



KUOPION ENERGIAN SÄHKÖNJAKELUVERKON KUNNOSSAPIDON KEHITTÄMINEN

Opinnäytetyö

Petri Heikkinen

Sähkötekniikan koulutusohjelma
Energiahuolto

Hyväksytty ____ . ____ . ____ _____

SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU TEKNIikka KUOPIO

Koulutusohjelma

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Tekijä

Petri Heikkinen

Työn nimi

Kuopion Energian sähkönjakeluverkon kunnossapidon kehittäminen

Työn laji

Opinnäytetyö

Päiväys

13.1.2010

Sivumäärä

62 + 8

Työn valvoja

yliopettaja Juhani Rouvali

Yrityksen yhdyshenkilö

DI Lauri Siltanen

Yritys

Kuopion Energia

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa Kuopion Energian sähkönjakeluverkon kunnossapidon nykytila ja kehittää sitä havaintojen pohjalta. Työssä tarkasteltiin koko kunnossapitoprosessia aina suunnittelusta kuntotarkastuksiin ja tarkastustulosten käsittelyyn asti. Keskeisenä osa-alueena oli Xpowerin kunnossapitosovellus, jota Kuopion Energia on vuodesta 2007 lähtien käyttänyt kunnossapidon tietojärjestelmänä.

Työssä käsitellään kunnossapitoa yleisesti ja Kuopion Energian kunnossapito-ohjelman mukaisia kuntotarkastuksia sekä analysoidaan vuosien 2007 - 2009 kuntotarkastusten tuloksia. Eritystä huomiota kiinnitettiin kuntotarkastuksissa tarvittavien kuntotyyppien käytettävyyteen sekä tarkastustulosten käsittelyprosessin ongelmakohtiin.

Työn tuloksena Kuopion Energialla on selvitys sähkönjakeluverkon kunnossapidon nykytilasta ja konkreettisia ehdotuksia toiminnan kehittämiseksi ja ongelmakohtien poistamiseksi.

Avainsanat

kunnossapito, sähkönjakeluverkko

Luottamuksellisuus

julkinen

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme

Electrical Engineering

Author

Petri Heikkinen

Title of Project

Development of Electricity Distribution Network Maintenance for Kuopion Energia.

Type of Project

Final Project

Date

13 January 2010

Pages

62 + 8

Academic Supervisor

Mr Juhani Rouvali, Principal Lecturer

Company Supervisor

Mr Lauri Siltanen, M.Sc.

Company

Kuopion Energia

Abstract

The purpose of this thesis was to identify the current status of electricity distribution maintenance of Kuopion Energia and to develop it on the basis of the findings. The study examined the entire process from planning and executing the maintenance inspections and processing of the results. A key component was the Xpower maintenance application that Kuopion Energia has been using as a maintenance information system since 2007.

The electricity distribution network maintenance was discussed in general and in Kuopion Energia. The results from 2007-2009 maintenance inspections were analyzed. Particular attention was paid to the usability of condition types needed in the maintenance inspections and process failures.

As a result, Kuopion Energia now has a current state clearing of their electricity distribution network maintenance. In addition, some concrete proposals for further development and eliminating bottlenecks were received.

Keywords

maintenance, electricity distribution network

Confidentiality

public

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Kuopion Energian sähköverkko-osastolle. Työn ohjaajana on toiminut diplomi-insinööri Lauri Siltanen Kuopion Energialta ja ohjaavana opettajana yliopettaja Juhani Rouvali Savonia-ammattikorkeakoulusta.

Haluan kiittää Lauri Siltasta ja Juhani Rouvalia sekä työkavereitani Kuopion Energialla työni aikana saamistani neuvoista ja tuesta. Esitän kiitokset myös opiskelujen aikaiselle työnantajaleni ja työkavereilleni Kainuun Rajavartiostossa.

E erityiset kiitokset ansaitsee perheeni, joka on tukenut minua opiskelussa.

Kuopiossa 13.1.2010

Petri Heikkinen

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	7
2 SÄHKÖVERKON KUNNOSSAPITO	8
2.1 Kunnossapito-ohjelma	8
2.1.1 Viranomaismääräykset	9
2.1.2 Omistajan näkökulma	10
2.2 Kunnossapitostrategiat.....	10
2.2.1 Korjaava kunnossapito, CM	11
2.2.2 Aikaan perustuva kunnossapito, TBM	12
2.2.4 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito, RCM	12
2.3 Kunnonvalvontamenetelmät	13
2.4 Tiedon kerääminen	13
2.5 Kunnossapitotietojen dokumentointi	14
2.6 Kunnossapidon tavoitteet	14
2.6.1 Sähkönlaatu ja toimitusvarmuus	15
2.6.3 Verkon nykytila	16
2.6.4 Turvallisuus	16
2.6.5 Ympäristönäkökulmat	17
3 KUOPION ENERGIAN SÄHKÖVERKKO	18
4 KUNNOSSAPITO-OHJELMAN MUKAISET TARKASTUKSET.....	20
4.1 Avojohtotarkastukset	20
4.2 Jakokaappi- ja muuntamotarkastukset	22
4.3 Maadoitusmittaukset.....	24
4.4 Lämpökamerakuvaukset.....	24
5 KUNTOTARKASTUKSIEN HAVAINNOT JA NIIDEN ANALYSOINTI.....	25
5.1 Puupylväiden kuntohavainnot	25
5.2 Johtokatuojen kuntohavainnot.....	28
5.3 Muuntamoiden kuntohavainnot.....	29
5.4 Jakelumuntajien kuntohavainnot	30
5.5 Muiden komponenttien kuntohavainnot.....	31
6 KUNNOSSAPIDON SUUNNITTELU	34
6.1 Suunnitelmien nimeäminen	34
6.2 Maadoitusmittaukset.....	35
6.3 Johtokatuojen raivaus	36
6.4 Lämpökamerakuvaus.....	36
6.5 Kunnossapitoalueisiin tehtävät muutokset	36
6.6 Lahoisuustarkastukset.....	37
6.6.1 Lahoisuustarkastuksien vaatimat kuntotyypit.....	39
6.6.2 Tuuli- ja jääkuormalla kriittiset pylväät.....	40
7 TIEDON KERÄÄMINEN	42
7.1 Rakennetietojen kerääminen.....	42
7.2 Pylväiden kuntotyypit.....	43
7.3 Kaapeli- ja johtotaulujen vaatima kuntotyyppi	44
7.4 Kuntoluokituksen `korjattu tarkastaessa` ja `ei tarkastettavissa` lisääminen	45
7.5 Kj-kojeistojen eristysaineiden ristiriidat.....	46
7.6 Haaroitusputken vaatimat kuntotyypit.....	46
7.7 Johtokadun leveyden vaatima kuntotyyppi	46
7.8 Valokuvauksen hyödyntäminen	48
7.9 Virheelliset avokaaviomerkinntät.....	49
7.10 Kiireellisyysluokittelun täsmentäminen	50

8. KUNTOTARKASTUSHAVAINTOJEN KÄSITTELY.....	52
8.1 Tarkastusmateriaalin tarkastaminen	52
8.1.1 Tarkastamattomat kohteet	52
8.1.2 Tarkastuksessa havaittujen puutteiden korjaaminen.....	53
8.2 Kunnossapitotietojen hyödyntäminen investointien suunnittelussa	54
8.2.1 Kuntoindeksi	54
8.2.2 Finder-kyselyt	57
9 KUNNOSSAPIDON OHJEISTUS	58
10 KUNTOTARKASTUSTEN TILAAJA-TUOTTAJAMALLIKOKEILU	59
11 YHTEENVETO	60
LÄHTEET	
LIITTEET	

LIITE 1 PYLVÄIDEN UUDET KUNTOTYYPI

LIITE 2 AVOJOHTOTARKASTUSOHJE

LIITE 3 JAKOKAAPPITARKASTUSOHJE

LIITE 4 MUUNTAMOTARKASTUSOHJE

1 JOHDANTO

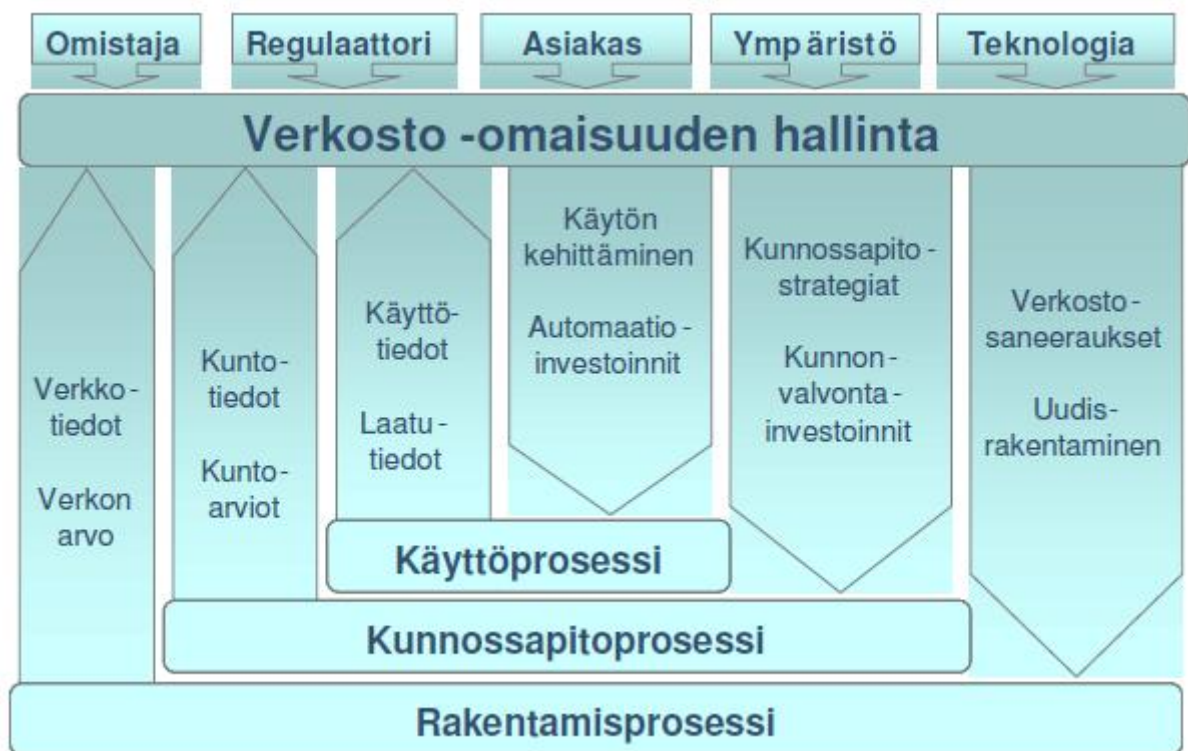
Sähkönjakeluverkoissa on paljon erilaisia komponentteja, joiden teknistaloudellinen ikä ja kunto vaihtelevat paljon. Komponentit ikääntyvät eri tahtiin ja vikaantuvat ennakoimattomasti. Hyvin suunniteltu ja toteutettu kunnossapito varmistaa, ettei komponenttien kunto heikkene tietämättä. Tämä vaatii jatkuvaa kuntotietojen keräämistä, kattavaa dokumentointia ja tiedon analysointia. Tietojen perusteella tehdään tarvittavat jatkotoimenpiteet vikaantumisen ehkäisemiseksi. /1/

Tämä opinnäytetyö on tehty Kuopion Energian sähköverkko-osastolle, joka on osa Kuopion kaupungin omistamaa Kuopion Energian liikelaitosta. Kuopion Energian sähkönjakeluverkon kunnossapitotyökaluna on ollut vuodesta 2007 Tekla Xpower -verkkotietojärjestelmän kunnossapitosovellus.

Työn tarkoituksena on tarkastella sähkönjakeluverkon kunnossapitoprosessia aina suunnittelusta kuntotarkastuksiin ja tarkastustulosten käsittelyyn asti. Työssä käsitellään sähkönjakeluverkon kunnossapitoa analysoiden kuntotarkastusten tuloksia ja tutustuen niiden toteutukseen käytännössä. Näiden havaintojen pohjalta erityistä huomiota kiinnitetään kuntotyyppien käytettävyyteen ja tarkastustulosten käsittelyprosessin ongelmakohtiin. Työn tuloksena Kuopion Energialla on selvitys sähkönjakeluverkon kunnossapidon nykytilasta ja konkreettisia ehdotuksia toiminnan kehittämiseksi ja ongelmakohtien poistamiseksi.

2 SÄHKÖVERKON KUNNOSSAPITO

Sähköverkon kunnossapito on osa verkosto-omaisuuden hallintaa (ks. kuva 2.1) /2/. Siitä voidaan käyttää myös nimeä kunnossapitoprosessi tai kunnonhallinta. Kunnossapidon keskeisimpänä tavoitteena on pitää verkko käyttökunnossa ja turvallisena sekä jatkaa sen teknistaloudellista ikää /2/. Sähköverkon kunnossapito koostuu kunnossapito-ohjelmasta, kunnossapitoimenpiteistä, kunnonvalvonnasta ja kunnonhallintajärjestelmästä /1/.



Kuva 2.1. Kunnossapitoprosessi on osa verkosto-omaisuuden hallintaa, jolla pidetään verkko käyttökunnossa ja turvallisena sekä jatketaan sen teknistaloudellista ikää /2/.

2.1 Kunnossapito-ohjelma

Kunnossapito-ohjelma on suunnitelma, jolla vastataan asiakkaiden, viranomaisten ja omistajien vaatimuksiin sähköverkkojen kunnosta. Se on yksityiskohtaisesti tehty kokonaisuus, jossa määritellään kullekin verkonosalle ne periaatteet ja toimintatavat, joilla kunnossapitoa tehdään. Viranomaiset velvoittavat, että sähköverkkoyhtiöiden sähköjakeluverkoilla on oltava kunnossapito-ohjelma ja sen toteutumista valvotaan. Kunnossapito-ohjelmaa ei ole tarkoitettu pelkästään viranomaisia varten, vaan sen tarkoitus on toimia omistajilleen sähköverkko-omaisuuden ylläpitosuunnitelmana. /1/

2.1.1 Viranomaismääräykset

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen 517/1996 mukaan sähkölaitteistot on jaettu kolmeen luokkaan 1 - 3 ja nämä alaluokkiin a, b, c. Luokkajaon perusteella sähköverkkoyhtiöiden jakeluverkko kuuluu luokkaan 3 c. /3/

Kunnossapidon kannalta sähköverkkoyhtiöitä velvoittavat sähköturvallisuuslaki 410/1996, sähköturvallisuusasetus 498/1996 ja kauppa- ja teollisuusministeriön päätökset. Näitä ohjeistavat Suomen standardoimisliiton mukaiset standardit, SENER:n verkostosuosituksen sekä Turvatekniikan keskuksen ohjeet. /1/

Sähköturvallisuuslaki 410/1996 määrittelee sähkölaitteistoista seuraavasti:

”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.” /4/

Lisäksi kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 5.7.1996/ 517 edellyttää, että sähkölaitteistolle tehdään käyttöönottotarkastus, varmennustarkastus sekä määräaikaistarkastuksia /3/.

Käyttöönottotarkastuksessa selvitetään, ettei sähkölaitteistosta aiheudu sähköturvallisuuslain 410/1996 5§ tarkoitettua vaaraa. Lisäksi luokan 1 - 3 sähkölaitteistoille on tehtävä sähköturvallisuuden varmistamiseksi varmennustarkastus. Sähköverkonhaltijan kalenterivuoden aikana rakentamille sähköverkoille varmennustarkastus on tehtävä seuraavan kalenterivuoden aikana. /3/

Sähkölaitteistojen huollosta ja kunnossapidosta annetaan sähköturvallisuuslakia täsmentäviä määräyksiä kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä 517/1996. Sen mukaan sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että laitteiston kuntoa ja turvallisuutta tarkkaillaan ja että havaitut puutteet ja viat poistetaan riittävän nopeasti. Lisäksi luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille on tehtävä ennalta sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Kunnossapito-ohjelmalle ei anneta yksityiskohtaisempia määräyksiä vaan sähköverkkoyhtiöt joutuvat määrittelemään ne itse. Kunnossapito-ohjelman toteutumista valvotaan määräaikaistarkastuksien yhteydessä. /3/

Määräaikaistarkastuksella tarkoitetaan valtuutetun tarkastajan tekemää tarkastusta. Sähkönjakeluverkolle se on tehtävä viiden vuoden välein. /3/ Määräaikaistarkastuksilla varmistutaan siitä, että

- sähkölaitteiden käyttö on turvallista
- sähkölaitteistoille on tehty huolto- ja kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet
- sähkölaitteistojen käyttöön ja hoitoon tarvittavat välineet, piirustukset, kaaviot ja ohjeet ovat käytettävissä
- laajennus- ja muutostöistä on asianmukaiset tarkastuspöytäkirjat. /3/

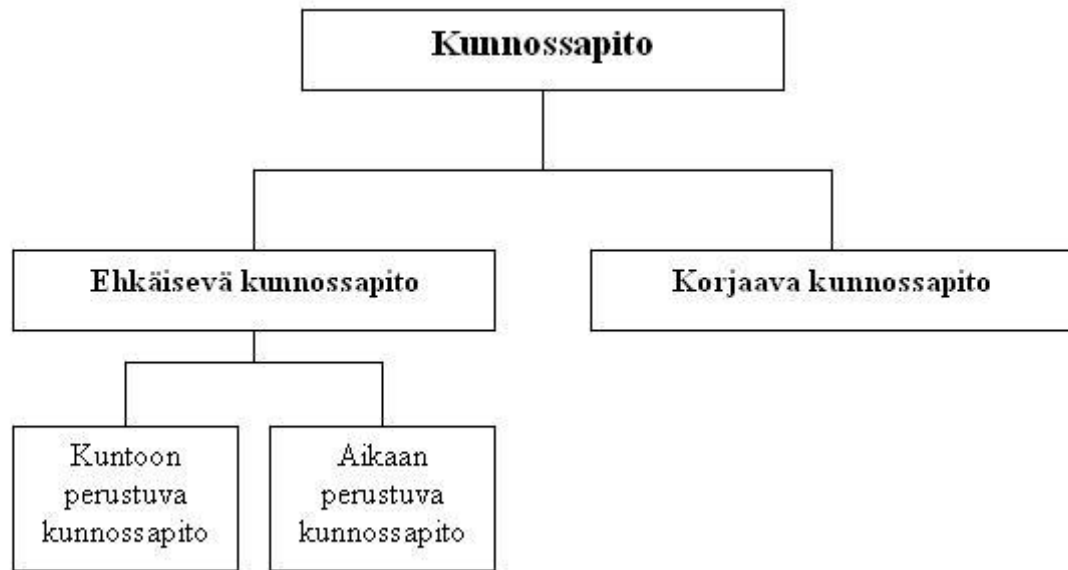
Tarkastuksesta on laadittava haltijan käyttöön tarkastuspöytäkirja, jossa on yksilöitävä tarkastusta koskevat tiedot ja havaitut sähköturvallisuuden liittyvät puutteet /3/.

2.1.2 Omistajan näkökulma

Kunnossapito-ohjelman tarkoituksena on toimia omistajilleen sähköverkon ylläpitosuunnitelmana. Kattavasti tehty ja tarpeen mukaan päivitetty kunnossapito-ohjelma on toiminnan jatkumisen kannalta tärkeä suunnitelma. Kirjallisesti tehtynä se ei perustu yksittäisten ihmisten muistinvaraiseen tietoon, vaan tieto on tarpeen mukaan tarkistettavissa. Kunnossapito-ohjelman tulisi kattaa kaikki ne kunnossapitoperiaatteet ja -toimenpiteet siitä, missä, milloin ja miten kunnossapitoa tehdään. Lisäksi suunnitelmassa tulisi olla komponenttien uusimisperiaatteet sekä riskienhallinta-, varautumis- ja varaosaperiaatteet. /1/

2.2 Kunnossapitostrategiat

Kunnossapitostrategialla tarkoitetaan niitä periaatteita, miten tietyn komponentin kuntoa ylläpidetään. Kunnossapito jaetaan kuvan 2.2 mukaan ehkäisevään ja korjaavaan kunnossapitoon. Ehkäisevää kunnossapitoa ovat aikaan perustuva kunnossapito (TBM) ja kuntoon perustuva kunnossapito (CBM). Kunnossapitostrategia valitaan verkostokomponenteittain huomioiden niiden tärkeys käyttövarmuudelle ja todellinen kunto. Kunnossapitostrategian valinnassa voidaan käyttää luotettavuuskeskeistä kunnossapitoa (RBM). /2/



Kuva 2.2. Kunnossapito jaetaan ehkäisevään ja korjaavaan kunnossapitoon. Ehkäisevää kunnossapittoa tehdään laitteen kuntoon tai aikaan perustuen. /2/

2.2.1 Korjaava kunnossapito, CM

Korjaava kunnossapito on perinteisin kunnossapitomenetelmä. Sen tarkoituksena ei ole ennaltaehkäistä syntyviä vikoja, vaan tarkoituksena on käyttää laitetta, kunnes se vikaantuu. Vikaantunut laite korjataan, huolletaan tai vaihdetaan kokonaan uuteen ns. palokuntatyönä. /5/

Vikaantumisten ennakoimattomuus aiheuttaa usein ennakkohuoltoa kalliimpia korjauskustannuksia. Viat voivat tapahtua mihin vuorokaudenaikaan tahansa, joten niihin on varauduttava riittävällä henkilöstö- ja varaosaresursseilla. Lisäksi viat aiheuttavat usein sähkönjakelun keskeytyksen, josta aiheutuu haittaa niin asiakkaille kuin sähköverkkoyhtiöille. Ennen kuin sähkönjakelu on palautettu normaaliksi, vian paikallistamiseen ja vikapaikan erottamiseen kulunut aika on pois sähkönsiirrosta ja myynnistä. Pitkät yli 12 tuntia kestävät sähkönjakelun keskeytykset johtavat asiakkaalle maksettaviin korvauksiin. Näin korjaavan kunnossapidon kokonaiskustannukset voivat nousta huomattavan suuriksi.

Korjaava kunnossapito soveltuu parhaiten laitteille, joiden vikataajuus on pieni ja vian vaikutavuus sähkönjakeluun on vähäinen. Näille laitteille on lähes mahdotonta tehdä ennakoivaa kunnossapittoa kustannustehokkaasti. /1/ Tyypillisimpiä korjaavan kunnossapidon kohteita ovat pien- ja keskijännitemaakaapelit, jotka vikaantuvat yleensä kaivutöiden yhteydessä.

