windows® XP Tablet PC Edition tai Aito Windows Vista® Business	
Keskusmuisti	1Gt DDR2-533 SDRAM (maksimimuisti 4096Mt, saatavilla projektikohtaisesti)	
Näytönohjain	Intel® GM965, UMA (Windows® XP: max. 384MB; Windows Vista®: max. 251MB)	
Kiintolevy	80GB [iskunkestävä; kestää 90cm pudotuksen]	
LCD	10.4" heijastamaton XGA Active Matrix (TFT) väri-LCD, 1024x768 pikseliä (XGA), 16 miljoonaa väriä – Paineentunnistava kosketusnäyttö: Windows® XP Professional tai Windows Vista® Business (max. 500cd) – Digitoiva kosketusnäyttö: Windows® XP Tablet PC Edition (max. 550cd)	
LCD-kehikko	Kokonaan magnesium-seosta	
Bluetooth®	Versio 2.0 + EDR	
WLAN	IEEE 802.11a/b/g (max. 54Mbps); on/off liukukytin	
LAN	IEEE 802.3 10Base-T, IEEE 802.3u 100Base-TX, IEEE 802.3ab 1000Base-T	
Modeemi	Data: 56kbps (V.92), FAX: 14.4kbps	
Ääni	SigmaTel™ STAC9200 [AC-97 V.2.1 yhteensopiva], tukee Intel® High Definition Audio alijärjestelmää Monokaiutin (näytön kehikossa), äänenvoimakkuuden säätö ohjelmistosta (FN + F5/F6 näppäimillä)	
Ohjainlaitteet	Kosketusnäyttö tai digitoiva näyttö, ohjainlevy ja näppäimistö	
Merkkivalot	9 LED-valoa [virta, akku, kiintolevy, Caps Lock, Scroll Lock, Num Lock, SD-kortti, WWAN, langaton tiedonsiirto]	
Liitännät	Sarja (16550A -yhteensopiva): Ulkoinen näyttö (VGA-portti): Kuulokkeet: Mikrofoni: DC-in: USB 2.0: Modeemi: LAN: Firewire (IEEE1394a): Ulkoinen antenni: Porttitoistin:	Dsub, 9-pin Mini D-sub, 15-pin Mini-jack, 3.5 DIA Mini-jack, 3.5 DIA, stereo Jack 2x 4-pin RJ-11 RJ-45 1x 4-pin 2x (50Ω koaksiaaliliitin) 100-pin
Laajennuspaikat	PC Card: Express Card: SD-muistikortti: Lisämuisti:	1x Type I tai Type II (3.3V: 400mA, 5V: 400mA) 1x ExpressCard/34 tai ExpressCard/54 1x (tiedonsiirtonopeus = 8Mt / sekunti) 1x SO-DIMM (200-pin, 1.8V, DDR2 SDRAM, PC2-4200 yhteensopiva)
Virta	Verkkovirtalähde Akku: Akun käyttöaika: Latausaika:	Sisään: 100 ~ 240V AC, 50Hz/60Hz; ulos: 16V DC, 3.75A Li-ion (10.65V, 5.7Ah) Noin 7 tuntia (Mobile Mark™ 2005, Windows® XP model) Tietokone sammutettuna: noin 4.5 tuntia
Virranhallinta	Valmiustila, unitila, ACPI BIOS	
Ohjelmistot	Windows® Media Player 10, Adobe® Reader, Intel® Matrix Storage Manager, Intel® PRO/Wireless Software, Bluetooth® Stack for Windows® by TOSHIBA, Wireless Switch Utility, Panasonic Hand Writing*, Software Keyboard*, Display Rotation Tool, DMI Viewer, PC Information Viewer, SD Utility, Battery Recalibration Utility, Infineon TPM Professional Package, Recover Pro™ 6, Hard Disk Data Erase Utility, Setup Utility, PC-Diagnostic Utility (* Windows® XP Professional -malli)	
Turva-ominaisuudet	TPM (Trusted Platform Module, TCG V1.2 yhteensopiva) Salasanasuojaus [pääkäyttäjän salasana, käyttäjän salasana, kiintolevyn lukitus] Lukituspiste vajjerilukolle	
Mitat (l x k x s)	271mm x 49mm x 216mm / 10.7" x 1.93" x 8.5"	
Paino	Kosketusnäyttö: 2.3kg / 4.96lb, Digitoiva näyttö: 2.35kg / 5.07lb (sisältää akun painon)	
Integroidut optiot	GPS, sormenjälkitunnistin, UMTS/HSDPA -moduuli (maks. 3.6Mbps)	
Lisävarusteet	512Mt RAM moduuli: 1GB RAM moduuli: Akku: Akkulaturi: Ajoneuvotelakka: Porttitoistin: Combo-asema (USB): Virtalähde:	CF-WMBA5512C CF-WMBA601G CF-VZSU48U CF-VCBTB1W CF-WEB184B CF-VEB181AU CF-VDRRT3U CF-AA1633AE, CF-AA1633AG, CF-AA1633AT
Testistandardit	Roisketestit: Pälytestit: Pudotustestit: Tärinätestit:	IEC529 (JIS C0920) IPX4, MIL-STD 810F 506.4-III IEC529 (JIS C0920) IP5X, MIL-STD 810F 510.4-Level MIL-STD 810F 514.5 (90cm pudotus) MIL-STD 810F 514.5 kategoria 24