2.2.2 Aikaan perustuva kunnossapito, TBM

Aikaan perustuva kunnossapito on ehkäisevää kunnossapitoa. Siinä kunnossapitotoimenpiteet tehdään ennalta laaditun, aikaan perustuvan ohjelman mukaisesti. Yksittäisen laitteen kunnolla ei ole merkitystä. Aikavälit noudattavat valmistajan antamia ohjeita, sähköyhtiöiden omia kokemuksia sekä myös Energiategollisuuden (entinen SENER) verkostosuosituksia. Valtaosa sähköyhtiöiden kunnossapito-ohjelmasta perustuu aikaan perustuvaan kunnossapitoon. /1/ Tyypillisimpiä aikaan perustuvia toimenpiteitä ovat erilaiset tarkastukset, releiden koestukset ja komponenttien perushuollot.

Aikaan perustuvalla kunnossapidolla saadaan varsin hyviä tuloksia. Laitteet pysyvät hyvässä kunnossa, mutta osa niiden käyttöiästä jää käyttämättä. Lisäksi aikaan perustuvat määräraikaishuollot vaativat usein sähköjakelun keskeytyksen. /1/

2.2.3 Kuntoon perustuva kunnossapito, CBM

Kuntoon perustuva kunnossapito on ehkäisevää kunnossapitoa. Siinä tarkastellaan laitteiden todellista kuntoa erilaisin kunnonvalvonta menetelmin. Laitteen todellinen kunto määrää kunnossapitotoimenpiteet ja niiden aikataulun. /2/ Kunnonvalvontamenetelmät jakautuvat aistinvaraisiin ja mittaaviin menetelmiin. Aistinvaraisia kunnonvalvontamenetelmiä ovat erilaiset silmämääräisesti tai kuuntelemalla tehtävät kuntotarkastukset. Mittaavaa kunnonvalvontaa ovat esimerkiksi katkaisijoiden toiminta-aikamittaukset ja kaapeleiden eristysresistanssin mittaust.

Ennen kunnonvalvontamenetelmän valintaa, laitteiden vikaantumistavat ja -mekanismit, toimintatapa ja käyttöikä on tunnettava. Laitteiden vikaantumistapoja ja käyttöikää arvioitaessa hyödynnetään korjaavan kunnossapidon ja aikaan perustuvan kunnossapidon kokemuksia ja historiatietoja. /1/ Tyypillisimpiä kuntoon perustuvan kunnossapidon kohteita ovat katkaisijat ja päämuuntajat.

2.2.4 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito, RCM

Luotettavuuskeskeisen kunnossapidon perusajatuksena on keskittyä vian seurauksiin eikä laitteisiin tai vikatiheyksiin. Alun perin se kehitettiin Yhdysvalloissa 1960-luvulla siviili-ilmailun tarpeisiin. Se pohjautuu kuntoon perustuvaan kunnossapitoon. Keskeisenä erona on luotettavuuskeskeisen kunnossapidon kriittisyystarkastelu, jossa analysoidaan vikaantumisen vaikutuksia laitteen toimintaan, turvallisuuteen ja ympäristöön. Kriittisyystarkastelun pohjalta

tehtävä päätöksentekokaavake toimii valintatyökaluna kunnossapitostrategiaa valittaessa. /1/
Luotettavuuskeskeinen kunnossapito on itse asiassa menetelmä oikean kunnossapitostrategian löytämiseksi /2/.

2.3 Kunnonvalvontamenetelmät

Kunnonvalvontamenetelmillä tarkoitetaan laitteiden toimintakunnon selvittämiseksi tehtyjä toimenpiteitä. Kunnonvalvontamenetelmät jakautuvat aistinvaraisiin ja mittaaviin menetelmiin. Aistinvaraisia kunnonvalvontamenetelmiä ovat erilaiset silmämääräisesti tai kuuntelemalla tehtävät kuntotarkastukset. Mittaava kunnonvalvonta voidaan jakaa jatkuvaan ilman keskeytystä tapahtuvaan mittaukseen (on-line) ja keskeytyksen aikana tehtävään mittaukseen (off-line). /1/

Suurin osa kunnossapitotarkastuksista perustuu aistinvaraisiin tarkastuksiin. Aistinvaraisesti tehty kunnonvalvonta vaatii tekijältään ammattitaitoa ja kokemusta kunnonvalvonnan kohteesta. Tarkastuksen tulos on riippuvainen näistä tekijöistä sekä tarkastajan motivaatiosta. Kuntotarkastukset ovat usein pelkän visuaalisen tarkastuksen varassa. Muuntajatarkastuksien yhteydessä myös kuuloaistilla on merkitystä, sillä poikkeavat äänet voivat olla merkki alkavasta vikaantumisesta. /1/

Mittaava kunnonvalvonta on kohteen kunnan seuraamista erilaisin mittaavin menetelmin. Mittaustulokset eivät suoraan kerro kohteen kunnosta mitään, vaan sitä on analysoitava tai verrattava aikaisempiin mittauksiin. Mittaavan kunnonvalvonnan osalta ns. sormenjälkimittauksen tekeminen on ratkaisevassa asemassa. Sormenjälkimittauksilla tarkoitetaan esimerkiksi muuntajan käyttöönottoaiheessa tehtäviä mittauksia, jotka määrittävät lähtötason kunnonheikentymiselle. Mittavaa kunnonvalvontaa ovat kaapeleiden eristysresistanssin mittaus, muuntajaöljyjen kaasu- ja öljyanalyysit, lämpötila, lämpökamerakuvaus sekä katkaisijoiden toiminta-aikojen mittaukset. /1/

2.4 Tiedon kerääminen

Kunnossapidon kannalta olennaisen tiedon kerääminen on avainasemassa. Kunnossapitotoimenpiteiden määrittäminen ja niiden kohdistaminen eivät onnistu ilman tarvittavaa tietoa. Riittävän tarkoilla kuntotiedoilla ja rakennetiedoilla vältetään ylimääräiset käynnit kohteella ja näin minimoidaan kustannuksia. Sähköverkon komponenteista on oltava tyyppitiedot ja tekniset ominaisuudet, sijainti ja kunnossapitotiedot /5/. Nämä tiedot tulisi tarkastaa kuntotarkastuksen yhteydessä ja tarvittaessa niitä on muutettava tai lisättävä.

Komponenttien rakenne, vikaantumistavat ja toiminta on tunnettava, jotta oikean tiedon kerääminen on mahdollista. Tiedon keräämisen helpottamiseksi ja vertailun mahdollistamiseksi on tärkeää määrittää selkeät kuntotyypit. /1/ Kuntotyypeillä tarkoitetaan komponentin tiettyä osaa, jolle tarkastustoimenpide suoritetaan. Näitä voivat olla esimerkiksi keskijänniteerottimen katkaisupiiskat ja ohjainputki. Kuntotyypille määritetään tarkastuksessa kuntoluokka, joka kertoo onko komponentti kunnossa tai onko siinä havaittu puutteita. Tarkastajalle kuntotyypit toimivat myös tarkastettavien kohteiden muistilistana. Kunnossapitotietojen kerääminen tapahtuu enimmäkseen suoraan sähköiseen muotoon. Paperisia lomakkeita on vielä käytössä, mutta ne tulevat väistymään hankalan käsiteltävyyden takia /1/.

2.5 Kunnossapitotietojen dokumentointi

Dokumentointi on yksi kunnonhallinnan kulmakivistä. Dokumentoinnin avulla voidaan yksiselitteisesti nähdä, mitä on tehty ja missä mennään määritettyihin tavoitteisiin tai aikatauluun nähden. Yksittäiset kuntotiedot eivät välttämättä merkitse mitään, mutta dokumentoituna yksittäiset tiedot muodostavat helposti hahmotettavan kokonaisuuden. Hyvä dokumentointi vähentää myös muistinvaraisen tiedon määrää ja näin vähentää henkilöriippuvuuksia. /1/

Kuntotarkastuksissa kerättyä tietoa on paljon ja sen hallittavuus ilman kunnollista ohjelmistoa on haastavaa. Dokumentoinnin kattavuus ja yksityiskohtainen toteuttaminen yksinkertaistavat ja selkeyttävät kunnossapitoa. Sen avulla voidaan tarkastella tietyn komponentin historiatietoja, jotka kertovat kaikki komponentin eliniän aikana tehdyt toimenpiteet. Dokumentoinnin on oltava myös luotettavaa, sillä väärät tai vääristyneet tiedot heikentävät niiden käyttöä. /1/

2.6 Kunnossapidon tavoitteet

Kunnossapidon keskeisimpänä tavoitteena on pitää verkko käyttökunnossa ja turvallisena sekä jatkaa sen käyttöikä /2/. Erään määritelmän mukaan kunnossapidon perimmäinen tarkoitus on pitää tietyn komponentin suorituskyky käyttäjän haluamalla tasolla /1/. Sähköverkon osalta se tarkoittaa niin omistajan, viranomaisten kuin käyttäjänkin vaatimaa tasoa. Käyttäjän vaatimukset ilmenevät sähkön laatuna ja toimitusvarmuutena, kun taas viranomaisia kiinnostavat sähköverkon turvallisuus ja ympäristöasiat. Omistajan kannalta sähköverkon tulisi olla myös teknillis-taloudelliselta iältään mahdollisimman pitkä, jotta verkkoon sitoutunut valtava pääoma tuottaisi. Ikääntyvä sähköverkko vaatii myös uudistamista pysyäkseen luotettavana ja sen nykytilaa on tarkkailtava, jotta komponentit eivät vanhene tietämättä /2/. Tämä vaatii tietoa sähköverkon tilasta ja tietoa kerätään kunnossapitomenetelmin. Lisäksi tämä vaatii pitkälle menevää etukäteissuunnittelua, mutta oikein tehtynä verkon komponentit pysyvät toimintakuntoisina ja niiden kokonaiskustannukset (investoinnit, keskeytykset, käyttö

ja kunnossapito) minimoituvat /2/. Voidaankin sanoa, että kunnossapito on tekniikan terveydenhoitoa /5/.

2.6.1 Sähkönlaatu ja toimitusvarmuus

Sähkön laadulle ja toimitusvarmuudelle asetetaan vaatimuksia standardeissa ja laissa. Sähkömarkkinalaissa 386/1995 on säädetty verkkotoiminnan velvoitteista, hinnoittelusta ja virheistä. Sähkön laadun virhe on määritelty standardeissa. Suomen Energiateollisuus ry ylläpitää tilastoa Suomen keskimääräisistä keskeytysajoista ja aiheuttajista. /6,7,8/

Sähkönjakelun keskeytyksellä tarkoitetaan tilannetta, jolloin jännite putoaa alle 1 %:iin nimellisjännitteestä /7/. Yli 80 % asiakkaiden kokemista keskeytyksistä aiheutuu avojohtoverkossa /8/. Suurin osa näistä tapahtuu ympäristön olosuhteista, kuten puun kaatumiset linjoille ja suuret lumikuormat. Keskeytyksiä aiheuttavat lisäksi materiaali- ja rakennevirheet, maanrakennus sekä eläimet. Osa keskeytyksistä on lyhytaikaisia ja pääosan niistä aiheuttavat vikojen selvittämiseksi tapahtuvat pika- ja aikajälleenkytkennät. Sammutetussa verkossa näitä ei juuri tapahdu, vaan maasulkuvirrat kompensoidaan sammutuskuristimien avulla. Pika- ja jälleenkytkennät aiheuttavat puolestaan nopeita jännitteen muutoksia.

Kunnossapidon keinoin on mahdollista vähentää asiakkaan kokemia keskeytyksiä ja ehkäistä sähkön laadun heikkenemistä. Avojohtotarkastuksissa havaittujen vaarallisten reunapuiden poistaminen, johtokatuja leventäminen ja raivaaminen ovat helpoimmin havaittavia ja suoritettavia toimenpiteitä keskeytysten vähentämiseksi /2/. Lisäksi näitä ovat talvella langoille kerääntyvän lumen poisto sekä eläinsuojien tarkastukset. Mittaavalla kunnonvalvonnalla ja ennakkohuolloilla varmistetaan mm. suoja-alueiden, katkaisijoiden ja sammutuskuristimien toiminta.

2.6.2 Käyttöiän jatkaminen

Sähköverkon komponenteille on hyvin vaikea määrittää yksiselitteistä ikää, milloin ne on uusittava. Tutkimuksia on tehty eri komponenttien keskimääräisistä teknillis-taloudellisista pitoajoista /9/. Keskimääräisyys tarkoittaa, että osa komponenteista ei koskaan saavuta määritettyä pitoaika ja toiset taas ylittävät sen reilusti. Ikääntymiseen ja kuntoon vaikuttavat käyttötoimenpiteet, kuormituksen tuomat sähköiset ja mekaaniset rasitukset ja ympäristöolosuhteet /1/. Kunnossapidon keinoin on mahdollista huomioida komponenttien yksilöllinen kunto ja ikääntyminen. Lisäksi kunnossapidon huolloilla ja korjauksilla voidaan hidastaa kompo-

nenttien ikääntymistä sekä lykätä uusimistarvetta. On kuitenkin huomattava, että käyttöikä ei voi jatkaa loputtomiin nousevien kustannuksien takia.

2.6.3 Verkon nykytila

Kunnossapidon tavoitteena on kerätä ja tuottaa tietoa sähköverkon tilasta. Tätä tietoa tarvitaan päätettäessä tulevista investoinneista ja suunnittelussa käytettävistä komponenteista. Tulevia investointitarpeita voidaan aikatauluttaa ja kiireellisyys luokitaa kunnossapidon näkökulmasta. Samojen periaatteiden mukaisesti kerätyillä kuntotiedoilla voidaan vertailla eri johtolähtöjä keskenään. Esimerkiksi Xpowerin kuntoindeksityökalulla kiireellisyysluokitukset voidaan tehdä laskemalla kuntohavaintojen perusteella kuntoindeksejä pylvälle, erottimille, muuntamoille ja johtoalkioille /10/. Näitä kuntoindeksejä yhdistämällä voidaan verrata eri johtolähtöjä ja muuntamoita keskenään /10/. Lisäksi pitkällä aikavälillä tietyn komponentin kuntohavainnot voivat osoittaa järkeväksi korvata sen toisella tuotteella.

Uusia sähköverkon komponentteja valittaessa tulisi niiden elinkaaren aikainen kunnossapito ottaa huomioon. Halvat hankintakustannukset voivat tulla kokonaiskustannuksiltaan kalliimmiksi esimerkiksi korkeiden kunnossapitokustannusten takia. Ennen uuden tuotteen laajamittaista käyttöönottoa tulisi tarkastella varaosien saatavuutta ja kunnossapidon erikoisosaamisen tarvetta.

2.6.4 Turvallisuus

Kunnossapidon tärkein tehtävä on varmistaa sähkölaitteiden turvallisuus koko sen käyttöiän aikana. Sähkölaitteistojen turvallisuuden kannalta keskeisimmät säädökset ovat sähköturvallisuuslaki ja -asetus sekä niitä täydentävät kauppa- ja teollisuusministeriön päätökset ja asetukset. Sähköturvallisuutta sääntelevät myös sähköturvallisuusstandardit ja turvatekniikan ohjeet. Kunnossapidon kannalta sähköturvallisuuslain sisältö on hyvin selvä ja se säilyy koko sähkölaitteen elinkaaren ajan.

Sähkölaitteistojen suunnitteluvaiheessa on varmistuttu sähköturvallisuuden täyttymisestä sen aikaisten sähköturvallisuussäännösten mukaisesti. Käyttöönottovaiheessa on todettu suojausten toimivuus ja rakenteiden ehjyys, mutta säännökset muuttuvat ja rakenteiden kunto heikentyy. Laitteistojen ikä ja asennusvuosi muuttuvine säännöksineen antavat lisähaasteen tarkastajille. Tarkastettavaa kohdetta on tarkasteltava rakentamisen aikaisten säännösten mukaisesti. Sähköturvallisuuslain mukaan vanhoja sähkölaitteistoja ei tarvitse muuttaa nykysäännösten mukaisiksi, mikäli ne eivät aiheuta vaaraa kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle /4/.

Tarkastuksissa varmistetaan, että jännitteisten osien tahaton koskettaminen on estetty, vian vaikutusten pienentämiseksi tehdyt suojaukset toimivat sekä tarpeelliset merkinnät ovat paikoillaan. /2/

Kunnossapitotarkastuksen yhteydessä on erityistä huomiota kiinnitettävä:

- laitteiston yleiseen siisteyteen ja puhtauteen,
- ylivirtasuojauksen toimivuuteen mukaan lukien suojalaitteiden asetteluarvot,
- maadoitus- ja suojajohdinsiirien kuntoon,
- laitteiden koteloinnin ja muun kosketussuojauksen riittävyteen ja kuntoon,
- keskusten ja sähkötilojen lukituksen varmistaminen,
- kaavioihin, merkintöihin, varoituskilpiin yms.
- haltijalle kuuluviin tarkastuksiin. /2/

2.6.5 Ympäristönäkökulmat

Sähköverkon rakenteissa on monia ongelmajätteiksi luokiteltavia aineita. Näitä aineita ovat mm. muuntaja- ja katkaisijaöljyt, pylväiden kylästysaineet sekä katkaisijoiden SF₆-kaasut /2/. Ympäristöön päästessään ne voivat aiheuttaa suurtakin vahinkoa. Kunnossapidon tarkoituksena on estää näiden aiheuttamat ympäristövahingot /5/.

Tarkastuksissa kiinnitetään huomiota mahdollisiin muuntajan öljyvuotoihin ja öljynkeräysalaiden ehjyyteen. Tarvittaessa öljynkeräysaltaat tyhjennetään vedestä. Lisäksi varmistetaan, ettei käytöstä poistettuja pylväitä ole maastossa. Mahdolliset SF₆-kaasujen määrät tarkastetaan ja tarvittaessa lisätään. Mikäli lisäämistarvetta ilmenee, mahdollisen vuodon syy on selvitettävä. Kasvihuonekaasuiksi luokitellut SF₆-kaasut ovat haitallisia otsonikerroksen lisäksi myös ihmisille. Ilmaa raskaampana kaasuna se laskeutuu kaapelikanaviin syrjäyttäen hapen ja suurina pitoisuuksina se voi aiheuttaa tukehtumisvaaran. /2/

3 KUOPION ENERGIAN SÄHKÖVERKKO

Kuopion Energian sähköverkossa on maaseutu- ja kaupunkiverkon ominaispiirteitä. Kaupungin keskustassa sähköverkon rakenne on hyvin kaupunkimaista, kaapelointiaste on suuri ja ilmajohtoa on vähän. Kaupungin laidoilla ja kaava-alueen ulkopuolella sähköverkon rakenne on pääosin ilmajohtoa.

Sähköasemia on yhteensä viisi ja lisäksi on kaksi kytkinasemaa. Yhden sähköaseman 110 kV kojeisto on SF₆-eristeinen, muut neljä ovat avokytinkenttiä. Sähköasemilla on pääsääntöisesti kaksi päämuuntajaa sekä omakäyttömuuntaja. Sähköasemat on kytketty renkaaseen 110 kV siirtoverkolla, jota Kuopion Energia omistaa yhteensä 13 km. Maakaapelin osuus siitä on 7,8 km eli 60 %. Se liittyy Fingrid Oy:n omistamaan kantaverkkoon ja Savon Voima Oy:n omistamaan siirtoverkkoon Ioharjun kytkinasemalla. Kuopion Energia Oy:n omistama yhteistuotantovoimalaitos liittyy siirtoverkkoon Haapaniemen sähköasemalla.

Keskijänniteverkko jakaantuu jännitetasojen mukaisesti 10 ja 20 kV verkkoihin. Keskijänniteverkosta 10 kV verkkoa on 15 % eli 70 km. Vanhaa, vielä käytössä olevaa 10 kV verkkoa on enää kaupungin keskustassa tai sen välittömässä läheisyydessä. Uutta 10 kV verkkoa rakennetaan 20 kV komponenteilla. Näin jännitetason nosto on tulevaisuudessa mahdollista. Keskijänniteverkkoa on yhteensä 447 km ja maakaapelin osuus on noin 60 %. Muuntamoita on yhteensä 601 kpl, joista kiinteistö- ja puistomuuntamoita on noin 68 %. Loput ovat pylväsmuuntamoita. Keskijänniteverkko on sähkönjakelun varmistamiseksi silmukoitu, mutta normaalissa käyttötilanteessa sitä käytetään säteittäisesti. Keskijänniteverkko on niin sanottu sammutettu verkko eli verkon tähtipiste on kytketty maahan induktanssin kautta. Sammutuskuristimet eli reaktorit sijaitsevat sähköasemilla. 400 V pienjänniteverkkoa on yhteensä 960 km, mistä maakaapelin osuus on noin 71 %. Taulukossa 3.1 on esitetty joitakin keskeisiä tunnuslukuja Kuopion Energian sähköverkosta.

Taulukko 3.1. Kuopion Energian sähköverkon keskeisimpiä tunnuslukuja /11/.

Verkkopituudet		Maakaapeli	Ilmajohto	Yhteensä	Yksikkö	
110 kV Siirtoverkko		7,8	5,0	13	Km	
20 kV Keskijänniteverkko		211,3	166,5	378	Km	
10 kV Keskijänniteverkko		59,4	9,4	69	Km	
400 V Pienjänniteverkko		684,3	274,6	959	Km	
Muuntamot (omat)		Puisto	Kiinteistö	Pylväs	Yhteensä	Yksikkö
20 kV		219	16	184	419	Kpl
10 kV		88	84	10	182	Kpl
					601	Kpl
Kokonaisteho					254	MVa
Kuluttajamuuntamot				Yhteensä	Yksikkö	
20 kV				55	Kpl	
10 kV				44	Kpl	
				99	Kpl	
Kokonaisteho				125	MVa	
Sähköasemat				Yhteensä	Yksikkö	
Kytkinasema				2	Kpl	
Sähköasema				5	Kpl	
Päämuuntajat				11	Kpl	
Kokonaisteho				295	MVa	

4 KUNNOSSAPITO-OHJELMAN MUKAISET TARKASTUKSET

Jakeluverkon kunnossapito-ohjelman mukaiset tarkastukset jakaantuvat jakeluverkon rakenteen mukaan avojohtotarkastuksiin sekä kaapeliverkon osalta muuntamo ja jakokaappitarkastuksiin. Lisäksi tehdään maadoitusmittauksia, lämpökamerakuvauksia ja johtokadun raivauskiertoa.