Tiedot voivat vaihdella maakohtaisesti. Tarvikkeet voivat vaihdella riippuen valitusta mallista. Lisätietoja laitteista, lisäoptioista ja saatavuudesta saat Toughbook-nettisivuilta (sivuilla on myös yhteydenottolomake).

Matsushita Electric Industrial Co., Ltd. on ENERGY STAR® -kumppani ja on todennut että tämä tuote on ENERGY STAR® -määrittysten mukainen energiansäästöominaisuuksiltaan. LCD-näyttö on teollisuuden standardin mukainen. Joissakin näytöissä voi erottaa kirkkaita tai tummia pikseleitä valmistustekniikan sivutuotteena (vähintään 99,998% pikseleistä on oltava virheettömiä). Muistin kapasiteetti lasketaan seuraavasti: 1Mt = 1,048,576 tavua. Kiintolevyn kapasiteetti lasketaan seuraavasti: 1Gt = 1,000,000,000 tavua.

Panasonic ja Toughbook Matsushita Electric Industrial Co., Ltd:n rekisteröityjä tavaramerkkejä ja tuotenimiä. Acrobat® on Adobe® Systems Incorporated:n rekisteröity tavaramerkki. Centrino, Centrino Logo, Core Inside, Intel, Intel Logo, Intel Core, Intel Inside ja Intel Inside Logo ovat Intel Corporationin tavaramerkkejä Yhdysvalloissa ja muissa maissa. Microsoft® ovat Yhdysvaltain ja/tai muiden maiden Microsoft® Corporationin rekisteröityjä tavaramerkkejä. Kaikki muut tunnimet ovat omistavien yritystensä rekisteröityjä tavaramerkkejä. Kaikki oikeudet pidätetään. Kaikki käyttöolosuhteet, -ajat ja -luvut ovat optimaalisia tai inhanteellisia tuloksia ja ne voivat poiketa riippuen käyttäjän ja ympäristön vaikutuksesta.

Panasonic Marketing Europe GmbH, Panasonic Computer Products Europe Headquarters, Hagenuer Straße 43, 65203 Wiesbaden (Germany).

**Panasonic**  
ideas for life

www.toughbook.fi

Panasonic suosittelee Windows Vista™ Business -käyttöjärjestelmää



## UUDEN AIKAKAUDEN KESTÄVÄ TIETOKONE TOUGHBOOK CF-U1

Erittäin kestävä, ei puhallinta, pölyltä ja vedeltä  
suojattu rakenne (IP54, MIL-STD 810F)

Aito Windows® XP Professional tai  
Aito Windows Vista® Business

Intel® Atom™ prosessori

5,6" LCD-kosketusnäyttö (WSVGA)



Suojattu jopa 120cm pudotuksilta

Kaksi Hot Swap -akkua,  
käyttöaika akulla jopa 9 tuntia

Monipuoliset langattomat yhteydet

Erittäin kevyt, paino vain 1,06 kg

**TOUGHBOOK**

**Panasonic**  
ideas for life

Lisätietoa: [www.toughbook.fi](http://www.toughbook.fi)

## Panasonic suosittelee Windows Vista™ Business -käyttöjärjestelmää



Panasonic Toughbook CF-U1 on uudenkaltainen kannettava tietokone Toughbook-laadulla valmistettuna. CF-U1:n voit ottaa aina mukaan työtehtävästä riippumatta, koska siinä on kestävä rakenne, koko työpäivän kestävät lennossa vaihdettavat akut sekä kevyt paino. Käyttöjärjestelmänä on täysi Windows® XP tai Vista® joten et tarvitse erikseen räätälöityjä sovelluksia kuten muissa kämmenmikroissa. Pienestä koosta huolimatta CF-U1 on mahdollista täyttää monilla sisäisillä optioilla, kuten GPS, 3G/HSDPA, 2Mp kamera, sormenjälkitunnistin ja viivakoodinlukija. Kaikki tämä selvästi kannettavaa tietokonetta pienemmässä paketissa.