Jakeluverkon kunnossapito perustuu aikaperusteiseen kunnossapitoon, korjaavaan kunnossapitoon sekä osittain kuntoon perustuvaan kunnossapitoon. Aikaperusteisia kunnossapitotoimenpiteitä ovat kuntotarkastuskierrokset, maadoitusvastusmittaukset, raivauskierto sekä mahdolliset lämpökamerakuvaukset. Raivauskierto toteutetaan osin myös korjaavana kunnossapitona. Korjaavaa kunnossapitoa ovat vikaantuneiden komponenttien korjaaminen ja komponenttien yksittäiset uusimiset. Kuntoon perustuvaa kunnossapitoa ovat tarpeen mukaan tehtävät muuntamoiden puhdistukset.

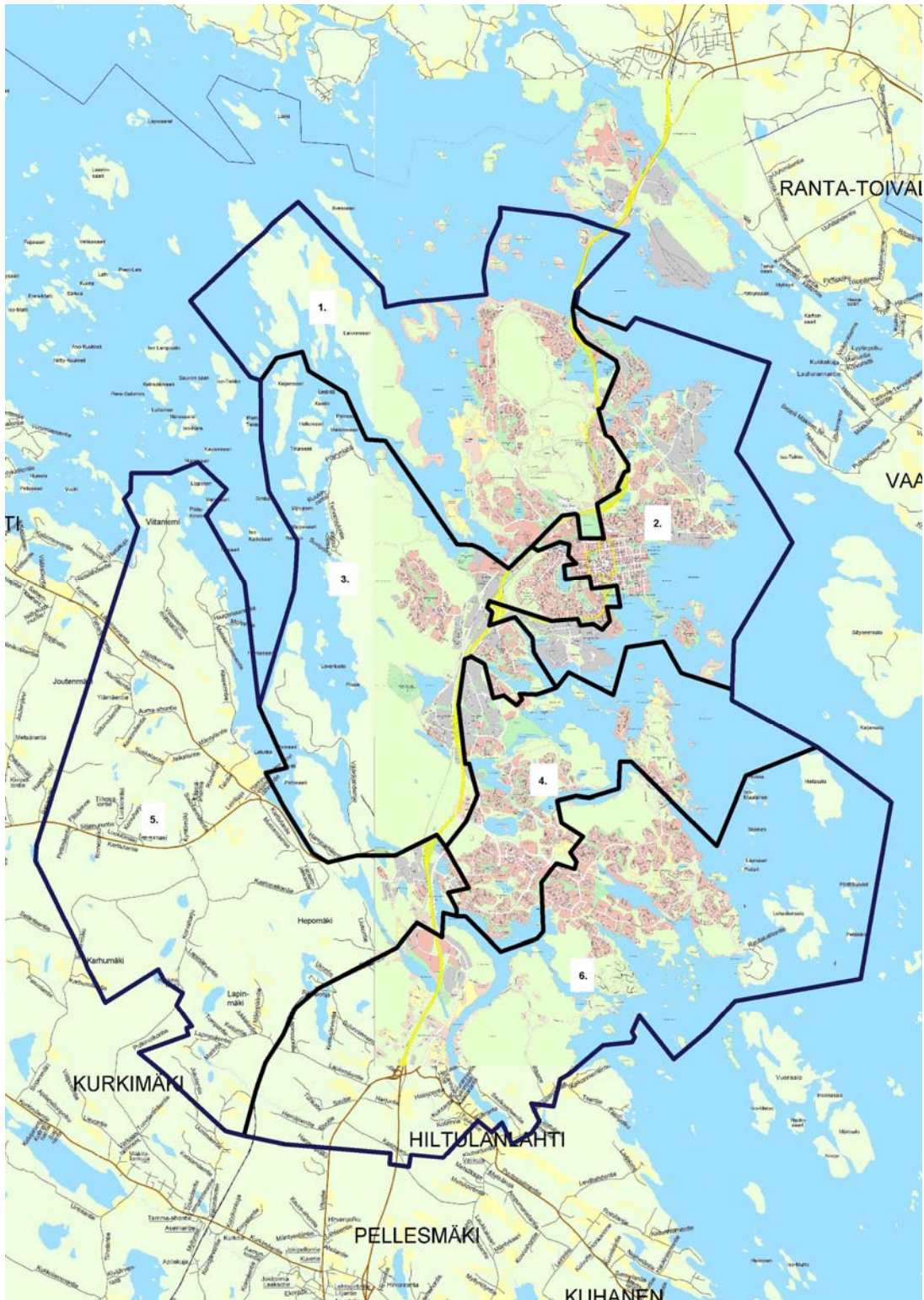
Kuopion Energian sähköverkko on jaettu kuuteen avojohto- ja kaapelialueeseen. Kukin alue tarkastetaan kuuden vuoden välein Senerin (nykyään Energiateollisuus) verkostosuosituksen TA 1:97 enimmäisaikaväliä noudattaen. Kuntotarkastussuunnitelmat tehdään Teklan Xpower-kunnossapitosovelluksella maastosovellusta käyttäen. Tarkastuksen jälkeen tulokset siirretään maastosovelluksesta Xpowerin verkkotietokantaan. Ennen vuotta 2007 tehdyt tarkastukset on dokumentoitu manuaalisesti ja niitä säilytetään käyttökeskuksessa. Kuntotarkastuksessa havaitut puutteet kiireellisyysluokitellaan ja ne korjataan tapauskohtaisen arvion mukaan. Kiireellisyysluokkia ovat ´ei toimenpiteitä´, ´huoltolistalle´, ´korjattava heti´ ja ´selvitystarve´.

4.1 Avojohtotarkastukset

Avojohtotarkastukset tehdään vuosittain kuvan 4.1 mukaisen aluejaon perusteella. Vuosittainen tarkastusaikataulu on tehty liukuvana taulukon 4.1 mukaan.

Taulukko 4.1. Avojohtotarkastusten vuosittainen aikataulu.

Avojohtoalue	Tarkastusvuosi						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1					x		
2						x	
3	x						x
4		x					
5			x				
6				x			



Kuva 4.1. Avojohtoaluekartta. Sähköverkko on jaettu kuuteen avojohtoalueeseen, jonka perusteella tehdään vuosittaiset avojohtotarkastukset.

Tarkastus suoritetaan maastossa Xpowerin kunnossapitosovelluksen maastosovellukseen. Maastosovelluksesta käytetään nimeä Xpower Offline Inspections. Tarkastus sisältää rakennetietojen tarkastamisen, kuntotietojen keräämisen ja tarkastusmateriaalin siirron tietokantaan. Rakennetiedot tarkastetaan vertaamalla tietokannassa olevia rakennetietoja kohteeseen ja tar-

vittaessa tehdään niihin muutoksia tai lisäyksiä. Rakennetietoja ovat mm. ikä, tyyppi ja valmistaja. Kuntotiedot kerätään kuntotyyppeihin hierarkian mukaisesti.

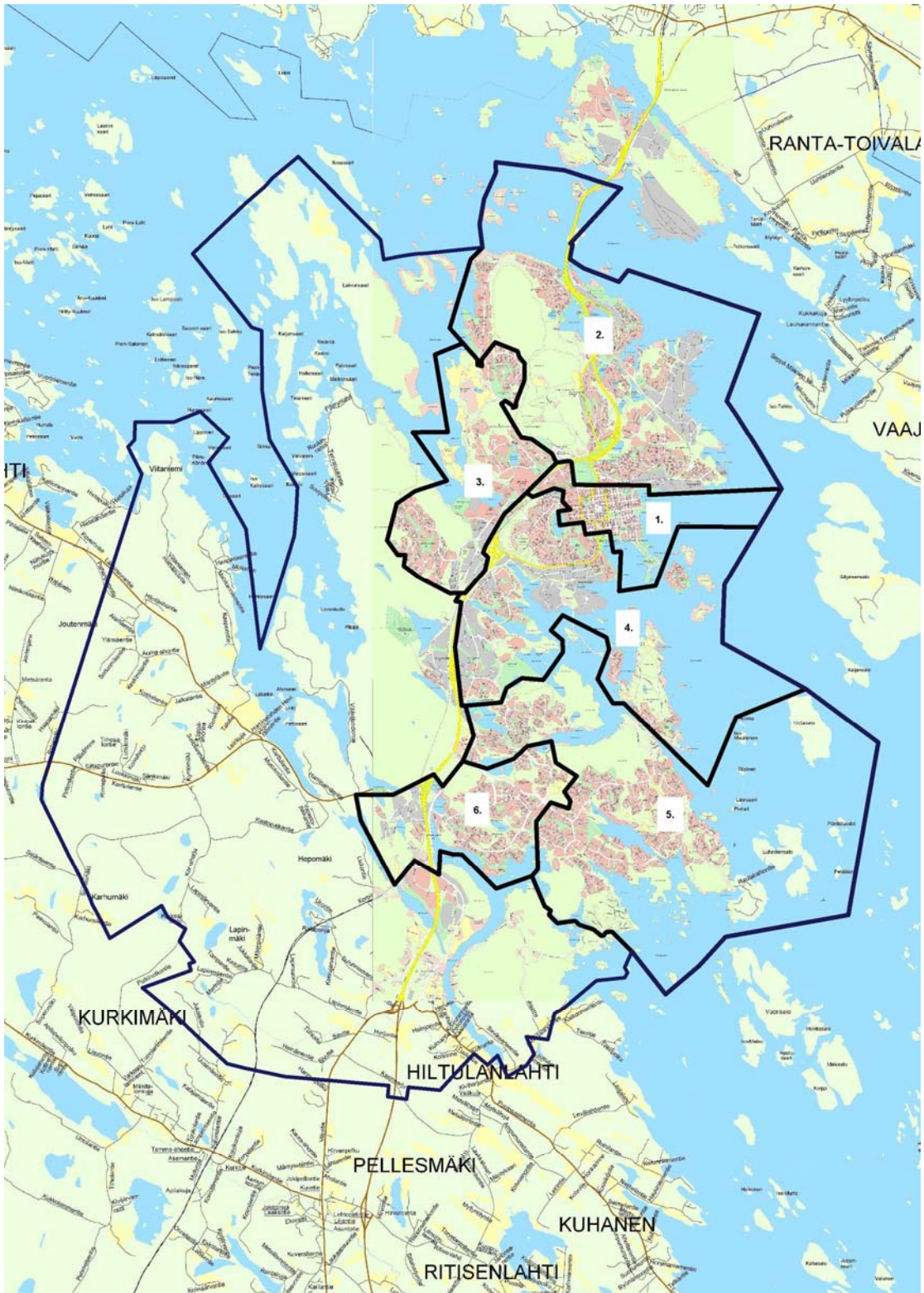
Havainnot koostuvat rakennehavainnoista, kasvusto- ja ympäristöhavainnoista sekä merkintä- ja muista pienhavainnoista. Rakennehavainnot voivat olla joko mekaanisen tai sähköisen kunnan havaintoja. Kasvusto- ja ympäristöhavaintoja ovat johtokadun raivaamis- ja oksimistarve sekä vaaralliset reunapuut. Merkintähavainnot koostuvat yhteiskäyttö- ja lähtömerkinnöistä sekä muista turvallisuusmerkinnöistä. Kohteina ovat pylväs ja siihen liittyvät rakenteet sekä jänneväli. Tarkastettavat kohteet on jaoteltu Xpowerin kunnossapitosovellukseen kuntotyypeiksi. Kuntotyypeille voi antaa luokituksen mukaisia kuntotietoja, kuten ´kunnossa´, ´puutteellinen´ tai ´ei kuulu rakenteeseen´. Kuntotiedolle on annettava myös kiireellisyysluokitus, jonka mukaan korjaustoimenpiteet tehdään. Kiireellisyysluokat ovat ´ei toimenpiteitä´, ´huoltolistalle´, ´selvitystarve´ ja ´korjattava heti´.

4.2 Jakokaappi- ja muuntamotarkastukset

Jakokaappi- ja muuntamotarkastukset tehdään vuosittain kuvan 4.2 mukaisen aluejaon perusteella. Kaapeliverkko on jaettu kuuteen alueeseen tarkastuskohteiden lukumäärien mukaisesti ja maantieteellisin perustein. Tällä on pyritty tasaamaan vuosittaista tarkastusten kuormittavuutta. Taulukossa 4.2 on kaapeliverkon vuosittainen tarkastusaikataulu.

Taulukko 4.2. Jakokaappi- ja muuntamotarkastuksien vuosittainen kierto.

Kaapelialue	Tarkastusvuosi						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	x						x
2		x					
3			x				
4				x			
5					x		
6						x	



Kuva 4.2. Kaapeliverkon kunnossapitoalueet. Sähköverkko on jaettu kuuteen kaapelialueeseen, jonka mukaan suunnitellaan vuosittaiset jakokaappi- ja muuntamotarkastukset.

Tarkastus suoritetaan maastossa Xpowerin kunnossapitosovellukseen. Tarkastus sisältää rakennetietojen tarkastamisen, kuntotietojen keräämisen ja tarkastusmateriaalin siirron master-tietokantaan. Rakennetiedot tarkastetaan vertaamalla tietokannassa olevia rakennetietoja kohteeseen ja tarvittaessa tehdään niihin muutoksia tai lisäyksiä. Rakennetietoja ovat mm. ikä,

tyyppi ja valmistaja. Kuntotiedot kerätään kuntotyyppihierarkian mukaisesti. Kuntotiedolle on annettava myös kiireellisyysluokitus, jonka mukaan korjaustoimenpiteet tehdään. Kiireellisyysluokat ovat ´ei toimenpiteitä´, ´huoltolistalle´, ´selvitystarve´ tai ´korjattava heti´.

4.3 Maadoitusmittaukset

Maadoitusmittaukset suunnitellaan muuntamoiden maadoitustavan mukaisesti. Yksijohtimiset maadoitukset mitataan kuuden vuoden välein ja useammalla maadoitusjohtimella varustetut mitataan 12 vuoden välein. Maadoitusmittausten hallinnassa käytetään Excel-pohjaa. Tulokset kirjataan manuaaliselle lomakkeelle, minkä jälkeen tiedot siirretään piirtämössä verkkotietojärjestelmään.

4.4 Lämpökamerakuvaukset

Lämpökamerakuvauksia tehdään kaikille edellisenä vuonna rakennetuille muuntamoille. Jakokaapit tarkastetaan pistokokein. Tarkastukset suunnitellaan, toteutetaan ja dokumentoidaan käyttökeskuksessa. Kuntopoikkeamat korjataan tapauskohtaiseen arvioon perustuen. Dokumentointi on manuaalista. Verkkotietojärjestelmään ei jää merkintää tehdyistä kuvauksista.

5 KUNTOTARKASTUKSIEN HAVAINNOT JA NIIDEN ANALYSOINTI

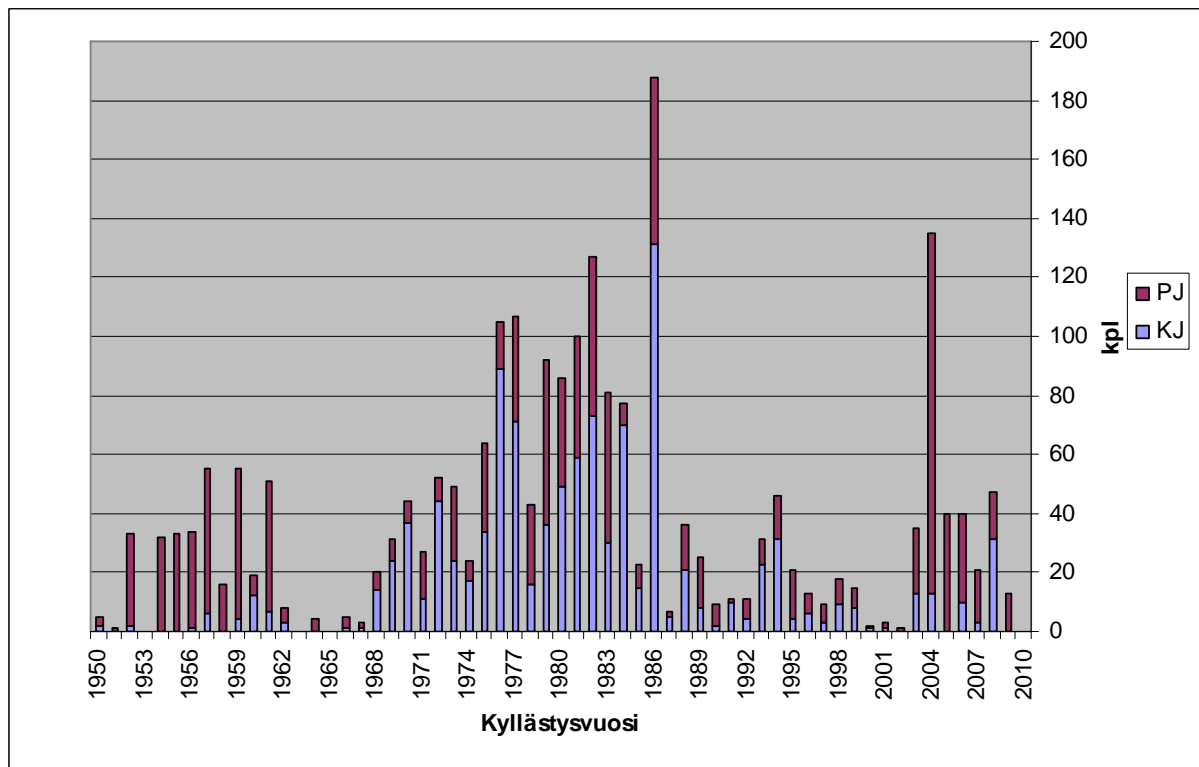
Kuntotarkastuksien kuntohavainnot kerättiin kunnossapidon tietojärjestelmästä ja ne koostettiin sähköverkon komponenteille kuntotyypeittäin. Sähköverkon komponentit jaettiin jänniteportaiden mukaan keski- ja pienjännitteeseen. Keski- ja pienjännite käsittää 10 ja 20 kV jännitetasot. Kuntohavainnot kerättiin keski- ja pienjännitepuupylväistä ja -johtokaduista, muuntamoista, jakelumuuntajista sekä muista yksittäisistä komponenteista. Muita komponentteja olivat yli- ja jännitesuojat, pj- ja kj-keskukset sekä kj-päätteet ja -erottimet. Johtokaduista käytetään nimeä johtoalkio verkkotietojärjestelmän mukaisesti. Kuntohavainnoista koostettiin tilasto, jossa näkyy kuntohavaintojen suhteellinen osuus komponentin kaikista havainnoista sekä suhteutettuna tarkastettujen komponenttien lukumäärään. Tekstissä havainnoista ilmoitetaan kappaalemäärät ja havaintojen suhteellinen osuus tarkastetuista kohteista. Näiden tilastojen avulla analysoitiin tämän hetkisiä kuntotarkastuksia ja niissä käytettäviä kuntotyyppisiä. Tuloksia on tarkasteltava tarkastusten toimivuuden ja luotettavuuden näkökulmasta eikä vikatilastona.

5.1 Puupylväiden kuntohavainnot

Puupylväiden kuntohavainnot sisältävät keski- ja pienjännitepuupylväät. Puupylväiden kuntohavainnot koostuvat vuoden 2007 ja 2008 avojohtotarkastusten tuloksista. Tarkastettuja kohteita oli 2406 kappaletta. Vuoden 2009 tarkastustuloksia ei ollut vielä käytettävissä. Tuloksissa ei näy kuntopoikkeamia, jotka on mahdollisesti muutettu korjausten jälkeen normaaliksi. Muutettuja kuntohavaintoja ei kuitenkaan ole lukumääräisesti montaa. Lisäksi tilastoissa ei näy kuntopoikkeamia, jotka on korjattu tarkastusten aikana. Näitä ovat erityisesti puutteelliset pylväshatut ja hengenvaarakyllit sekä haruksiin tehdyt korjaukset.

Avojohtoverkkojen uusiminen tehdään usein pylväiden mekaanisen kunnan mukaan /2/. Tämän perusteella mekaanisen kunnan havainnot ovat tärkeässä asemassa. Taulukossa 5.1 on kj- ja pj-pylväiden avoimet kuntohavainnot vuosien 2007 ja 2008 avojohtotarkastuksista. Tuloksista on nähtävissä, että 15 % pylväistä on havaittu koloja tai halkeamia. Ne ovatkin selvästi havaittavissa olevia kuntopoikkeamia. Toisaalta tyvi- ja latvalahoa esiintyi vain muutamissa pylväissä. On huomattava, että mekaanisen kunnan kuntopoikkeamia on mahdollista antaa vain yksi jokaista pylvästä kohden. Tämä johtuu siitä, että mekaanisen kunnan kuntotyyppisiä on vain yksi ja jokaiselle kuntotyypille voidaan antaa vain yksi kuntoluokitus. Pylvään mekaanisen kunnan kuntoluokituksia ovat latvalaho, tyvilaho, koloja tai halkeamia tai joku muu vaurio. Tämä tekninen seikka vaikuttaa siihen, että tarkastettujen pylväiden ikäjakauma huomioiden havainnot ovat vähäisiä. Pylväiden ikäjakauma on kuvassa 5.1. Ikäjakauman luotettavuutta heikentää se, että pylväiden ikätieto on olemassa vain 30 % pylväistä. Ikäjakaumasta

on kuitenkin havaittavissa, että vanhimmat pylväävät ovat vuodelta 1950. Yli 40 vuotta vanhoissa pylväissä esiintyy jo huomattavasti lahoisuusluokan 3 ja 4 luokan pylväitä /10/. Tämä osoittaa selvästi sen, ettei silmämääräisesti tehty lahotarkastus tuota luotettavaa tulosta. Energiateollisuuden verkostosuosituksen RJ33-09 mukaisten lahoisuustarkastusten tarve ja kuntotyyppien lisäämisen tarve on ilmeinen. Lahoisuustarkastusten toteutusta käsitellään luvussa 6.6 ja pylväiden kuntotyyppijä luvussa 7.2.



Kuva 5.1. Kj- ja pj-puupylväiden suuntaa-antava ikäjakauma. Ikäjakaumassa on vain ne pylväät joiden ikä tiedetään. Näitä pylväitä on vain 30 % koko määrästä.

Pylvään kallistumia on havaittu noin 2 % pylväissä. Vakavia kallistumia oli yhteensä 7 kpl (0,3 %) ja lieviä 45 kpl (1,9 %). Kallistumat ovat selvästi havaittavissa. Tulkinta vakavan ja lievän välillä riippuu tarkastajasta näkemyksestä. Havaintoja pylväshatun puuttumisesta tai sen puutteellisuudesta on tehty yhteensä 56 kpl (2,3 %). On huomattava, että tarkastuksen aikana pylväshattuja lisätään pj-pylväisiin, mutta ei kj-pylväisiin. Tämä johtuu turvallisuussyistä. Turvallisuuskilvet puuttuvat vain viidestä pylväestä. Turvallisuuskilvillä tarkoitetaan vain keskijännitepylväissä olevia hengenvaara-kylttejä. Pääsääntöisesti hengenvaara-kyltit lisätään tarkastuksen aikana. Suhteellisia arvoja ei laskettu hengenvaara-kylteille, koska tarkastettujen pylväiden lukumäärä sisältää myös pienjännitepylväitä, joihin hengenvaara-kyltit eivät kuulu. Tarkastusten aikana lisätyt pylväshatut ja turvallisuuskilvet pienentävät havaintojen lukumäärää huomattavasti. Pylväshattujen lisääminen tarkastusten yhteydessä on mahdollista vain pienjännitepylväisiin ja niiden lisääminen perustuu tarkastajien aktiivisuuteen.

Eristimien kunnossa ei ole havaittu yhtään poikkeamaa eikä latvarakenteissakaan ole havaittu puutteita. Latvarakenteissa kuntohavaintoja vähentää kuntotyypin laajuus ja ohjeistuksen puute. Latvarakenteiden puutteellisuus ei ole kovin kuvainnollinen. Siihen merkitty havainto voi tarkoittaa orsien, koukkujen tai muiden latvarakenteiden kuntopoikkeamia. Ainoastaan lisätietomerkinnällä voidaan täsmentää latvarakenteen havaintoja. Ohjeistusta tarkastuskohteesta ei ole. Ohjeistuksella sekä lisäämällä tarkempia latvarakenteita koskevia kuntotyyppijä voidaan edesauttaa kuntohavaintojen tekoa. Näin kohteesta välittyy todellista ja tarkempaa kuntotietoa.

Johtokadun raivausasteen havaintoja ei kirjata pylväälle, vaikka kuntotyyppi sen mahdollistaakin. Havaintoja on tehty ainoastaan 1 kpl.

Taulukko 5.1. Kj- ja pj-tylväiden avoimet kuntohavainnot vuosien 2007 ja 2008 avojohtotarkastuksista.

Keski- ja pienjännitepuupylväs, kuntohavainnot (tarkistettu 2406 kpl)			
Kuntotyyppi: kuntoluokitus	Havainto (kpl)	Havainto lkm./ Havainto lkm./	
		havainnot yht.	tarkistetut kohteet
Pylväshattu puuttuu/puutteellinen	56	10,9 %	2,3 %
Lievä kallistuma	45	8,7 %	1,9 %
Vakava kallistuma	7	1,4 %	0,3 %
Mekaaninen kunto: latvalaho	7	1,4 %	0,3 %
Mekaaninen kunto: koloja tai halkeamia	369	71,5 %	15,3 %
Mekaaninen kunto: tyvilaho	1	0,2 %	0,0 %
Mekaaninen kunto: muu vaurio	13	2,5 %	0,5 %
Turvallisuuskilvet: puutteelliset	5	1,0 %	
Harusten ja tukien kunto: puutteellinen	3	0,6 %	0,1 %
Maadoituksen rakenne ja kunto: puutteellinen	1	0,2 %	0,0 %
Varoitusrenkaat: puutteelliset	8	1,6 %	0,3 %
Latvarakenteet: puutteelliset	0	0,0 %	0,0 %
Pylvään ikämerkki: kunnossa	0	0,0 %	0,0 %
Pylvään ikämerkki: puuttuu	0	0,0 %	0,0 %
Eristimien kunto: puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %
Johtokadun raivausaste: 0-3m puusto	0	0,0 %	0,0 %
Johtokadun raivausaste: yli 3m puusto	1	0,2 %	0,0 %
Johtokadun raivausaste: puut alle 1m päässä lan-goista	0	0,0 %	0,0 %
yht.	516		

5.2 Johtokatujaen kuntohavainnot

Johtokatujaen kuntohavainnot koostuvat vuoden 2007 ja 2008 avojohtotarkastuksista. Taulukossa 5.2 on kj-johtokatujaen avoimet kuntohavainnot ja taulukossa 5.3 on pj-johtokatujaen avoimet kuntohavainnot. Johtokatu on kahden pylvään välinen osuus, johon kuuluu myös käytetty johdin. Vuoden 2009 avojohtotarkastuksiaen tuloksia ei ollut vielä käytettävissä. Kj-johtokatuja on tarkistettu yhteensä 1271 kpl ja pj-johtokatuja 2377 kpl.

Johtokatujaen havainnot koostuvat lähinnä puuston raivausasteesta. Keskiäännitejohtokaduilla raivausasteen havaintoja oli 35 kpl (2,8 %) ja pienäännitepuolella 22 kpl (0,9 %). Kuntohavaintojaen perusteella johtokadut ovat hyvässä kunnossa. Pienäännitejohtokaduilla poistetaan suurimmat oksat, jotka ovat kiinni linjassa. Hennot oksat jäävät raivaamatta ja vahvemmat oksat voivat osua ilmajohtoon tuuli- ja jääkuormassa. Keskiäännitepuolella poistetaan vaaralliset reunapuut ja poistetaan pahimmat oksat. Työn aikana käytiin useammalla johto-osalla pistokoemaisesti ja seurattiin tarkastajiaen toimintaa. Johtokadun kapeudesta kuvaavaa kunto-tyypin lisäämisellä voidaan auttaa todellisen kuvan välittymistä. Nykyinen kunto-tyyppi johtokadun raivausaste kuvaa ainoastaan puuston kasvamista johtokadulla, mutta sitä käytetään myös johtokadun kapeutta kuvattaessa. Usein puideaen tai oksiaen pieni etäisyys langoista johtuu kaventuneesta johtokadusta.

Taulukko 5.2. Kj-johtokatujaen avoimet kuntohavainnot vuosiaen 2007 ja 2008 avojohtotarkastuksista.

Kj-johtokatu, kuntohavainnot (tarkistettu 1271 kpl)			
	Havainto (kpl)	Havainto lkm./ havainnot yht.	Havainto lkm./ tarkistetut koh- teet
Etäisyydet: johto liian alhaalla	0	0,0 %	0,0 %
Etäisyydet: muu etäisyys liian pieni	0	0,0 %	0,0 %
Johdon kunto: puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %
Johdon kiristys: riippumat epätasaiset	0	0,0 %	0,0 %
Johtokadun raivausaste: yli 3m puusto	1	2,8 %	0,1 %
Johtokadun raivausaste: puut alle 1m päästä langoista	35	97,2 %	2,8 %
Liitokset ja liitännät: puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %
Rakenteita johtokadulla: kyllä	0	0,0 %	0,0 %
Sidokset: puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %
Vaarallinen reunapuu tai oksa: kyllä	0	0,0 %	0,0 %
Vieras esine johtimilla: kyllä	0	0,0 %	0,0 %
yht.	36		

Taulukko 5.3. Pj-johtokatuojen avoimet kuntohavainnot vuosien 2007 ja 2008 avojohtotarkastuksista.

Pj-johtokatu, kuntohavainnot (tarkistettu 2377 kpl)			
	Havainto (kpl)	Havainto lkm./ havainnot yht.	Havainto lkm./ tarkistetut koh- teet
Etäisyydet: johto liian alhaalla	0	0,0 %	0,0 %
Etäisyydet: muu etäisyys liian pieni	0	0,0 %	0,0 %
Johdon kunto: puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %
Johdon kiristys: riippumat epätasaiset	0	0,0 %	0,0 %
Johtokadun raivausaste: yli 3m puusto	0	0,0 %	0,0 %
Johtokadun raivausaste: puut alle 1m päästä langoista	22	91,7 %	0,9 %
Liitokset ja liitännät: puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %
Rakenteita johtokadulla: kyllä	0	0,0 %	0,0 %
Sidokset: puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %
Vaarallinen reunapuu tai oksa: kyllä	2	8,3 %	0,1 %
Vieras esine johtimilla: kyllä	0	0,0 %	0,0 %
yht.	24		

5.3 Muuntamoiden kuntohavainnot

Muuntamoiden kuntohavainnot koostuvat vuosien 2007, 2008 ja 2009 muuntamotarkastuksista ja vuosien 2007 ja 2008 avojohtotarkastuksista (taulukko 5.4). Tarkastettuja muuntamoita oli yhteensä 214 kpl.

Muuntamoiden kuntohavainnot liittyvät selvästi merkintöjen puuttumiseen tai niiden puutteellisuuteen. Ea-ohjeiden ja hälytysnumeroinnin puutteita on korjattu kuntotarkastusten yhteydessä 103 kpl (48,1 %) ja puutteellisia on vielä 3 kpl (1,4 %). Merkittävä osa näistä johtuu hälytysnumeron muutoksesta. Muita kuntotarkastusten yhteydessä korjattuja havaintoja ovat kulkuteiden korjaus 52 kpl (22,8 %), valaistuksen korjaus 16 kpl (7,5 %) ja kiinteiden varoituskilpien puutteiden korjaus 16 kpl (7 %). Korjattujen havaintojen lukumäärä osoittaa selvästi, että kuntoluokitus 'korjattu tarkastaessa' kuvaa todellisten puutteiden lukumäärää. Ilman tätä merkintää tarkastaessa tehtyjen korjausten arvoa ei voi havainnollistaa. Tarkastuksen aikana tehdyt korjaukset ovatkin merkittävässä asemassa, sillä ne poistavat pienet kuntohavainnot rasittamasta kunnossapidon suunnittelua.

Muuntamoiden osalta yksittäisiä kuntohavaintoja ovat puutteellinen muuntajakiskon liitos tai osoite 1 kpl (0,5 %), palosulkupelti epäkunnossa 2 kpl (0,9 %), huono perustusten kunto 1 kpl (0,5 %), rakennuksessa halkeamia 2 kpl (0,9 %) ja puutteita lampuissa 1 kpl (0,5 %). Kuntohavainto 'puutteellinen muuntajakiskon liitin tai osoite' voi käytännössä olla hyvinkin vakaava, mutta kiireellisyysluokan mukaan näin ei ole. Se on jonkinlainen merkintävirhe, jota ei turvallisuussyiden takia voi korjata kuntotarkastusten yhteydessä. Muuntamon puhdistustarpeesta on havaintoja 9 kpl (4,2 %). Näiden havaintojen lukumäärä avoimissa kuntohavain-

noissa vaihtelee, sillä niitä puhdistetaan täsmällisesti. Näiden havaintojen osalta puhdistukset on joko tehty ja kuntoluokituksia ei ole vielä muutettu tai ne tullaan puhdistamaan lähiaikoina.

Taulukko 5.4. Muuntamoiden avoimet kuntohavainnot vuosien 2007 ja 2008 avojohtotarkastuksista sekä vuosien 2007-2009 muuntamotarkastuksista.

Muuntamo, kuntohavainnot (tarkistettu 214 kpl)			
	Havainto (kpl)	Havainto lkm./ havainnot yht.	Havainto lkm./ tarkistetut koh- teet
Ea-ohjeet ja hälytysnumerot: kunnossa (korj.tark.)	103	45,2 %	48,1 %
Ea-ohjeet ja hälytysnumerot: puutteelliset	3	1,3 %	1,4 %
Eroittimen ohjaussauva: puuttuu	0	0,0 %	0,0 %
Hoito-/ käyttötasot: puutteelliset	0	0,0 %	0,0 %
Huonetilan kunto: vesi- tai muu vuoto	0	0,0 %	0,0 %
Huonetilan kunto: halkeamia	0	0,0 %	0,0 %
Kiinteät varoituskilvet: kunnossa (korj.tark.)	16	7,0 %	7,5 %
Kiinteät varoituskilvet: puutteelliset	0	0,0 %	0,0 %
Kulkitiet: kunnossa (korj.tark.)	52	22,8 %	24,3 %
Kulkitiet: kulku estynyt	0	0,0 %	0,0 %
Kulkitiet: lukitus ei kunnossa	0	0,0 %	0,0 %
Kulkitiet: ympäristön raivaustarve	0	0,0 %	0,0 %
Lattian eristys: puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %
Läpivientien eristysmerkinnät: puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %
M-kiskon liitokset&osoitteet: puutteelliset	1	0,4 %	0,5 %
Mekaaniset suojat: puutteelliset	0	0,0 %	0,0 %
Muuntamon numero: puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %
Palosulkupellit: epäkunnossa	2	0,9 %	0,9 %
Puhdistustarve: puhdistettava	9	3,9 %	4,2 %
Rakennuksen kunto: töhritty/ maalattava	12	5,3 %	5,6 %
Rakennuksen kunto: halkeamia	2	0,9 %	0,9 %
Rakennuksen kunto: kattovuoto	0	0,0 %	0,0 %
Rakennuksen kunto: perustusten kunto huono	1	0,4 %	0,5 %
Rakennuksen kunto: ovien/ ikkunoiden kunto huono	0	0,0 %	0,0 %
Siirrettävät varoituskilvet: kunnossa (korj.tark.)	9	3,9 %	4,2 %
Siirrettävät varoituskilvet: puuttuu/ rikki	1	0,4 %	0,5 %
Valaistuksen kunto: kunnossa (korj.tark.)	16	7,0 %	7,5 %
Valaistuksen kunto: puutteita lamppuissa	1	0,4 %	0,5 %
Valaistuksen kunto: kytkimien/ ovikytkimien kunto	0	0,0 %	0,0 %
Valaistuksen kunto: puutteita valaisimissa	0	0,0 %	0,0 %
yht.	228		

5.4 Jakelumuuntajien kuntohavainnot

Jakelumuuntajien kuntohavainnot koostuvat vuosien 2007, 2008 ja 2009 muuntamotarkastuksista ja vuosien 2007 ja 2008 avojohtotarkastuksista (taulukko 5.5). Tarkastettuja jakelumuuntajia oli yhteensä 161 kpl. Muuntamoiden ja jakelumuuntajien lukumäärien tulisi olla yhtäsuuret, mutta joidenkin jakelumuuntajien tarkastusmerkintä on jäänyt tekemättä.

Jakelumuuntajien kuntohavainnoja oli tehty öljyvuoodoista 20 kpl (12,4 %) ja öljynkorkeus ei ollut tarkastettavissa 4 kpl (2,5 %). Muita havainnoja ei ollut. Muuntajien öljyvuoodoista osa on suhteellisen uusissa muuntajissa.

Taulukko 5.5. Jakelumuuntajien avoimet kuntohavainnot vuosien 2007 ja 2008 avojohtotarkastuksista sekä vuosien 2007-2009 muuntamotarkastuksista.

Jakelumuuntaja, kuntohavainnot (tarkistettu 161 kpl)			
	Havainto (kpl)	Havainto lkm./ havainnot yht.	Havainto lkm./ tarkistetut kohteet
Liitokset ja liitännät: puutteelliset	0	0,0 %	0,0 %
Pinnan kunto:ruostevaurio	0	0,0 %	0,0 %
Pinnan kunto:maalaustarve	0	0,0 %	0,0 %
Pinnan kunto: muu vaurio	0	0,0 %	0,0 %
Turvaetäisyydet: riittämättömät	0	0,0 %	0,0 %
Öljynkorkeus: öljyä lisättävä	0	0,0 %	0,0 %
Öljynkorkeus: ei tarkistettavissa	4	16,7 %	2,5 %
Öljyvuodot: havaittu	20	83,3 %	12,4 %
yht.	24		

5.5 Muiden komponenttien kuntohavainnot

Pj-keskusten kuntohavainnot koostuvat vuosien 2007, 2008 ja 2009 muuntamotarkastuksista ja vuosien 2007 ja 2008 avojohtotarkastuksista sekä vuosien 2007, 2008 ja 2009 jakokaappitarkastuksista (taulukko 5.6). Tarkastettuja pj-keskuksia oli yhteensä 968 kpl.

Pj-keskusten havainnot muodostuvat pääasiassa kaapelinlähtömerkintöjen puutteellisuudesta ja virheellisestä avokaaviosta. Virheellisiä avokaavioita on ollut 121 kpl (12,5 %) ja kuntotarkastuksen yhteydessä korjattuja sulake- ja kaapelilähtömerkintöjä on ollut yhteensä 40 kpl (4,1 %). Pääosa näistä havainnoista on kiireellisyysluokassa ´huoltolistalle´, mutta yksittäisiä havainnoita on kiireellisyysluokassa ´ei toimenpiteitä´. Merkintöihin liittyviä virheitä ovat rinnansyöttömerkintöjen puutteellisuus 5 kpl (0,5 %) ja ohjausjohtojen merkintöjen puutteellisuus 1 kpl (0,1 %). Lisäksi havainnoita on tullut pj-keskuksen maalaustarpeista 36 kpl (3,7 %) ja muista vaurioista 2 kpl (0,2 %). Pj-keskusten maalaustarpeet johtuvat usein keskusten töhrimisistä ja ne peitetään ylimaalaamalla. Yksittäisiä havainnoita on tullut puutteellisista varokealustojen kunnosta 1 kpl (0,1 %), puutteellisista varokekytkimistä tai pääkytkimistä 2 kpl (0,2 %), puutteellisista kiskojen kunnosta ja merkinnöistä 1 kpl (0,1 %) ja kaapin liikkumisesta 1 kpl (0,4 %). Kaapin kallistumia on korjattu kuntotarkastusten yhteydessä 4 kpl (0,4 %) ja puhdistustarpeita on havaittu 7 kpl (0,7 %). Lisäksi havainnoita pj-keskuksen kosketussuojan

puutteellisuudesta on 1 kpl (0,1 %) ja kaapin rungossa, vaipassa tai etulevyissä on ollut puutteita 5 kpl (0,5 %) ja tarkastaessa niitä on korjattu 9 kpl (0,9 %). Kulkuteiden korjauksia tarkastaessa on tehty 13 kpl (1,3 %).

Taulukko 5.6. Pj-keskuksien avoimet kuntohavainnot vuosien 2007 ja 2008 avojohtotarkastuksista ja vuosien 2007 - 2009 muuntamo- ja jakokaappitarkastuksista.

Pj-keskus, kuntohavainnot (tarkistettu 968 kpl)			
	Havainto (kpl)	Havainto lkm./ havainnot yht.	Havainto lkm./ tarkistetut koh- teet
Jakokaapin numerokilpi: puuttuu tai puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %
Jalustan kunto: mek.vika tai ruosteessa	0	0,0 %	0,0 %
Kaapeleiden mekaaninen suojaus: puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %
Jalustan kunto: korko ylhäällä	0	0,0 %	0,0 %
Jalustan kunto: korko alhaalla	0	0,0 %	0,0 %
Kaapelipäätteiden kunto: puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %
Kaapin kallistuma: jalusta liikkunut	0	0,0 %	0,0 %
Kaapeleiden vaipat: puutteelliset	0	0,0 %	0,0 %
Kaapin kallistuma: kaappi liikkunut	1	0,4 %	0,1 %
Kaapin runko, vaippa, etulevyt: puutteita	5	2,0 %	0,5 %
Kaapin runko, vaippa, etulevyt: korj. tark.	9	3,6 %	0,9 %
Keskuksen/ kaapin nollaus: puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %
Keskuksen/ kaapin nollaus: ei tarkistettavissa	0	0,0 %	0,0 %
Kiskojen kunto ja merkinnät: puutteellinen	1	0,4 %	0,1 %
Kulkitiet: ympäristön raivaustarve	0	0,0 %	0,0 %
Kulkitiet: lukitus ei kunnossa	0	0,0 %	0,0 %
Kulkitiet: kulku estynyt	0	0,0 %	0,0 %
Kulkitiet: kunnossa, korj.tark.	13	5,2 %	1,3 %
Liitokset ja liitännät: puutteelliset	0	0,0 %	0,0 %
Merkkitangon kunto: puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %
Mittareiden kunto: puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %
Ohjausjohtojen merkinnät: puutteelliset	1	0,4 %	0,1 %
Pj-keskuksen kunto: saranoinnin tai salpojen vika	0	0,0 %	0,0 %
Pj-keskuksen kunto: kiinnitys puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %
Pj-kojeiston kosketussuojaus:puutteellinen	1	0,4 %	0,1 %
Pinnan kunto: maalaustarve	36	14,5 %	3,7 %
Pinnan kunto: ruostevaurio	0	0,0 %	0,0 %
Pinnan kunto: muu vaurio	2	0,8 %	0,2 %
Pääkytkimen kunto: puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %
Pääkytkimen kunto: ei tarkistettavissa	0	0,0 %	0,0 %
Päämaadoituksen kunto: puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %
Rinnansyöttömerkinnät: puutteellinen	5	2,0 %	0,5 %
Puhdistustarve: puhdistettava	7	2,8 %	0,7 %
Kaapin kallistuma: kunnossa, korj.tark.	4	1,6 %	0,4 %
Sulakkeet/ kaapelilähtömerkinnät: kunnossa (korj.tark.)	40	16,1 %	4,1 %
Sulakkeet/ kaapelilähtömerkinnät:avokaavio virheellinen	121	48,6 %	12,5 %
Varokealustojen kunto: puutteellinen	1	0,4 %	0,1 %
Varokeytk./pääkytk.kunto: puutteellinen	2	0,8 %	0,2 %
Virtamuuntajien kunto: puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %
yht.	249		

Keskijännite-erottimia on tarkastettu 158 kpl ja havaintoja on tullut vain puutteellisesta erottimen numerosta 1 kpl (0,6 %). Taulukossa 5.7 on kj-erottimien avoimet kuntohavainnot. Yli-

jännitesuojia on tarkastettu 119 kpl ja havaintoja on tullut puutteellisesta ylijännitesuojan kunnosta 4 kpl (3,3 %). Puutteiden laadusta ei ole varmuutta, mutta kahden verkon ylijännitesuojan kiireellisyysluokkana on selvitystarve. Taulukossa 5.8 on ylijännitesuojien avoimet kuntohavainnot. Kj-päätteiden tarkastuksia on vain 7 kpl ja yhtään kuntopoikkeamaa ei ole havaittu (taulukko 5.9). Kuitenkin päätteissä on havaittu yleisesti eristysvaipan vetäytymisiä, jotka korjataan. Pylväällä olevat kj-kaapelipäätteet tarkastetaan avojohtotarkastuksissa. Tarkastustulosten lukumääristä on havaittavissa, että osa keskijännitekaapelipäätteistä ei tule avojohtotarkastuksiin mukaan. Tämä johtuu siitä, ettei kaikkia kaapelipäätteitä ole piirretty verkotietojärjestelmään.