Mobile Computing Platform OS	Intel® Atom™ Prosessori Z520 (1.33GHz, 512Kb L2 väliumistia) Intel® System Controller Hub Aito Windows® XP Professional tai Aito Windows Vista® Business
Keskusmuisti	1Gt DDR2 SDRAM
Näytönohjain	Intel® UMA (max. 256Mt)
Kiintolevy	16GB [SDD, optiona 32Gt SDD]
LCD	5.6" heijastamaton Active Matrix (TFT) väri-LCD, 1024x600 pikseliä (WSVGA), kosketusnäyttö
Rakenne	Magnesium-seosrunko ABS- ja elastomeerikuorilla
Bluetooth®	Versio 2.0 + EDR
WLAN	Intel® Wireless WiFi Link 5100 (802.11a/b/g/draft-n)
Ääni	Tukee Intel® High Definition Audio alijärjestelmää, monokaiutin
Ohjainlaitteet	Kosketusnäyttö 61-näppäiminen kirjainnäppäimistö tai 29-näppäiminen numeronäppäimistö Zoom ja rullauspainikkeet 4 ohjelmoitavaa näppäintä
Merkkivalot	Virta, 2 x akku, SDD, radion status, radion vastaanotto, Alt, Fn, Shift, Ctrl]
Liitännät	Kuulokkeet: Mini-jack, 3.5 DIA, stereo Mikrofoni: Mini-jack, 3.5 DIA, stereo DC-in: Jack USB 2.0: 1x 4-pin Porttitoistin: 1x
Laajennuspaikat	SD/SDHC-muistikortti: 1x
Virta	Verkkovirtalähde Sisään: 100 ~ 240V AC, 50Hz/60Hz; ulos: 16V DC, 3.75A Akku: Li-ion (7,2V, 2900mAh), 2 x 2 kennon akut, HotSwap Akun käyttöaika: Noin 9 tuntia [näytön kirkkaus 60cd/m <sup>2</sup> ] Latausaika: Tietokone sammutettuna: noin 7 tuntia, käynnissä: noin 10 tuntia
Virranhallinta	Valmiustila, unitila, ACPI BIOS
Ohjelmistot	Adobe Reader 8, PC Information Viewer, Full Screen Zoom, Keyboard Button Manager, Intel® PROSet/Wireless WiFi Connection Utility, Bluetooth™ Stack for Windows® by TOSHIBA, Wireless Switch Utility, Hotkey Settings, Battery Recalibration Utility, Infineon TPM Professional Package (only model with TPM), Setup Utility
Mitat (l x k x s)	184mm x 151mm x 57mm
Paino	1,06 kg
Integroidut optiot	GPS, sormenjälkitunnistin, UMTS/HSDPA -moduuli (maks. 3.6Mbps), ulkoisen antennin liitin, RFID, viivakoodinlukija, kamera

Tiedot voivat vaihdella maakohtaisesti. Tarvikkeet voivat vaihdella riippuen valitusta mallista. Lisätietoa laitteista, lisäoptioista ja saatavuudesta saat Toughbook-nettisivuilta (sivuilla on myös yhteydenottomakel).



Matsushita Electric Industrial Co., Ltd. on ENERGY STAR® -kumppani ja on todennut että tämä tuote on ENERGY STAR® -määrittysten mukainen energiansäästöominaisuksiltaan. LCD-näyttö on teollisuuden standardien mukainen. Joissakin näytöissä voi erottua kirkkaita tai tummia pikseliä valmistustekniikan sivutuotteena (vähintään 99,998% pikseleistä on oltava virheettömiä). Muistin kapasiteetti lasketaan seuraavasti: 1Mt = 1,048,576 tavua. Kiintolevyn kapasiteetti lasketaan seuraavasti: 1Gt = 1,000,000,000 tavua.

Panasonic ja Toughbook Matsushita Electric Industrial Co., Ltd:n rekisteröityjä tavaramerkkejä ja tuotenimiä. Acrobat® on Adobe® Systems Incorporated:n rekisteröity tavaramerkki. Centrino, Centrino Logo, Core Inside, Intel, Intel Logo, Intel Core, Intel Inside ja Intel Inside Logo ovat Intel Corporation:in tavaramerkkejä Yhdysvalloissa ja muissa maissa. Microsoft® ja Windows® ovat Yhdysvaltain ja/tai muiden maiden Microsoft® Corporation:in rekisteröityjä tavaramerkkejä. Kaikki muut tuotenimet ovat omistavien yritystensä rekisteröityjä tavaramerkkejä. Kaikki oikeudet pidätetään. Kaikki käyttöolosuhteet, -ajat ja -luvut ovat optimaalisia tai inhanneellisia tuloksia ja ne voivat poiketa riippuen käyttäjän ja ympäristön vaikutuksesta.

Panasonic Marketing Europe GmbH, Panasonic Computer Products Europe Headquarters, Hagenuer StraÙe 43, 65203 Wiesbaden (Germany).

**Panasonic**  
ideas for life

www.toughbook.fi