Taulukko 5.7. Kj-erottimien avoimet kuntohavainnot vuosien 2007 ja 2008 avojohtotarkastuksista ja vuosien 2007 - 2009 muuntamotarkastuksista.

Kj-erotin, kuntohavainnot (tarkistettu 158 kpl)				
	Havainto (kpl)	Havainto lkm./		
		havainnot yht.	Havainto lkm./ tarkistetut kohteet	
Kj-erotin, erottimen numero: puutteellinen	1	100,0 %	0,6 %	
Kj-erotin, erottimen ohjaus: puutteelliset	0	0,0 %	0,0 %	
Kj-erotin, erottimen ohjaus: kunnossa, korj.tark.	0	0,0 %	0,0 %	
Kj-erotin, erottimen kunto: puutteellinen	0	0,0 %	0,0 %	
Kj-erotin, liitokset ja liitännät: puutteelliset	0	0,0 %	0,0 %	
yht.	1			

Taulukko 5.8. Ylijännitesuojien avoimet kuntohavainnot vuosien 2007 ja 2008 avojohtotarkastuksista ja vuosien 2007 - 2009 muuntamotarkastuksista.

Ylijännitesuoja, kuntohavainnot (119 kpl)				
	Havainto (kpl)	Havainto lkm./		
		havainnot yht.	Havainto lkm./ tarkistetut kohteet	
Ylijännitesuoja, ylijännitesuojien kunto: puutteellinen	1	25,0 %	0,8 %	
Ylijännitesuoja, verkon ylijännitesuojien kunto: puutteellinen	3	75,0 %	2,5 %	
yht.	4			

Taulukko 5.9. Kj-päätteiden avoimet kuntohavainnot vuosien 2007 ja 2008 avojohtotarkastuksista ja vuosien 2007 - 2009 muuntamotarkastuksista.

Kj-pääte, kuntohavainnot (tarkistettu 7kpl)				
	Havainto (kpl)	Havainto lkm./		
		havainnot yht.	Havainto lkm./ tarkistetut kohteet	
Kj-pääte, kaapeleiden mekaaninen suojaus: puutteellinen	0			
Kj-pääte, päätteiden kunto: puutteellinen	0			
Kj-pääte, kaapeleiden vaipat: puutteelliset	0			
yht.	0			

6 KUNNOSSAPIDON SUUNNITTELU

Keski- ja pienjänniteverkon kunnossapitotarkastuksia on tehty Xpowerin kunnossapitosovelluksella vuodesta 2007 lähtien. Tällä hetkellä vain avojohto-, jakokaappi- ja muuntamotarkastukset suunnitellaan Xpowerin kunnossapitosovellukseen. Muut suunnitelmat ja työt suunnitellaan manuaalisesti. Muita kunnossapitotarkastuksia ovat maadoitusmittaukset ja lämpökamerakuvaukset. Kunnossapitotöitä ovat johtokatu- ja raivaukset. Kunnossapitotöiden ja tarkastussuunnitelmien sähköinen suunnittelu helpottaa toteutusten seuranta- ja parantaa dokumentointia. Lisäksi lähitulevaisuudessa ajoneuvot varustetaan kannettavilla tietokoneilla, jotka mahdollistavat kunnossapitosuunnitelmien ja -töiden vastaanottamisen. Tällä hetkellä valmius on vain kunnossapitotarkastajien kannettavan tietokoneen avulla.

Kunnossapitotarkastusten ja -suunnitelmien tekeminen Xpowerin kunnossapitosovelluksessa etenee seuraavasti. Kunnossapitotoiminnon alta avataan kunnossapidon hallinta. Ikkunassa on kolme välilehteä, jotka hierarkiajärjestyksessä ovat kunnossapitoteema, kunnossapitosuunnitelma ja kunnossapitotyö. Kunnossapitoteemaan tehdään työtä kuvaava otsikko ja valitaan työhön teeman mukaiset lajit. Kunnossapitoteemoja ovat esimerkiksi avojohto-, muuntamo ja jakokaappitarkastukset. Lajit ovat komponenttien nimikkeitä ja niille kunnossapitotyö tai -tarkastus tehdään. Näitä ovat esimerkiksi kj- ja pj-pylväät, muuntamot ja pj-keskukset. Lisäksi teemaan valitaan tarkastustiedot, joita ovat tarvittavat kuntotyypit ja attribuutit. Kunnossapitosuunnitelmat voivat sisältää useita kunnossapitotöitä. Kunnossapitotöihin lisätään yksilöidyt kohteet karttapohjalta.

6.1 Suunnitelmien nimeäminen

Suunnitelmien johdonmukainen nimeäminen helpottaa töiden seuranta- ja parantaa dokumentointia. Tällä hetkellä kunnossapitosuunnitelmille ja -töille ei ole yhtenäistä nimeämistapaa. Niiden nimeämisessä on käytetty vaihtelevaa tyyliä. Opinnäytetyön aikana kunnossapitosuunnitelmat nimettiin uudelleen. Nyt kunnossapitosuunnitelmat noudattavat muotoa kunnossapitoalue_tarkastusteema_tarkastusvuosi. Näin esimerkiksi vuoden 2007 muuntamotarkastukset saavat nimen kaapelialue5_muuntamot_2007. Nimi kuvaa hyvin tarkastuksen sisältöä ja ajankohtaa. Näin tarkastusten toteutusten seuranta helpottuu.

6.2 Maadoitusmittaukset

Maadoitusmittausten aikataulujen hallinnassa käytetään Excel-pohjaa, johon on merkitty kaikki muuntamot ja niiden maadoitustavat. Yksijohtimiset maadoitukset mitataan kuuden vuoden välein ja useammalla maadoitusjohtimella varustetut mitataan 12 vuoden välein. Käyttökeskus vastaa suunniteltujen maadoitusten mittaamisesta. Mittaustulokset tallennetaan manuaalisiin lomakkeisiin, jotka toimitetaan maadoituksista vastaavalle henkilölle. Maadoituksista kerätään myös rakennetiedot. Rakennetietoja ovat maadoitusjohtimen paksuus ja verkkon rakenne. Mittaustulosten perusteella tehdään maadoituksiin tarvittavat korjaukset. Maadoitusmittausten tulokset dokumentoidaan manuaalisesti ja sähköisesti. Maadoitusmittaustulokset siirretään manuaalisista lomakkeista verkkotietojärjestelmään piirtämössä, minkä jälkeen manuaaliset lomakkeet arkistoidaan. Näin dokumentointi on kahdennettua.

Maadoitusmittaussuunnitelmat tulisi tehdä Xpowerin kunnossapitosovelluksella. Excel-pohjaisen aikataulun mukaiset muuntamot liitetään maadoitusmittaussuunnitelmaan, minkä jälkeen suunnitelma siirretään verkkolevylle ja sieltä edelleen kannettavaan tietokoneeseen. Maadoitusmittauksen tekijä kirjaa mittaustulokset suoraan sähköiseen muotoon komponentin maadoitustietoihin. Tuloksista kirjataan resistanssin arvo, päiväys ja mittaajan nimikirjaimet. Manuaalisia lomakkeita ei käytettäisi ollenkaan. Maadoitusmittaussuunnitelman valmistuttua suunnitelma siirretään verkkolevylle ja tarkastuksen jälkeen myös master-tietokantaan. Tarkastuksessa määritellään mahdolliset korjauspuutteet ja kirjaamispuutteet. Näin eri henkilöiden ei tarvitse kirjata mittaustuloksia tietojärjestelmään, vaan ne on kirjattu jo mittausvaiheessa. Näillä toimenpiteillä poistetaan kaksinkertainen dokumentointi ja helpotetaan oleellisesti maadoitusmittausten seuranta. Työn aikana tehtiin maadoitusmittaussuunnitelma vuodeksi 2010 käyttäen Xpowerin kunnossapitosovellusta.

Excel-pohjaisessa maadoitusmittausaikataulussa havaittiin korjaamista muutamien muuntamoiden osalta. Mittausaikatauluun vaikuttava maadoitusrakenne oli virheellisesti yksijohdinmaadoitus, vaikka todellisuudessa muuntamot olivat kahden maadoitusjohtimen varassa. Tässä virhe oli turvallisempaan suuntaan eli maadoitukset mitattiin 12 vuoden sijasta kuuden vuoden välein.

6.3 Johtokatuja raivaus

Johtokatuja raivausta tehdään tällä hetkellä vuosittain. Urakoitsija tekee ne raivaussuunnitelmien mukaisesti. Raivaussuunnitelmat tehdään käsin manuaaliselle muuntopiirikaavioille. Raivattavat johtokadut valitaan pistokoehavaintojen perusteella. Dokumentoinnin parantamisen ja raivausohjelman seurattavuuden helpottamiseksi raivaussuunnitelmat tulisi tehdä Xpowerin kunnossapitosovelluksella. Raivaussuunnitelmaa tehtäessä raivattavat johtokadut haetaan joko avojohtotarkastusten kuntohavainnoista tai määritellään muuten. Suunnitelmiin valitaan tarkastustiedoiksi johtokadun raivausastetta kuvaavat kuntotyypit, jotka massapäivitetään työn valmistuttua. Kuntotyyppien massapäivityksellä muutetaan kuntotarkastuksissa havaitut kuntopoikkeamat normaaliksi. Suunnitelmista otetut karttatulosteet helpottavat tarjouspyyntöjen tekemistä ja työn ohjausta.

Tällä hetkellä avojohtotarkastusten pohjalta ei voi tehdä raivaussuunnitelmia. Tarkastuksissa ei ole määritelty, onko linjojen lähellä olevat puut alhaalta kasvaneiden puiden latvoja vai oksia, jotka ovat liian lähellä johtokatuja kapeuden vuoksi. Näin kunnossapitotoimien kohdistaminen johtokadun pohjan raivaukseen tai leventämiseen ja oksimiseen on mahdotonta. Tulevaisuudessa, kun havainnot täsmentyvät, suunnitelmat on mahdollista tehdä havaintojen pohjalta. Työn aikana tehtiin raivaussuunnitelmaesimerkki käyttäen Xpowerin kunnossapitosovellusta.

6.4 Lämpökamerakuvaus

Lämpökameralla kuvataan kaikki edellisenä vuonna käyttöön otetut muuntamot ja jakokaapit pistokokein. Tällä hetkellä lämpökamerakuvaus suunnitellaan ja dokumentoidaan manuaalisesti. Lämpökamerakuvausten dokumentoinnin parantamiseksi ja seurattavuuden helpottamiseksi ne tulisi suunnitella Xpowerin kunnossapitosovelluksella. Lämpökamerakuvausdokumentoimiseksi on lisäksi tehtävä uusi attribuuttimerkintä komponentin ominaisuusikkunaan vapaat attribuutit -välilehdelle. Lämpökuvaus-attribuutin arvo olisi päiväys, joka osoittaa kuvauksen ajankohtaa. Kuntopoikkeamaraportit tehtäisiin edelleen manuaalisesti. Tämän työn aikana tehtiin lämpökamerakuvaussuunnitelma esimerkki käyttäen Xpowerin kunnossapitosovellusta.

6.5 Kunnossapitoalueisiin tehtävät muutokset

Kunnossapitotarkastukset suunnitellaan Xpowerin kunnossapitosovellukseen tehtyjen kunnossapitoalueiden ja vuosittaisen kierron perusteella. Kunnossapitoalueelta valitaan kuhunkin tarkastusteemaan liittyvät kohteet ja tehdään niistä kuntotarkastussuunnitelma. Kaapeliverkol-

le tehtävät kuntotarkastukset suunnitellaan kuvan 4.2 kaapelialueiden mukaisesti. Kuvasta on havaittavissa, että aluejako ei kata koko Kuopion Energian sähköverkon aluetta. Osa kaapeliverkosta jää aluerajauksen ulkopuolella eikä tule mukaan kuntotarkastussuunnitelmiin. Kaapelialueita onkin laajennettava käsittämään koko sähköverkon alue. Näin varmistetaan kaikkien kaapeliverkon osien mukaan tuleminen.

Avojohtotarkastukset suunnitellaan kuvan 4.1 avojohtoalueiden mukaisesti. Tällä hetkellä kunnossapitoalueet noudattavat kaupunginosien rajoja. Tämä on toisaalta hyvä ja selkeä ratkaisu, mutta tarkastamisen kannalta ei. Tarkastuksissa tulisi pyrkiä sähkötekniisiin toimintakokonaisuuksiin. Alueiden rajaus kaupunginosien rajojen mukaisesti johtaa usein siihen, että sama johtolähtö tarkastetaan useassa eri osassa ja eri vuosina. Pahimmillaan johtolähdöstä jää tarkastuksen ulkopuolelle yksittäinen pylväs. Avojohtoalueen muuttaminen johtolähtöjä noudattavaksi on lähes mahdotonta, mutta alueiden uudelleen rajaamisella mahdollistetaan tarkastusten päätyminen selvään verkon kohtaan. Näitä selviä verkonkohtia ovat esimerkiksi johtolähtöjen haarat tai erottimet. Alueiden rajoja muutettaessa on huomioitava sen vaikutukset kunnossapitotarkastusten aikatauluun. Pahimmillaan aikataulu voi jäädä kuusi vuotta suunnitellusta jälkeen.

Työn aikana avojohtoverkon kunnossapitoalueita muutettiin vastaamaan paremmin sähkötekniisiä kokonaisuuksia. Muutokset eivät ole isoja, vaan pikemminkin aluerajauksen täsmentämistä. Aluemuutoksista johtuvat tarkastamattomuudet tulee hoitaa tulevien vuosien tarkastuksissa.

6.6 Lahoisuustarkastukset

Pylväiden lahoisuustarkastukset ovat keskeisessä asemassa avojohtoverkkojen kunnonseuranta. Lahoisuustarkastuksien perusteella luodaan kuva pylväiden kunnosta ja huomioidaan niiden yksilöllinen vanheneminen. Avojohtoverkon uusiminen kuntoon perustuvana tehdään usein pylväiden kunnon mukaan /2/. Lisäksi asentajien työturvallisuus on riippuvainen pylväiden kunnosta.

Lahoisuustarkastukset eivät tällä hetkellä kuulu Kuopion Energian kunnossapito-ohjelmaan. Se on nähtävissä pylväiden lahoisuudesta tehtyjen havaintojen puuttumisesta. Viimeksi pylväiden lahoisuustarkastuksia on tehty 90-luvun alkupuolella. Nykyään pylväiden lahoisuutta on ainoastaan arvioitu silmämääräisesti avojohtotarkastusten yhteydessä. Silmämääräisissä tarkastuksissa on mahdollista havaita ainoastaan pintalaho ja tikankolot sekä halkeamat. Erietyisesti katkolahon havaitseminen on hyvin vaikeaa. Katkolahoinen pylväs säilyttää hyvin alkuperäisen muotonsa ja kovuutensa, mutta se saattaa katketa varoittamatta /12/. Luotettavin

keino lahoisuuden toteamiseksi on käyttää perinteisiä piikkikoe-, lastun veisto-, koputtelu- ja kairausmenetelmiä. Tarkemmin lahoisuustarkastuksia on käsitelty Energiateollisuuden verkostosuosituksessa RJ 33-09. /12/

Kuopion Energian keski- ja pienjänniteverkossa on noin 5400 kyllästettyä puupylvästä, joista kj-pylväitä on noin 650 ja pj-pylväitä noin 4750. Näistä noin 2000 pylvään ikätietoa ei ole olemassa. Maaseudulla toimiviin jakeluverkkoyhtiöihin verrattuna pylväsmäärät ovat hyvin pieniä. Esimerkiksi Kainuun Sähköverkot Oy:ssä (nykyisin EON Kainuun Sähköverkko Oy) lahotarkastetaan vuosittain 4000-4500 pylvästä /10/. Kainuun Sähköverkko Oy:n tilastoista on havaittavissa, että yli 35 vuotta vanhoissa pylväissä on havaittavissa melkoista lahoa ja pahoin lahonneiden pylväiden osuus kasvaa iän ylittäessä yli 40 vuotta /10/. Melkoinen laho tarkoittaa, että pylvään ympärillä on lahoa 11-20 mm ja pahoin lahonneessa sitä on yli 20 mm. Kainuun Sähköverkko Oy:n tilastoissa lahoisuusasteen luokitus perustuu Senerin verkostosuositukseen RJ 33-96. Sen on korvannut Energiateollisuuden verkostosuositus RJ 33-09, jossa lahoisuusasteita on vähennetty. Kuvissa 6.1 ja 6.2 on esitetty pahoin lahonneen pylvään vaurioita.



Kuva 6.1. Tukipylväs on katkennut lahoisuuden takia.



Kuva 6.2. Tarkempi kuva tukipylvään lahoisuusvauriosta.

6.6.1 Lahoisuustarkastuksien vaatimat kuntotyypit

Lahoisuustarkastuksessa pylväälle tehdään Energiategollisuuden verkostosuosituksen RJ 33-09 mukaiset toimenpiteet, jolla todetaan pylvään lahoisuus ja määritetään sen lahoisuusaste. Lahoisuusaste on kuntoluokitus, jonka tarkoituksena on helpottaa tarkastusmateriaalin käsittelyä. Lahoisuusasteen dokumentoimiseksi Xpowerin kunnossapitosovellukseen tarvitaan taulukon 6.1 mukainen kuntotyyppi. Siinä lahoisuusaste on luokiteltu 3 eri luokkaan. Lahoisuusasteessa 1 on näkyvää lahoa tai pehmennyttä ja tummunutta puuta. Terve tyvihalkaisija vaatimus 11 metriä pitkällä ja tätä lyhyemmällä pylväillä on vähintään 15 cm. Metrin lisäys pylvään pituuteen lisää terveen tyvihalkaisijanmittaa yhdellä cm:llä. Lahoisuusasteessa 2 lahoa esiintyy ympäri pylvään. Terve tyvihalkaisija vaatimus 11 metriä pitkällä ja tätä lyhyemmällä pylväillä on vähintään 13 cm, mutta korkeintaan 15 cm. Lahoisuusasteen 3 pylväs on pahoin lahonnut. Terve tyvihalkaisija vaatimus 11 metriä pitkällä ja tätä lyhyemmällä pylväillä on korkeintaan 13 cm. /12/ Kuntotyyppiin on lisättävä myös kuntoluokitus terve. Tällöin pylväessä ei ole havaittavissa lahoa ollenkaan.

Taulukko 6.1. Lahoisuusasteen dokumentoimiseksi tarvittava kuntotyyppi /12/.

Kuntotyyppi	Luokitus
Lahoisuusaste	1 Terve
	2 Lahoisuusaste 1
	3 Lahoisuusaste 2
	4 Lahoisuusaste 3

Lahoisuustarkastusten tavoitteena on parantaa asentajien työturvallisuutta pylvästyöskentelyssä. Lahoisuustarkastuksessa määritetään tervetyvihalkaisija, jota verrataan tarvittaessa asennuskuormalla vaadittaviin tyvihalkaisijavaatimuksiin. Mikäli pylvään tervetyvihalkaisija ei täytä vaatimuksia se muodostaa riskin pylvääseen nousevalle asentajalle. Nämä pylväät on merkittävä yhdellä tai kahdella keltaisella varoitusnauhalla. Varoitusnauhoihin merkitään tarkastajan nimikirjaimet ja päiväys. Yksi varoitusnauha merkitsee, ettei pylvääseen saa nousta ilman tuentaa. Kahdella keltaisella varoitusnauhalla merkittyyn pylvääseen on nouseminen kokonaan kielletty. Merkittyjä pylväitä varten on tehtävä taulukon 6.2 mukainen kuntotyyppi Xpowerin kunnossapitosovellukseen. /12/

Taulukko 6.2. Pylvääseen nousua rajoittavat turvallisuusmerkinnät ja niiden dokumentoimiseksi tarvittava kuntotyyppi /12/.

Kuntotyyppi	Luokitus
Varoitusrenkaat	1 Ei tarvetta
	2 1 nauha, tuettava ennen nousua
	3 2 nauhaa, nouseminen kielletty!

6.6.2 Tuuli- ja jääkuormalla kriittiset pylväät

Lahoisuustarkastajan havaitessa pylvään, jonka tervetyvihalkaisija on jää- tai tuulikuormalla kriittinen, on sen tervetyvihalkaisija merkittävä pylvään rakennetietoihin. Xpowerin kunnossapitosovelluksessa pylvään rakennetiedot kirjataan kuvan 6.3 mukaiselle välilehdelle. Energiategollisuuden verkostosuosituksen RJ 33-09 mukaan pylväältä tulisi kirjata myös jännevälän keskiarvo ja korkeusvaihtelu. Valmista tilaa välilehdellä ei ole, mutta se on tehtävissä muuttamalla tietokantaa. Ohjelmistopäivityksen jälkeen muutokset on aina tehtävä uudelleen. Jännevälän keskiarvo on mitattavissa karttapohjalta, joten jännevälän kirjaamisen takia muutoksia ei tarvitse tehdä. Korkeusvaihtelun on myös arvioitavissa karttapohjalta ja tarvittaessa se voidaan tarkastaa jälkikäteen paikanpäällä.

KJ-PJ-UV-pylväs, 600 - KJ Puu I-pylväs

Yleistiedot Orsi Sijainti Vapaat attribuutit -lista Liitteet Huomautus Kunnossapitotiedot Mittauserä

Tunnus

Kyllästysvuosi Kyllästys

Asennusvuosi Alue

Käyttöönottopäiväys Omistaja

Mitoitus

Kokonaiskorkeus (m) Halkaisija maantasalla (mm)

Maanpäällinen korkeus (m) Laskennassa käytettävä korkeus (m)

Rakenne

Perustamistapa Pylvästyppi

Rakenne Harus

Pylväs on Risteyspylväs Suojapylväs Luokitus

Yhteiskäyttö

Yhteiskäyttö Telecomkaapelipareja

Pylväslaji johdolle KJ-johdo 600 PJ-johdo 650 UV-johdo 0

OK Hyväksy Peruuta Ohje

Kuva 6.3. Xpowerin kunnossapitosovelluksen pylvään yleistiedot välilehti. Pylvään tervetyvihalkaisija merkitään kohtaan halkaisija maantasalla (mm) ja tuuli- tai jääkuormalla kriittisen pylvään maanpäällisen osan pituus kohtaan maanpäällinen korkeus (m).

7 TIEDON KERÄÄMINEN

Jakeluverkon kunnossapitotarkastukset on tehty vuodesta 2007 lähtien Xpowerin kunnossapitosovelluksella. Kunnossapitosovelluksella tehdyt tarkastussuunnitelmat siirretään kannettavaan tietokoneeseen ja tarkastukset tehdään niiden mukaan. Suunnitelmaan liitetään tarkastusteeman mukaiset kohteet ja nämä tarkastetaan määritettyjen kuntotyyppien mukaisesti. Jokaiselle tarkastettavalle verkon komponentille on määritetty kuntotyypit ja näille kuntotyypeille kuntoluokat.

Kuntotyypit perustuvat vanhoihin kuntotarkastuslomakkeisiin. Kuntotyyppien avulla määritetään ne tiedot, joita tarkastuksessa halutaan selvitettävän. Näiden tietojen perusteella muodostetaan kuva tarkastettavan kohteen kunnosta. Lisäksi kunnossapitotarkastuksien yhteydessä on mahdollista kerätä komponenttien rakennetietoja ja risteämätietoja. Rakennetiedoilla tarkoitetaan komponentin tietoja sen iästä, valmistajasta ja tyypistä. Risteämätiedoilla tarkoitetaan johtokaduilla ja niiden välittömässä läheisyydessä tapahtuneita ympäristömuutoksia, kuten uudet tiet ja risteykset sekä rakennukset.

7.1 Rakennetietojen kerääminen

Rakennetietojen keräämisellä tarkoitetaan sähköverkon komponenttien ominaistietojen keräämistä ja täydentämistä. Rakennetietoja ovat komponentin ikä, tyyppi, valmistaja ja sähköiset tyyppiarvot. Rakennetiedot näkyvät verkkotietojärjestelmässä komponentin ominaisuusikkunassa. Ominaisuusikkuna on jaettu yleistietoihin, teknisiin tietoihin, sijaintitietoon ja muihin komponenteista riippuviin tietoihin.

Tärkeimpien verkonkomponenttien, kuten jakelumuuntajat, rakennetiedot ovat varsin täsmällisiä. Myös jakokaapeista rakennetietoja on saatavilla, mutta jonovarokeytkimien tiedot vaihtelevat. Karkeasti ajatellen kaapeliverkon komponenteista on rakennetietoja, mutta avojohtoverkosta näitä tietoja on varsin niukasti. Pylväiden osalta ikätieto ja kyllästystapa vaikuttavat pylväiden käyttöikään. Ikätieto kirjataan, mikäli kyllästysnaula on vielä tallessa, mutta kyllästystapa ja kyllästyslaitoksen tunnus jäävät edelleen kirjaamatta. Pylväiden mahdolliset harukset on kirjattu rakennetietoihin. Yhteiskäyttömerkintöjä on kerätty kuntotyypillä ´vieraat johdot´, mutta niitä ei ole varsinaisesti siirretty rakennetietoihin. Ylijännitesuojista tiedetään vain niiden sijainti, mutta kattavasti ei ole tietoa siitä, ovatko ne venttiilisuojia vai kipinävälillisiä ylijännitesuojia. Pylväsmaadoitusten sijainti on osittain tiedossa.

Kerättävistä rakennetiedoista ja niiden tarkastamisesta ei ole tavoitteellista linjausta. Tarpeellista olisi määrittää kunkin komponentin tarvittavat rakennetiedot ja se minimitaso, johon on päästävää. Tiedon kerääminen olisi tehtävä suoraan komponentin rakennetietoihin, eikä niitä tulisi kerätä kuntotyypeillä. Tällä jaolla varmistetaan, ettei kuntotyyppien rakennetta tarvitse muuttaa. Kuntotyyppien kuntoluokitusten oletusarvona on jokin kuntoluokitus, kuten kunnossa. Kuntoluokituksen oletusarvoa käytetään hyväksi selvissä kohteissa, jotka kuitataan tarkastetuksi komennolla ´tarkasta kaikki´. Komento ´tarkasta kaikki´ asettaa kohteen kuntotyypit oletusarvoiseen tilaan ja näin nopeuttaa tarkastusta. Tästä johtuen esimerkiksi pylvään harusten kuntoluokitukseksi voi tulla kunnossa, vaikka todellisuudessa pylväällä ei ole haruksia.

7.2 Pylväiden kuntotyypit

Nykyiset kuntotyypit perustuvat aiemmin käytössä olleisiin manuaalisiin lomakkeisiin, jotka on siirretty Xpowerin kunnossapitosovelluksen tietokantaan. Manuaalisessa lomakkeessa kuntotyyppien käyttöä oli ohjeistettu erillisessä huomautussarakkeessa. Tätä taulukon 7.1 mukaisista huomautussaraketta oli mahdollista käyttää myös täydentämään kuntotyyppin tietoa. Tämä huomautussarake on kirjattu myös Xpowerin kunnossapitosovelluksen tietokantaan. Sen sisältö ei näy suoraan tarkastajalle, vaan tarvittaessa se on nähtävissä erikseen avaamalla. Xpowerin kunnossapitosovelluksessa tätä huomautussaraketta ei voi käyttää täydentämään kuntotyyppin tietoa.

Taulukko 7.1. Pylväiden laajoja kuntotyyppisiä ja niiden kuntoluokitukset. Manuaalisessa lomakkeessa oli kuvan mukainen huomautussarake, jota oli mahdollista käyttää täydentämään kuntotyyppin tietoa, mutta Xpowerin kunnossapitosovelluksessa tämä ei ole mahdollista.

Kuntotyyppi	Luokitus	Huom.
Harusten ja tukien kunto	0 Kunnossa	kiinnitys, mekaaninen kunto,
	1 Ei kuulu rakenteeseen	säieviat, kiristys,
	2 Puutteellinen	turvamerkinnot
Latvarakenteet	0 Kunnossa	koukut, tapit, orret, kannattimet,
	2 Puutteelliset	ripustimet, kiinnitys, kunto

Manuaalisen lomakkeen etuna oli myös, että samalle kuntotyypille oli mahdollista antaa useita kuntoluokituksia. Xpowerin kunnossapitosovelluksessa tätä mahdollisuutta ei ole vaan jokaiselle kuntotyypille on mahdollista antaa vain yksi kuntoluokitus. Tämä hankaloittaa tarkastajan työtä, mikäli laajaan kuntotyyppiin olisi laitettava useampi kuntoluokitus. Taulukossa 7.1 on esimerkki laajoista kuntotyypeistä. Kuntotyyppien mukaan tarkastetaan kaikki pylvään latvassa olevat rakenteet tai harusten ja tukien kunto. Latvarakenteita ovat orret, koukut ja erilaiset kannattimet. Harusten ja tukien kunnossa kiinnitetään huomiota niiden kiinnitykseen,

mekaaniseen kuntoon, harusvaijerin säievikoihin ja kiristykseen sekä turvamerkintöihin. Näin yhden kuntotyypin kuntoluokitus voi tarkoittaa usean kohteen luokitusta. Tämä ongelma toistuu myös pylvään kuntotyypissä ´mekaaninen kunto´, jolle voi antaa kuntoluokitukseksi ´latvalaho´, ´tyvilaho´ ja ´koloja tai halkeamia´. Tämä ongelma on poistettavissa lisäämällä kuntotyyppejä. Kuntotyyppeiden lisäämisestä ei koidu tarkastajalle ongelmia, sillä oletusarvoisesti kuntotyypeille annetaan kuntoluokitukseksi ´kunnossa´. Tarkastaja voi halutessaan kuitata kaikki kuntotyypit oletustilaan ja sen jälkeen muuttaa vain tiettyä kunto- ja kiireellisyysluokkaa. Kuntotyypeille on myös mahdollista antaa lisätietoa tekstimuodossa. Kuntotyypin jäljessä olevasta huutomerkistä havaitsee, että kuntotyypille on annettu lisätietoa. Paljon käytettynä tekstimuotoinen lisätieto hankaloittaa kunnossapitotiedon käsittelyä, sillä lisätiedon lukemiseksi se on avattava uuteen ikkunaan. Harvinaisimmissa tilanteissa sen käyttäminen on suositeltavaa.

Työn aikana havaittiin, että erityisesti kuntotyyppeiden laajuus aiheuttaa ongelmia pylväiden osalta. Niiden parantamiseksi haettiin ratkaisua luomalla itse uusia kuntotyyppejä ja hyödyntämällä verkostosuositusten sekä muiden verkkoyhtiöiden käyttämiä kuntotyyppejä /10;12/. Liitteessä 1 on esitys pylväiden uusista kuntotyypeistä. Kuntotyyppeiden rakenteessa käytettiin myös luokitusta ´kyllä´ ja ´ei´. Mikäli pylvällä on maadoitusjohdin, haruksia, kaapelinousu tai sille tehdään lahoisuustarkastus, kuntotyypille annetaan luokitukseksi kyllä. Tämän jälkeen kohteen kuntotyypit avataan + merkistä.

7.3 Kaapeli- ja johtotaulujen vaatima kuntotyyppi

Kaapeli- ja johtotauluilla osoitetaan vesistökaapelien ja ilmajohtojen sijainti vesialueella. Ne on sijoitettava vesialueen kummallekin rannalle kohtisuoraan kaapeli tai johdon suuntaan vasten siten, että tauluja yhdistävä suora osoittaa niiden sijainnin. Lisäksi ne on oltava helposti havaittavissa /13/. Merkkien asentamisesta ja ylläpidosta huolehtii vesistökaapelin tai ilmajohtojen omistaja /14/.

Tällä hetkellä vesistökaapelikylyt eivät ole verkkotietojärjestelmässä eikä niitä tarkasteta ollenkaan. Jotta niiden kunto ja näkyvyys tulevat tarkastetuksi, kylyt on luotava verkkotietojärjestelmään uutena tauluna tai lajina. Lisäksi niille on tehtävä kuntotyypit ja niille kuntoluokat. Taulukossa 7.2 on esimerkki uudesta taulusta, jonka lajeja ovat kaapeli- ja johtotaulu. Ne voidaan tehdä myös kj-johtoalkio-tyypin alle. Taulukossa on myös esimerkki tarvittavista kuntotyypeistä ja -luokituksista. Taulu- ja lajimerkinnot ovat Xpowerin tietokannan hierarkiaa. Kaapeli- ja avojohtotaulut tulisi tarkastaa avojohtotarkastusten yhteydessä.

Taulukko 7.2. Kaapeli- ja johtotaulujen vaatimat taulu- ja lajimerkinnot sekä niille tehdyt kuntotyypit ja -luokitukset.

Taulu	Laji	ID	Kuntotyyppi	Luokitus	
Varoitusmerkit	Kaapelitaulu		pinnan kunto	0 kunnossa	
				1 maalaustarve	
				2 lahonnut	
				3 ruosteessa	
	Johtotaulu				4 muu vaurio
					0 kunnossa
					1 korj.tark
					2 raivattava
				ympäristö	0 kunnossa
					1 korj.tark
					2 raivattava
					0 kunnossa
			näköyhteys	1 estynyt osittain	
				2 estynyt kokonaan	

7.4 Kuntoluokituksen `korjattu tarkastaessa` ja `ei tarkastettavissa` lisääminen

Kuntotarkastuksen aikana tarkastaja tekee pieniä korjauksia ja parannuksia. Näitä ovat esimerkiksi hengenvaarakyltin lisääminen ja vaarallisten reunapuiden poistot. Tämä pätee varsinkin tilaaja-tuottajamallissa. Tällä hetkellä tarkastukset tehdään omana työnä ja tarkastusten aikana tehtävät korjaukset ovat merkittävässä asemassa. Toisaalta tilaaja-tuottajamallissa tarkastukset ja niiden aikana tehtävät pienet korjaukset ovat yksikköhinnoiteltuja, joten toimenpiteiden kappalemäärät ovat laskutusperuste. Tarkastusten aikana tehtäviä korjauksia tehdään tavallista enemmän eikä niistä jää merkintää komponenttien kuntohistoriaan. Näitä ovat esimerkiksi pylväshatun, hengenvaarakyltin ja yhteyskäyttönauhan lisääminen. Lisäksi harusten kiristäminen ja muiden merkintöjen korjaaminen ovat yleisiä toimenpiteitä. Taulukossa 7.3 on esimerkki kuntoluokituksen `korjattu tarkastaessa` lisäämisestä turvallisuuskilvet kuntotyyppiin.

Taulukko 7.3. Kuntoluokitus `kunnossa korj.tark.` lisättyinä turvallisuuskilvet kuntotyyppiin.

Kuntotyyppi	Luokitus
Turvallisuuskilvet	0 Kunnossa
	1 Kunnossa korj.tark.
	2 Puutteelliset

Kuntoluokituksen `ei tarkastettavissa` lisäämisen tarkoituksena on parantaa tarkastusten luotettavuutta. Tällä hetkellä esimerkiksi pylväsvaaro-erottimien sulakekokomerkinnän tarkastuksessa joudutaan tilanteeseen, jossa merkintää ei nähdä selvästi. Tarkastajalla voi antaa kuntoluokitukseksi `kunnossa`, `ei kuulu rakenteeseen` tai `puutteellinen`. Mikään näistä kolmesta ei ole hyvä vaihtoehto todellisen tilanteen kuvaamiseksi. Kuntoluokituksen `ei tarkastettavissa` lisääminen olisi tarvittava vaihtoehto. Muita kohteita ovat varsinkin muuntamoiden

kohteet kuten ylijännitesuoja ja kaapelipääte. Kuntoluokitus ´ei tarkastettavissa´ on jo käytössä esimerkiksi pj-keskus pylväsmuuntamalla kuntotyypissä ´pääkytkimen kunto´.

7.5 Kj-kojeistojen eristysaineiden ristiriidat

Keskijännitekojeistoille on olemassa eristysaineen mukaisia ja kaikille yhteisiä kuntotyyppejä. Eristysaineita ovat ilma ja SF₆-kaasu. Ilmaeristeiselle kojeistolle on kuntotyypit ´erottimien kunto´, ´liitokset ja liitännät´, ´tukieristimien kunto´, ´turvaetäisyydet´ ja ´työskentelysuojat´. SF₆-kaasueristeiselle kojeistolle on kuntotyypit ´erottimien asennonosoitukset´, ´jännitteenilmaisin´ ja ´SF₆-paine´. Tarkastaja näkee suoraan kaikki eristysaineesta riippumattomat kuntotyypit. Eristysaineiden mukaiset kuntotyypit näkyvät vasta, kun kuntotyypilistausta avataan + merkistä. Sitä ennen tarkastaja on voinut antaa kuntoluokitukseksi eristysaineelle ´kyllä´ tai ´ei´. Tällä hetkellä verkkotietojärjestelmässä on 33 kpl keskijännitekojeistoa, joiden todellinen ja kuntoluokituksen osoittama eristysaine eroavat toisistaan. Nämä ristiriitaisuudet osoittavat, että tarkastajille ei ole tarkkaan selvitetty, miten kuntotyyppien rakenteet eroavat toisistaan. Toisaalta tarkastajan näkemykset kojeistojen eristysaineista vaativat vielä tarkistamista. Tämä epäkohta on poistettavissa perehdyttämällä tarkastajat tarkemmin käytettäviin kuntotyyppihin.

7.6 Haaroitusputken vaatimat kuntotyypit

Uutena sähköverkon komponenttina on otettu käyttöön haaroitusputki. Nimi kuvaa hyvin sen rakennetta ja käyttötapaa. Haaroitusputkessa haaroitetaan pj-kaapeli liittimillä ja sen kansi lukitaan ruuveilla. Rakennemateriaali on muovia. Komponentti on taulussa pj-keskus ja tällä hetkellä sille ei ole liitetty kuntotyyppejä. Sen tarkastamiseksi sille on liitettävä pj-jakokaapin kuntotyypeistä ´kaapeleiden vaipat´, ´kulkutiet´, ´puhdistustarve´, ´pinnankunto´ ja ´liitokset ja liitännät´.

7.7 Johtokadun leveyden vaatima kuntotyyppi

Nykyiset johtokadun raivausastetta kuvaavat kuntotyypit eivät tue johtokatuja leventämistä tulevia havaintoja. Johtokatuja leveyden kuvaamiseksi tarvitaan taulukon 7.4 mukainen uusi kuntotyyppi ´johtokadun leveys´. Siinä johtokadulle annetaan tarvittavan toimenpiteen mukaisia kuntoluokkia. Näitä kuntoluokkia ovat ´kunnossa´, ´kunnossa (korj.tark.)´, ´oksittava´, ´sirklauk´ tai ´levennettävä´. ´Kunnossa (korj.tark.)´ kertoo tarkastaessa johtokadun leventämiseksi tehdyn toimenpiteen. ´Oksimistarve´ kuvaa vähäistä oksasahalla käsin tehtävää oksien poistamista. ´Sirklauk´ osoittaa johtokadun olevan koneellisen oksien poiston tarpeessa. Levennettävältä johtokadulta on puita poistettava kaatamalla ne kokonaan. Kuva 7.1 esittää leventämisen tarpeessa olevaa johtokatua. Kuntoluokitukseksi tulisi antaa ´sirklauk´

eli oksat tulisi poistaa koneellisesti. Vastaavanlainen kuntotyyppi on käytössä Kainuun Sähköverkko Oy:ssä (nykyisin EON Kainuun sähköverkot Oy). /10/

Taulukko 7.4. Johtokadun leveyttä kuvaava kuntotyyppi, jolle voi antaa tarvittavan toimenpiteen mukaisen kuntoluokituksen. Näitä ovat 'kunnossa', 'kunnossa (korj.tark.)', 'oksittava', 'sirklaus' ja 'levitettävä'. /10/

Kuntotyyppi	Luokitus
Johtokadun leveys	0 Kunnossa
	1 Kunnossa (korj.tark.)
	2 Oksittava
	3 Sirklaus
	4 Levitettävä



Kuva 7.1. Leventämisen tarpeessa oleva johtokatu.

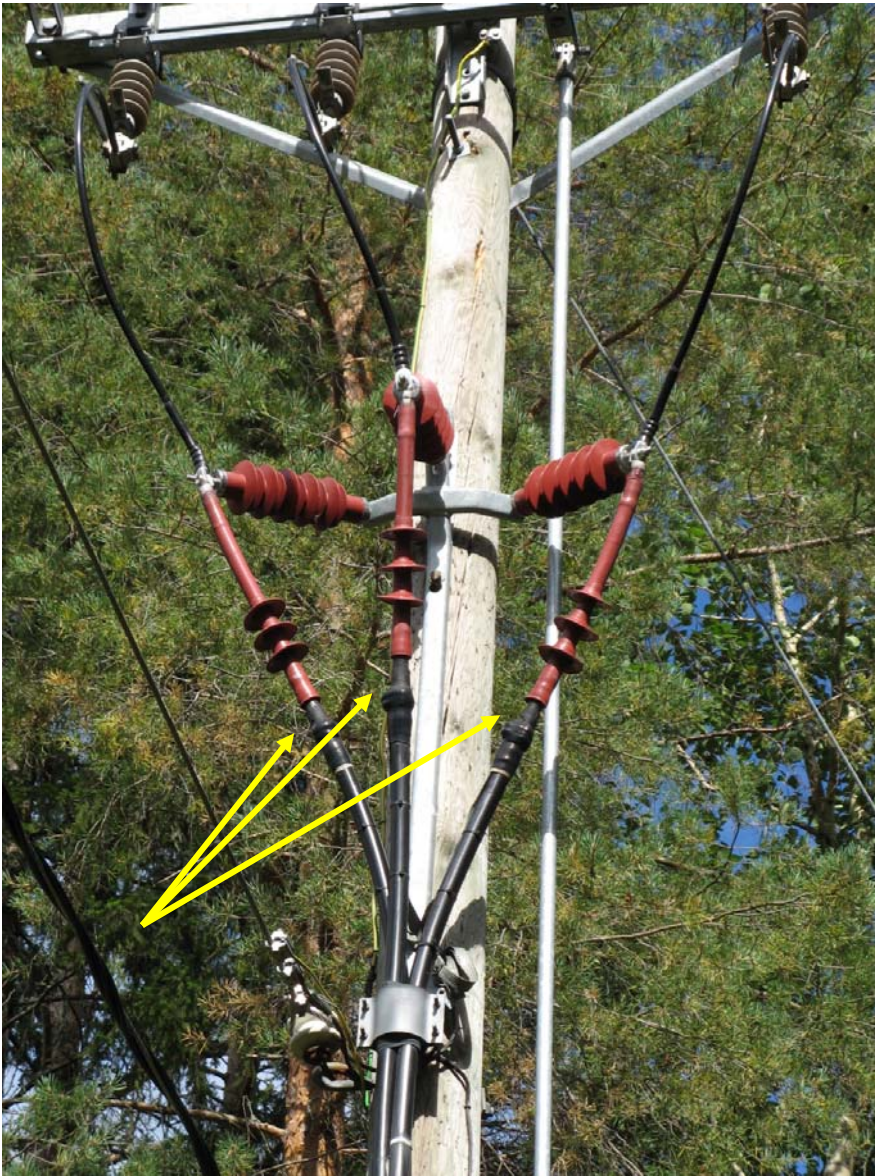
7.8 Valokuvauksen hyödyntäminen

Tällä hetkellä valokuvauksen hyödyntäminen on vielä vähäistä tai sitä ei ole ollenkaan. Sen käyttämisestä tulisi tehdä tapa, jolla selvitetään normaalista poikkeavia kuntohavaintoja. Näitä ovat erityisesti havainnot, jotka vaativat lisäselvityksiä. Kuntohavaintojen lisäselvitystarpeita on tällä hetkellä kirjattu verkon ylijännitesuojista, jakelumuuntajien öljyvuodoista ja pylvään vaurioista. Valokuvaamalla selvitystarpeen vauriot voidaan välttää turhat lisäkäynnit kohteella. Toisaalta valokuvaamalla voidaan täsmentää korjaamista vaativia kuntohavaintoja. Näitä ovat pylväiden vakavat kallistumat ja vaurioituneet pj-keskukset. Myös maalaustarpeessa olevista pj-keskuksista ja muuntamoista tulisi ottaa valokuvat. Näiden avulla voidaan arvioida toimenpiteitä tarkemmin. Kuvassa 7.2 on keskijännitekaapelipääte pylväällä, jossa on havaittu vaipan vetäytymisestä johtuva kuntopoikkeama. Tietokannassa tämä kuntopoikkeama on merkitty taulukon 7.5 kuntotyyppiin 'kj-kaapelipääte verkossa' luokituksella 'puutteellinen'. Sitä on voitu täsmentää antamalla lisätietoja 'kaapelinvaippa vetäytynyt'. On hyvin todennäköistä, että ilman valokuvan antamaa tietoa kuntopoikkeaman korjaamiseksi on käytävä paikalla.

Valokuvaamisesta tulisi jäädä merkintä myös tarkastuskohteen tietoihin. Tämä on tehtävissä lisäämällä tarkastuskohteisiin kuntotyyppi 'valokuvaus'. Kuntotyypin luokituksiksi tulisi määrittää 'teksti', jolloin sille voidaan antaa teksti ja numeerisia kuntoluokituksia. Kuntotyyppiin olisi kirjattava valokuvan tunnus, jonka olisi päivämäärän ja juoksevan numeron yhdistelmä. Päivämäärä olisi muotoa ppkkvv ja valokuvan juokseva numero olisi päiväkohtainen. Näin vuoden 2010 helmikuun ensimmäisen päivän kolmas valokuva saisi tunnukseksi 010210.3. Mikäli kohteesta otetaan useampi valokuva, attribuutin valokuvien juoksevat numerot erotetaan pilkulla. Tarkastuksen jälkeen valokuvat tulisi siirtää verkkolevylle, ja siirtämisen aikana valokuvan numerointi tulisi tarkastaa.

Taulukko 7.5. Kj-kaapelipääteessä havaittu kuntopoikkeama ja sen merkintä kuntotyyppissä. Korjaaminen vaatii lisätietoa, jota voidaan tuottaa valokuvaamalla kohde.

Kuntotyyppi	Luokitus
Päätteen kunto	0 Kunnossa
	2 Puutteellinen



Kuva 7.2. Kj-kaapelipäätteen kuntopoikkeama, jota on tarkennettu valokuvamalla. Kaapelinvaippa on hieman vetäytynyt.

7.9 Virheelliset avokaaviomerkinnot

Pj-keskusten avokaavioiden virheellisyys on yleisin keskuksista tehty kuntohavainto. Tarkastetuissa pj-keskuksissa virheellisiä avokaavioita on havaittu 121 kpl (12,5 %). Avokaaviota verrataan kohteeseen ja virheellisyydestä tehdään huomautus kuntotyyppiin ´kaapeli/ kenno-merkintä´ kuntoluokituksella ´avokaavio virheellinen´. Tieto avokaavion virheestä viedään piirtämöön, jossa virhe korjataan verkkotietojärjestelmään. Tiedon vienti tapahtuu muistilappuilla, sillä avokaaviovirheiden muuttaminen suoraan järjestelmään on hankalaa. Muistilappujen sisältö vaihtelee tarkastajasta riippuen.

Tällä hetkellä piirtämö korjaa ilmoitetut virheet ja epäselvissä tapauksissa niitä tarkennetaan paikan päällä. Kuntotyypin 'kaapeli/kennomerkintä' kuntoluokitus 'avokaavio virheellinen' jää muuttamatta avokaavioon muuttamisen jälkeen. Tämä johtuu tehtävien jaon puutteesta. Ei ole määritelty, kuka vastaa kuntoluokituksen muuttamisesta. Toisaalta tarkastuksessa tehty kuntoluokituksen muutos ei vielä näy verkkotietojärjestelmässä, koska tarkastustuloksia ei ole ajettu master-tietokantaan. Näin ollen piirtämössä muutoksia ei ole mahdollista korjata ainaakaan heti. Tämän takia pj-keskuksia on huoltolistalla 121 kpl. Olisi järkevää ohjeistaa kuntotarkastajia kirjaamaan kuntotyypin 'kaapeli/kennomerkintä' kuntoluokitukseksi 'kunnossa (korj.tark.)', mikäli tieto muutoksista viedään eteenpäin. Tällä toimenpiteellä vältetään avokaavioiden virheellisyydestä kertovan merkinnän jääminen tietokantaan. Tiedon välittämistä varten pj-keskusten avokaaviot tulisi tulostaa kansioon. Kansion etusivulla tulisi olla esimerkkilomake, johon on merkitty mitä asioita tulee tarkastaa. Tarkastettavia asioita ovat sulakkeiden koot, lähtöjen osoitteet, jonovarokeytkimientyyppi ja jakokaapintyyppi. Mikäli avokaaviossa on huomauttamista, kansiossa olevaan avokaavioon tehdään korjausmerkinnät ja toimitetaan se piirtämöön. Mikäli tarkastuksessa ei ole havaittu puutteita voidaan paperinen avokaavio hävittää. Tämä helpottaa oleellisesti piirtämön työtä, sillä näin avokaaviovirheet välittyvät samalla tavalla tarkastajasta riippumatta.

7.10 Kiireellisyysluokittelun täsmentäminen

Kiireellisyysluokalla voidaan osoittaa kuntopoikkeaman kiireellisyyttä. Tällä hetkellä kiireellisyysluokat ovat 'ei toimenpiteitä', 'huoltolistalle', 'selvitystarve' ja 'korjattava heti'. Tarkastajan antama kiireellisyysluokka on jälkikäteen muutettavissa. Kiireellisyysluokan muutostarve voi aiheutua kuntotarkastusmateriaalin tarkastuksen yhteydessä tai kuntohavainnon korjaamisen jälkeen. Kuntotarkastusmateriaalin tarkastuksessa on mahdollista poistaa havainto huoltolistalta muuttamalla kiireellisyysluokkaa. Tällöin kiireellisyysluokka 'huoltolistalle' muutetaan kiireellisyysluokkaan 'ei toimenpiteitä'. Samoin 'selvitystarve' voidaan osoittaa poistetuksi muuttamalla kiireellisyysluokkaa.

Nykyiset kiireellisyysluokat ovat hyvin kuvaavia. Niitä täydentämään olisi tehtävä kuitenkin kiireellisyysluokka 'erityistarkkailuun'. Tämä kiireellisyysluokka on ollut Xpowerin kunnosapitosovelluksen oletuksena, mutta se on poistettu käytöstä. Sen tarkoituksena on osoittaa kuntopoikkeaman vaatimaa erityishuomiointia seuraavassa tarkastuksessa. Se voi osoittaa, että on tarvetta tarkastaa kohde ennen seuraavaa tarkastusta. Ohjeistamalla kiireellisyysluokat tarkastajalla on lisää vaikutusmahdollisuuksia ohjata kunnonseurantaa. Näin on myös mahdollista vähentää huoltolistalla olevien kohteiden määrää. Kiireellisyysluokittelun ohjeistuksen esimerkki on taulukossa 7.6.

Kiireellisyysluokan ´ei toimenpiteitä´ saanut kuntopoikkeama kestää seuraavaan tarkastukseen eli seuraavat kuusi. Tällöin sen kuntopoikkeaman tilaa tulee tarkastella uudestaan. Kiireellisyysluokka ´erityistarkkailuun´ tarkoittaa, että kuntopoikkeama kestää seuraavaan tarkastukseen, mutta tarvitsee silloin erityishuomiota. Kiireellisyysluokka ´huoltolistalle´ osoittaa, että kuntopoikkeama on korjattava tietyn ajan kuluessa. Samoin ´korjattava heti´, mutta se on korjattava lyhyemmällä aikavälillä. Kiireellisyysluokka ´selvitystarve´ osoittaa kohteen vaatimaa lisäselvitystä. Lisäselvityksellä täsmennetään kohteen tilaa, jonka jälkeen sille määritetään uusi kiireellisyysluokka. /10/

Taulukko 7.6. Kiireellisyysluokittelu ja ohjeelliset toimenpide ajat /10/.

Kiireellisyysluokka	Toimenpide
Ei toimenpiteitä	Kunnossa seuraavat 6 vuotta
Erityistarkkailuun	Kiinnitettävä erityistä huomiota seuraavassa tarkastuksessa
Huoltolistalle	Korjataan 1 vuoden kuluessa
Korjattava heti	Korjataan 1 kuukauden kuluessa
Selvitystarve	Vaatii lisäselvityksiä

8. KUNTOTARKASTUSHAVAINTOJEN KÄSITTELY

8.1 Tarkastusmateriaalin tarkastaminen

Kuntotarkastuksissa kerätyt kunto- ja rakennetiedot tulisi tarkastaa ennen niiden siirtämistä Xpowerin verkkotietojärjestelmän master-tietokantaan. Sen tarkoituksena on korjata tarkastuksessa syntyneet virheet ja varmistaa, että kaikki kohteet on tarkastettu. Varsinaisia kuntotietoja on mahdotonta tarkastaa ilman kohteessa käyntiä, vaan tarkastuksessa on keskityttävä ristiriitaisiin rakennetietoihin ja tarkastamattomiin kohteisiin. Tarkastamattomat kohteet on helppo havaita tarkastusmerkinnän puuttumisesta. Kuntotietojen oikeellisuus jää varsinaisen kuntotarkastuksen tekijän vastuulle. Ristiriitaisilla rakennetiedoilla tarkoitetaan master-tietokannan ja kuntotarkastuksessa muutettujen rakennetietojen eroavaisuutta. Mikäli tarkastus tehdään master-tietokantaan siirtämisen jälkeen, aiemmat rakennetiedot häviävät ja ne korvautuvat uusilla tiedoilla. Tämän jälkeen tietojen ristiriitaisuutta on mahdotonta tarkastaa ilman kohteessa käyntiä.

Tällä hetkellä tarkastusmateriaalia ei juuri tarkasteta. Tarkastusmateriaali siirretään master-tietokantaan, jonka jälkeen tarvittavat korjaustoimenpiteet tehdään. Kiireelliset tapaukset korjataan suullisen ilmoituksen perusteella. Varsinaisesti tehtävään ei ole nimettyä henkilöä, mutta käytännön syistä tarkastusmateriaalin siirtää master-tietokantaan sama henkilö. Rakennetietoja ei tällä hetkellä juuri kerätä. Rakennetietoja kerätään ja täydennetään ainoastaan pylväiden ikätiedon ja harusten osalta. Tällä hetkellä tarkastusmateriaali tulisi tarkastaa lähinnä puuttuvien tarkastusten osalta. Mikäli tulevaisuudessa komponenttien rakennetietoja kerätään ja täydennetään kuntotarkastusten yhteydessä, tarve materiaalin tarkastamiselle on ilmeinen. Tarkastamattomista kohteista tulisi tehdä uusi kunnossapitosuunnitelma tai nykyisen kunnossapito suunnitelman päättämistä tulisi lykätä, kunnes kaikki kohteet on tarkistettu. Tällä varmistetaan, että kunnossapitotarkastukset noudattavat voimassaolevaa kunnossapito-ohjelmaa ja täyttävät sähköturvallisuuslain velvoitteen.

8.1.1 Tarkastamattomat kohteet

Tällä hetkellä Xpowerin kunnossapitosovelluksessa on kaikki kuntotarkastukset vuodesta 2007 lähtien. Tarkastetut kohteet on ajettu master-tietokantaan kunnossapitotarkastuksen valmistuttua. Onkin havaittavissa, että kohteita jää tarkastamatta. Taulukossa 8.1 on kuntotarkastusten tarkastamattomia kohteita. Tarkastamattomia kohteita löytyy erityisesti avojohtotarkastuksista. Avojohtotarkastusalueen 1 kohteista on tarkastamatta noin 11 %. Suurin osa avojohtoalueen tarkastamattomista kohteista on johtoalkioita. Käytännössä johtoalkiolla tarkoite-

taan avojohdon jänneväliä, mutta verkkotietojärjestelmässä johtoalkio muodostuu kahden pisteen välissä olevasta johtimesta. Johtoalkioita muodostuu esimerkiksi jonovarokeytkimiä piirrettäessä, jolloin johtoon joudutaan tekemään suunnanmuutoksia. Jokainen suunnanmuutos muodostaa johtoalkion. Näin johtoalkioiden lukumäärä voi olla hyvin suuri ja piirrosteknisistä syistä muodostuneita. Kaikki johdot pituudesta riippumatta muodostavat johtoalkion ja ne on tarkastettava. Tarkastuksessa, näistä lyhyistä johtoalkioista jää helposti tarkastusmerkintä pois, koska näyttämää tulee tarkentaa lähemmäksi kohdetta. Kauempaa katsottuna näitä ei näe. Tämän takia myös jakelumuuntajien tarkastusmerkintöjä on jäänyt pois muuntamotarkastuksissa. Lisäksi yksittäisiä tarkastamattomuus merkintöjä muodostuu verkkotietokannan piirrosvirheistä. Näitä virheitä ovat yksittäiset verkon komponentit, jotka sijaitsevat tietokannassa erillään muusta verkosta ja eivätkä ole todellisuudessa olemassa.

Muuntamotarkastusten osalta alueen 6 kohteista tarkastamattomia on 20,5 %. Se selittyy pitkälahden alueen muuntamotarkastuksista, joita ei ollut siirretty master-tietokantaan. Tarkastusten siirtämisen jälkeen tarkastamattomia kohteita jää 17 kpl eli 8,5 %.

Taulukko 8.1. Kuntotarkastusten tarkastamattomia ja kiireellisyysluokittelun mukaisia kohteita.

	Tarkastamattomat (kpl)	Huoltolistalle (kpl)	Selvitystarve (kpl)	Kohteita yht. (kpl)
Jakokaappitarkastukset				
Alue 1	0	47	2	197
Alue 5	4	3	2	217
Alue 6	-	51	-	213
Muuntamotarkastukset				
Alue 1	8	44	5	267
Alue 5	4	19	-	208
Alue 6	41	14	-	200
Avojohtotarkastukset				
Alue 1	432	122	2	3757
Alue 2	148	-	4	3630

8.1.2 Tarkastuksessa havaittujen puutteiden korjaaminen

Kuntotarkastuksissa havaitut puutteet luokitellaan kiireellisyyden mukaan. Kiireellisyysluokkia ovat 'ei toimenpiteitä', 'huoltolistalle', 'selvitystarve' tai 'korjattava heti'. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen 5.7.1996 10§ mukaan havaitut puutteet ja viat on poistettava riittävän nopeasti /3/. Riittävän nopean korjausajan määrittäminen on hyvin tulkinnanvaraista. Aika on riippuvainen korjattavan kohteen tärkeydestä ja puutteen vakavuudesta. Suoraan henkeä tai terveyttä uhkaavat havainnot ovat kiireellisiä ja toimenpiteet niiden korjaamiseksi on

tehtävä välittömästi. Näin myös tapahtuu. Muiden vähemmän kiireellisten havaintojen korjaukset tehdään tapauskohtaisen arvion ja työtilanteen mukaisesti. Varsinaisia tavoiteaikoja ei ole olemassa. Onkin havaittavissa, että korjauksia jää tekemättä tai niiden korjaamisesta ei tehdä merkintää. Vuoden 2007 avojohtotarkastuksessa on 50 kohdetta edelleen huoltolistalla ja vuoden 2008 selvitystarve koskee 4 kohdetta.

Tarkastajan työn kannalta on tärkeää määrittää kiireellisyysluokille tavoiteajat. Näin tarkastaja voi määrittää kohteen kunnan tarvitseman toimenpiteen tietäen kiireellisyysluokan vaikutuksen. Kiireellisyysluokkia käsiteltiin tarkemmin luvussa 7.10.

8.2 Kunnossapitotietojen hyödyntäminen investointien suunnittelussa

Kunnossapitotarkastusten tarkoituksena on kerätä verkon kuntotiedot, viat ja mahdollisesti myös rakennetiedot. Kuntotarkastuksissa havaitut viat korjataan kiireellisyyden mukaisesti ja näin palautetaan niiden toiminta ennalleen. Rakennetietoja kerätään täydentämään verkkotietojärjestelmän tietoja eri komponenteista. Kuntotiedoilla vastaavasti pyritään luomaan mahdollisimman todenmukainen kuva sähköverkon kunnosta ja näin muodostetaan käsitys verkon nykytilasta. Verkon nykytilan seuranta on tärkeää päätettäessä tulevista verkkoinvestoinneista.

Tällä hetkellä verkon nykytilan seuranta perustuu avainhenkilöiden näkemyksiin ja kokemuksiin verkon kunnosta. Kunnossapitotarkastusten materiaalia verkonkunnosta ei vielä täysin hyödynnetä. Xpowerin kunnossapitosovelluksen tietoa on mahdollista käyttää verkon nykytilan muodostamiseksi ja tätä varten on kehitetty työkaluja kuten kuntoindeksi. Tässä työssä pyrittiin tekemään komponenttikohtaista priorisointia, mutta se osoittautui hankalaksi. Siinä verkonkomponentteja tai verkonosia luokitellaan kuntohavaintoihin perustuen. Onnistuessaan tämä luokitus ohjaa ja kohdistaa verkkoinvestointeja huonokuntoisimpiin verkonosiin tai komponentteihin.

8.2.1 Kuntoindeksi

Kuntoindeksillä tarkoitetaan kuntohavaintoihin ja rakennetietoihin perustuvaa pistemäärää, jolla pyritään priorisoimaan sähköverkon komponentteja. Kuntoindeksin pohjapisteet muodostuvat komponentin rakennetiedoille annetuista pisteistä, kuten ikä ja tunnetut heikkoudet komponenttien rakenteissa. Pohjapisteiden lisäksi kuntoindeksiin lasketaan kuntohavaintoihin pohjautuvat pistemäärät. Kiireellisyysluokka voi toimia kertoimena kuntohavainnon pisteille. Näin myös kuntohavainnon kiireellisyys vaikuttaa pistekertymään. Pohjapisteiden ja kuntohavaintojen pisteiden summana saadaan kuntoindeksille arvo, jota havainnollistamaan voi-

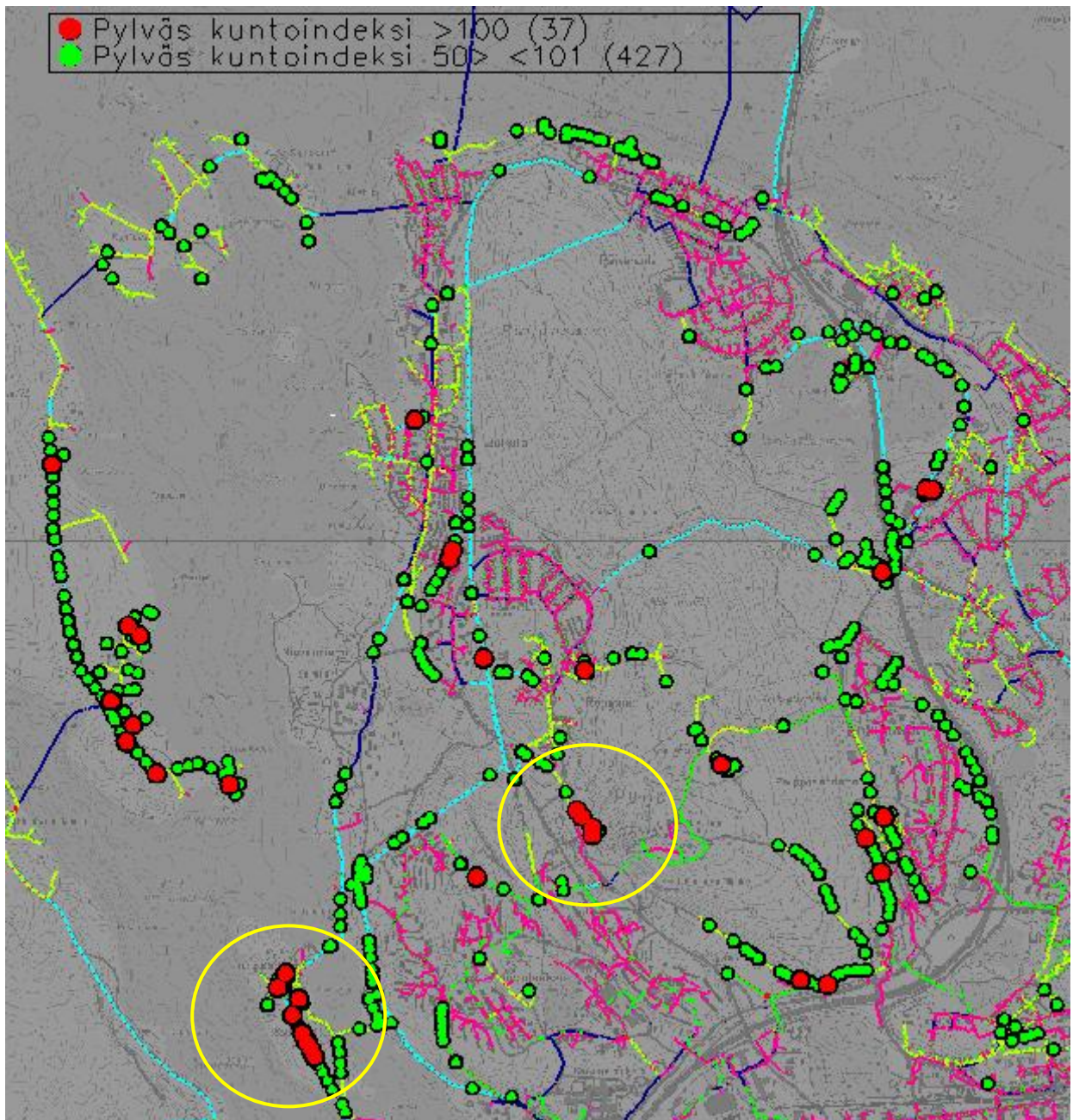
daan käyttää finder-kyselyiden avulla tehtyjä teemakarttoja. Teemakartoissa voidaan esittää kaikki jakokaapit tai pylvää luokiteltuina kuntoindeksin määräämään luokkaan. Näin voidaan havainnollisesti vertailla sähköverkonkomponentteja keskenään. Kuntoindeksi toimii parhaiten komponenteille, joista on paljon kuntohavaintoja. /10/

Tämän työn aikana kokeiltiin kuntoindeksin laskemista Kainuun Sähköverkolle tehdyn opinäytetyön pohjalta. Kuntoindeksiä kokeiltiin puupylväille, mutta kuntohavaintojen määrät ovat pylvästä kohden varsin vähäiset ja ikätiedot ovat puutteellisia. Pohjapisteitä laskettaessa pylväiden ikätieto on ratkaisevassa asemassa ja ikätieto on tiedossa vain 30 %:ssa pylväistä. Näin ollen pohjapisteitä ei voitu hyödyntää. Pylväskuntoindeksiä varten kuntohavainnot pisteytettiin taulukon 8.2 mukaisesti. Kuntohavainnon kiireellisyysluokkaa käytettiin aluksi kertoimena, jonka tarkoituksena huomioida kiireellisyysluokka pisteiden muodostumisessa. Se jouduttiin jättämään pois, koska kiireellisyysluokan edessä oleva lukema toimii kertoimena ja kiireellisyysluokassa 'ei toimenpiteitä' se on nolla. Näin kiireellisyysluokan kerroin hävitti kaikki kuntohavaintojen pisteet, joille oli annettu kiireellisyysluokaksi 'ei toimenpiteitä'. Lopullisen pisteytyksen muodostivat vain kuntohavaintojen pisteiden summa. Ikätieto tai kiireellisyysluokka ei vaikuttanut pistekertymään. Finder-kyselyllä muodostettiin kuvan 8.1 mukainen teemakartta, jossa pylvää luokiteltiin kuntoindeksiltään yli 100 pisteen ja 50-100 pisteen pylväisiin. Alle 50 pisteen pylvää jätettiin kokonaan pois. Kuvasta on havaittavissa selviä kuntopoikkeamien keskittymiä Savisaassa sijaitsevassa kj-avolinjassa ja Puijolla olevassa pj-linjassa.

Taulukko 8.2. Pylväskuntoindeksin perustana toimiva kuntohavaintojen pisteytys /10/.

Kuntotyyppi	Luokitus	Pistemäärä
Harusten ja tukien kunto	0 Kunnossa	0
	1 Ei kuulu rakenteeseen	0
	2 Puutteellinen	60
Latvarakenteet	0 Kunnossa	0
	2 Puutteelliset	60
Maadoituksen rakenne ja kunto	0 Kunnossa	0
	1 Ei kuulu rakenteeseen	0
	2 Puutteellinen	100
Pylväshattu	0 Kunnossa	0
	2 Puuttuu tai puutteellinen	60
Pylväskallistuma	0 Suorassa	0
	2 Lievä kallistuma	60
	3 Vakava kallistuma	100
Pylvään mekaaninen kunto	0 Kunnossa	0
	2 Tyvilaho	100
	3 Latva laho	100
	4 Koloja tai halkeamia	60
	5 Muu vaurio	60
Varoituserkaat	0 Kunnossa	0
	1 Ei kuulu rakenteeseen	0
	2 Puutteelliset	20

Kuntoindeksin laskemisen kannalta merkittävien kuntohavaintojen vähyys vaivaavat sen luotettavuutta. Myös kiireellisyysluokan ID-numeroiden muutos on tehtävä, jotta sitä voidaan käyttää kertoimena. Pylväskuntoindeksiä on kokeiltava uudelleen, kun lahoisuustarkastusten tulokset ovat käytettävissä.



Kuva 8.1. Pylväs-kuntoindeksin tulokset karttapohjalla. Punaisella merkittyjen pylväiden kuntoindeksi on yli 100, eli ne ovat kuntohavaintojen mukaan heikoimmassa kunnossa. Selvät kuntopoikkeamakeskittymät on ympyröity.

8.2.2 Finder-kyselyt

Finder-kyselyt ovat Xpowerin kunnossapitosovelluksen työkalu, jolla voidaan kysellä tiettyjen verkonkomponenttien kuntohavaintoja ja koostaa niistä teemakarttoja. Teemakartoilla voidaan esittää tietyn kuntohavainnon tai kuntohavaintojen esiintyminen verkon eri osissa. Työn aikana tehtiin Finder-kyselyt valmiiksi jokaiselle kuntotyypin kuntuokitukselle ja kii-reellisyysluokalle. Niitä tuli yhteensä 175 kpl. Valmiita Finder-kyselyitä voidaan käyttää muodostettaessa kuvaa verkon kunnosta tai yksittäisten kuntopoikkeamien esiintymisestä.

9 KUNNOSSAPIDON OHJEISTUS

Kunnossapidon ohjeistuksen tavoitteena on antaa yksityiskohtaiset ja selkeät ohjeet kunnossapidon suorittamisesta. Ohjeiden tarkoituksena on ohjata kunnossapitoa yhteisesti hyväksytyjen tapojen mukaisesti. Tällä hetkellä vain kunnossapidon yleisohjelma on kirjallisena, mutta siinä määritellään vain ne toimenpiteet, miten ja milloin kunnossapitotarkastuksia tehdään. Kunnossapidon yleisohjelmassa ei oteta kantaa siihen, mitä kuntopoikkeamille on tehtävä tai miten tarkastajan tulee kirjata havainnot kuntotyyppeihin. Myös tarkastajan tarkastuksen aikana tekemät toimenpiteet riippuvat hänen aktiivisuudestaan. Onkin havaittavissa, että tarkastuksen aikana tehdään kunnossapitotoimia, joilla ei saada niillä tavoiteltua hyötyä. Näitä ovat esimerkiksi pylväshatun lisääminen vanhoihin yli 50 vuotta vanhoihin pylväisiin. Lisäksi kunnossapitotarkastuksissa havaitut lievät pylväskallistumat kirjataan kiireellisyysluokkaan ´huoltolistalle`, vaikka niitä ei korjata. Samoin pj-keskusten avokaaviovirheet kirjataan kuntoluokituksella ´avokaavio virheellinen`, vaikka niiden muuttamisesta viedään tieto eteenpäin. Kuntoluokituksen valinta on toisaalta oikein, mutta sen kuntoluokituksen muuttamisesta ei ole sovittua tehtävänjakoa. Ohjeissa tulisi määritellä, kuka korjaa korjattujen kuntopoikkeamien kuntoluokitukset. Muuntamopuhdistuksien yhteydessä tämä on hoidettu käyttökeskuksessa. Kunnossapidon ohjeistuksen tarve on ilmeinen.

Työn aikana tehtiin avojohto-, jakokaappi- ja muuntamotarkastusten lyhytohje. Ohje ei opeta tarkastajaa tekemään kuntotarkastuksia, vaan sen tarkoituksena on toimia muistirunkona tarkastuksia tehtäessä. Tarkastukset vaativat aina perehdytyksen, jota ohje tukee. Se pyrittiin pitämään mahdollisimman yksinkertaisena, jotta se todella tulisi käyttöön. Sen sisältö on varsin nopeasti omaksuttavissa, jolloin se edesauttaa yhteisen toimintatavan muodostumista. Siinä ohjeistetaan miten tietyt kuntohavainnot kirjataan kuntotyyppeihin ja mitkä rakennetiedot on kirjattava. Ohjeessa määritetään myös tarkastusten aikaiset pienkorjaukset ja se miten tarkastuskohteessa olevat ylimääräiset tai puuttuvat komponentit kirjataan. Valokuvattavat kuntohavainnot on listattu ja niiden nimeämistapa on selostettu. Ohjeet ovat liitteissä 2 - 4.

10 KUNTOTARKASTUSTEN TILAAJA-TUOTTAJAMALLIKOKEILU

Kuopion Energia kokeilee avojohtotarkastusten toteuttamista ulkopuolisella urakoitsijalla. Kokeilu toteutetaan lahoisuustarkastusten vaatimuksesta sulanmaan kautena, joka käytännössä ajoittuu touko-syyskuuhun. Kokeilun tarkoituksena on käynnistää pylväiden lahoisuustarkastukset ja saada kokemuksia avojohtotarkastusten teettämisestä ulkopuoleisella. Lisäksi kokeilun kuntohavainnot auttavat kehittämään Kuopion Energian tarkastustoimintaa.

Opinnäytetyön aikana suunniteltiin tarkastukset normaalista avojohtoverkon aikataulusta poiketen. Alueiksi valittiin avojohtoverkon kunnossapitoalue 5 ja pienet alueet Niiralasta ja Linnanpellolta. Avojohtoverkon kunnossapitoalueella 5 on pylväitä enemmän kuin muilla alueilla. Pylväitä on yhteensä 1340 kpl, joista pj-pylväitä on 734 kpl. Niiralassa ja Linnanpellolla olevat avojohtoverkot ovat selvästi huonokuntoisempia ja pylväitä on vähemmän. Linnanpellon kokeilualueella pylväitä on yhteensä 76 kpl ja vastaavasti Niiralassa 182 kpl. Niiralan kokeilualueen pylväsmäärään sisältyy 10 kpl kj-pylväitä.

Kokeilun kuntotarkastuksista tehdään tarjouspyyntö, joka perustuu yksikköhinnoitteluun. Avojohtotarkastuksen sisältöön kuuluvat lahoisuustarkastus, kuntotarkastus ja rakennetietojen kerääminen. Sopimuksen tekovaiheessa määritellään lopullisesti avojohtotarkastukseen kuuluvat pienkorjaukset. Päätökset kuntotarkastuskokeilusta tehdään tarjouspyyntöjen perusteella.

11 YHTEENVETO

Tämän työn aikana käytiin läpi Kuopion Energian sähköjakeluverkon kunnossapidon nykytilaa tarkastelemalla kuntotarkastusten suunnittelua, toteutusta ja havaintojen käsittelyä. Näissä havaittuihin ongelmakohtiin haettiin konkreettisia ratkaisuja.

Sähköjakeluverkon kunnossapidon tietojärjestelmänä on ollut vuodesta 2007 lähtien Xpowerin kunnossapitosovellus. Tätä tietojärjestelmää ei vielä täysin hyödynnetä kunnossapitosuunnitelmien tekemiseen vaan osa suunnitelmista tehdään edelleen käsin. Työn aikana tehtiin esimerkkisuunnitelmat maadoitusmittauksista, johtokatuja raivauksesta ja lämpökamerakuvausista. Sähköiset suunnitelmat ja tiedonkeruu parantavat dokumentointia ja helpottaa toteutumien seuranta. Avojohtotarkastusten suunnittelussa tarvittavia kunnossapito-alueita täsmennettiin uusilla aluerajauksilla. Kaapeliverkon kunnossapitoalueita on laajennettava, jotta se kattaisi koko sähköverkon. Lisäksi havaittiin, ettei puupylväiden lahoisuustarkastuksia tehdä ollenkaan.

Kuntotietojen keräämisen ongelmia ilmeni erityisesti avojohtoverkon tarkastuksissa. Osa sähköverkon komponenteista oli ilman kuntotiedon kirjaamiseksi tarvittavia kuntotyyppisiä ja esimerkiksi pylväiden kuntotyyppien käytettävyydessä oli puutteita. Näihin haettiin ratkaisua luomalla itse uusia kuntotyyppisiä ja hyödyntämällä verkostosuosittelujen sekä muiden verkko-yhtiöiden käyttämiä kuntotyyppisiä. Kuntotyypeillä kerättävää kuntotietoa tulisi tarkentaa myös valokuvaamalla kohteet. Näin vältetään ylimääräiset käynnit kohteella.

Kuntotarkastussuunnitelmista löytyi tarkastamattomia kohteita ja kuntopoikkeamia, joita ei ollut korjattu tai niiden korjaamisesta ei ollut tehty merkintää. Poikkeuksen muodostavat muuntamot, joita puhdistetaan varsin hyvin ja joista tehdään myös merkintä kunnossapidon tietojärjestelmään. Tarkastamattomien kohteiden taustalta löytyi toimintatapavirhe, joka on korjattavissa perehdyttämällä tarkastajat paremmin. Kuntopoikkeamat, joita ei korjata, tulisi poistaa huoltolistalta. Näin varmistetaan kunnossapidon tietojärjestelmän luotettavuus.

Kunnossapitotarkastuksissa luodaan kuvaa verkon nykytilasta ja näin voidaan seurata verkon vanhenemista. Tällä hetkellä kunnossapitotarkastusten havaintoja ei vielä hyödynnetä investointien kohdentamisessa, vaan ne perustuvat avainhenkilöiden näkemyksiin verkon kunnosta. Kunnossapitosovelluksen kuntoindeksityökalu helpottaa havaintojen hyödyntämistä nykytilan seurannassa. Työn aikana kokeiltiin kuntoindeksin muodostamista pylväille vuonna 2008 valmistuneen opinnäytetyön pohjalta. Tällä hetkellä sen luotettavuutta heikentää lahoisuustar-

kastusten puute. Kuntoindeksiä tulee kokeilla uudelleen, kun lahoisuustarkastuksien tulokset ovat käytettävissä.

Tiedonkeräämisessä havaittujen ongelmien yhtenä syynä on kunnossapidon kirjallisen ohjeistuksen vähäisyys. Työn aikana tehtiin ohjeet avojohto-, jakokaappi- ja muuntamotarkastuksista. Ohjeissa hyödynnettiin työn havaintoja ja tämänhetkisiä käytäntöjä. Ohjeilla varmistetaan tarkastusten yhdenmukaisuus. Lisäksi työn aikana suunniteltiin kesällä 2010 toteutettavan kuntotarkastusten tilaaja-tuottajamallikokeilun tarkastusalueet. Siitä saadut kokemukset ja niiden hyödyntäminen toiminnan kehittämiseksi on tärkeää.

Yhteistä kaikille havainnoille on, että sähkönjakeluverkon kunnossapidon suunnitteluun tarvitaan lisäresursseja. Näin varmistetaan kunnossapitotietojen päivittäminen ja kehitystyön jatkuminen. Tämä työ luo pohjaa kehitystyölle, jota jatketaan tulevaisuudessakin.

LÄHTEET

- /1/ Nieminen, Jyrki. *Kunnonhallintamenetelmien soveltaminen sähköverkon kunnossapitoon*. Diplomityö. TKK. Helsinki. 2002.
- /2/ Lakervi, E. ja Partanen, J. *Sähkönjakelutekniikka*. Helsinki. Otatieto. 2008.
- /3/ Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös 5.7.1996/ 517.
- /4/ Sähköturvallisuuslaki 410/ 1996.
- /5/ Aalto, Heikki. *Kunnossapitotekniikan perusteet*. Loviisa. Painoyhtymä Oy. 1994.
- /6/ Sähkömarkkinalaki 386/ 1995.
- /7/ SFS-EN 50160. *Yleisen jakeluverkon jakelujännitteen ominaisuudet*. Suomen Standardoimisliitto SFS ry. 2008.
- /8/ Energiateollisuus ry. *Keskeytystilasto 2008*. [online, PDF]
<http://www.energia.fi/fi/tilastot/keskeytystilastot/keskeytystilasto%202008.html>
- /9/ Laine, Janne. *Sähkönjakeluverkon komponenttien pitoajat*. Diplomityö. Energia- ja ympäristötekniikan osasto. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 2005.
- /10/ Niskanen, Eetu. *Kuntoindeksityökalun käyttöönotto ja kehitys Kainuun Sähköverkko Oy:n tarpeisiin*. Insinöörityö. Savonia-ammattikorkeakoulu. Kuopio. 2008.
- /11/ Kuopion Energia, *Sähköverkon kunnossapito-ohjelma*. [ei julkaistu]
- /12/ Verkostosuositus RJ 33-09, *Puupylväiden lahoisuustarkastus ja lujuuden määrittäminen*. Energiateollisuus. 2009.
- /13/ Merenkululaitoksen ohjeet 17.6.2008. *Merenkululaitoksen ohjeet ilmajohtojen, kaapeleiden ja muiden johtojen asettamisesta ja merkitsemisestä*.
- /14/ Merenkululaitoksen määräykset 6/ 23.6.2008. *Vesiliikennemerkkit ja valopasteet sekä ilmajohtojen, kaapeleiden ja muiden johtojen asettaminen ja merkitseminen*

Kuntotyyppi	Luokitus	
Johdin eristimien kunto	0 Ei kuulu rakenteeseen 1 Kunnossa 2 Puutteellinen	
Pylväshattu	0 Kunnossa 1 Kunnossa (korj.tark.) 2 Puuttuu tai puutteellinen	
Pylväskallistuma	0 Suorassa 1 Lievä kallistuma 2 Vakava kallistuma	
Halkeamat	0 kunnossa 1 lievä 2 vaihdon aiheuttama halkeama	
Latvan kunto	0 Kunnossa 1 Ohut/heikko 2 Laho	
Pylvään ikämerkki	0 Kunnossa 1 Puuttuu	
Tikankolat	0 Kunnossa 1 Käpykolo 2 Laaja, syvä, useita	
Hengenvaara-kyltti	0 Ei kuulu rakenteeseen 1 Kunnossa 2 Kunnossa (korj.tark.) 3 Puuttuu	
Kannattimen/ ripustimen kunto	0 Kunnossa 1 Pudonnut koukulta 2 Muu ripustusvika	
Orren kunto	0 Ei kuulu rakenteeseen 1 Kunnossa 2 Kiinnitys viallinen 3 Laho/ tikankoloja 4 Eristintapit vialliset 5 Orren muu vika	
Yhteiskäyttömerkintä	0 Ei kuulu rakenteeseen 1 Kunnossa 2 Kunnossa (korj.tark.) 3 Puutteelliset 4 Puuttuu	
Valokuvan numero		
Harukset	0 Ei 1 Kyllä	(mikäli kyllä, kuntotyypit alla)
Kuntotyyppi	Luokitus	
Harusvarren kunto	1 Kunnossa 2 Pieni nousema, seurataan 3 Suuri nousema, upotetaan 4 Syöpynyt, vaihdetaan	
Harusmerkit	1 Kunnossa 2 Kunnossa (korj.tark.) 3 Puuttuu/ viallinen	
Haruseristimen kunto	1 Kunnossa 2 Viallinen, seurataan 3 Rikki, vaihdettava	
Harusköyden kunto	1 Kunnossa 2 Kunnossa (korj.tark.) 3 Säievika 4 Ruosteessa 5 Poikki	
Harusköyden kireys	1 Kunnossa 2 Kunnossa (korj.tark.) 3 Löysällä 4 Kireällä	
Haruksen yläpään kunto	1 Kunnossa 2 Kunnossa (korj.tark.) 3 Kiinnitysvika 4 Maadoitusvika 5 Muu vika	

Lahoisuustarkastus	0	Ei	
	1	Kyllä	(mikäli kyllä, kuntotyypit alla)
		Kuntotyyppi	Luokitus
		Lahoisuusaste	0 Terve
			1 Lahoisuusaste 1
			2 Lahoisuusaste 2
			3 Lahoisuusaste 3
		Varoituserenkaat	0 Kunnossa
			1 1 nauha, tuettava ennen nousua
			2 2 nauhaa, nouseminen kielletty!
Maadoitusjohdin	0	Ei	
	1	Kyllä	(mikäli kyllä, kuntotyypit alla)
		Kuntotyyppi	Luokitus
		Maadoitusjohtimen kunto	0 Kunnossa
			1 Kunnossa (korj.tark.)
			2 kiinnitys viallinen
			4 Liitinvika
			5 Poikki
		Maadoitusjohtimen suojaputki	0 Kunnossa
			1 Kunnossa (korj.tark.)
		2 Puutteellinen	
		3 Puuttuu	
Kaapelinousu	0	Ei	
	1	Kyllä	(mikäli kyllä, kuntotyypit alla)
		Kuntotyyppi	Luokitus
		Kaapelinousun vaihe-eristys	1 Kunnossa
			2 Puutteellinen
			3 Rikki
		Kaapelinousun kiinnitys	1 Kunnossa
			2 Kunnossa (korj.tark.)
			3 Puutteellinen
		Kaapelinousun eristys	1 Kunnossa
		2 Puutteellinen	
		3 Rikki	
	Kaapelinousun suojakouru	1 Kunnossa	
		2 Kunnossa (korj.tark.)	
		3 Puutteellinen	
		4 Rikki	



Ohje

18.12.2009

AVOJOHTOTARKASTUKSET

Kiireelliset kuntopoikkeamat ilmoitetaan puhelimitse Kuopion Energian käyttöpäivystäjälle puh: 0800 180 330.

1 Kiireellisyysluokittelu

- ei toimenpiteitä: kunnossa seuraavat 6 vuotta
- erityistarkkailuun: erityishuomio seuraavassa tarkastuksessa
- huoltolistalle: korjataan vuoden kuluessa
- korjattava heti: korjataan 1 kuukauden kuluessa
- Selvitystarve: vaatii lisäselvityksiä

2 Kuntopoikkeamat (kohteen kuntotyyppien mukaisesti)

- pj- ja kj-puupylväät
 - lievät pylväskallistumat: ´erityistarkkailuun´
 - puutteellinen pylväshattu: pylvään ikä yli 30v ´ei toimenpiteitä´, ikä alle 30v ´huoltolistalle´
- erotin
- pj-pylväsvarokeverkossa ja pylväsmuuntamolla
- ylijännitesuoja
- jakelumuuntaja
- pj- ja kj- johtokatu

3 Rakennetiedot (kohteen attribuutteihin)

- pylväät:
 - ´Kyllästysvuosi´: vain vuosinaulasta, mikäli ei vuosinaulaa, ikä arvio viereisistä pylväistä attribuuttiin ´Asennusvuosi´
 - ´Tunnus´: kyllästyslaitoksen tunnuksesta
 - ´Pylvästyppi´: tukemistavan mukaan (harukset, vaakatuki, viistotuki)
- ylijännitesuoja:
 - ´Valmistajan tyyppi´: merkittävä vähintään venttiilisuoja tai kipinäväli

4 Korjaukset tarkastuksen aikana

- hengenvaarakyltit
- harusmerkit
- yhteiskäyttömerkinnät
- pylväshatut alle 30 v. pylväisiin (turvallisuussyistä vain pj-pylväät)
- vaarallisten reunapuiden poisto
- harusten kiristys
- harussilmukan esiinkaivaminen

Urakoisijat noudattavat erillistä sopimusta!



Ohje

18.12.2009

5 Lahoisuustarkastus

- yli 20 vuotiaalle pylvälle
- SENER:n verkostosuositus RJ 33:09 mukaisesti
 - Tyven avaus ja tilanteen mukaan koputtelu, piikitys, veisto ja/ tai kasvukairanäyte
 - terve tyvihalkaisija (merkintä pylvään attribuuttiin ´halkaisija maantasalla´)
 - lahoisuusasteen määrittäminen (merkintä kuntotyyppiin ´lahoisuusaste´)
 - keltaiset nauhat asennuskuormalla kriittisiin pylväisiin (merkintä kuntotyyppiin ´varoitusrenkaat´)
 - T/J-kuormalla kriittiset pylvää, maanpäällisen osan pituus (merkitään pylvään attribuuttiin ´maanpäällinen korkeus (m)´)

6 Valokuvaus

- Kiireellisyysluokan ´selvitystarve´ kohteet
- vakavat pylväskallistumat
- kaapelipäätteen korjattavat kuntopoikkeamat
- verkon viat
- muut harkinnan mukaan

kuvat nimetään kamerassa juoksevilla numerolla, tarkista päiväys!

**kuvat nimetään kuntotyyppiin ´valokuvaus´ päivämäärän ja juoksevan numeron yhdistelmänä
esim. 120510.5 ja usean kuvan juoksevan numero erotetaan pilkulla, esim. 120510.5,7**

7 Puuttuvat/ ylimääräiset kohteet

- Ylimääräiset kohteet: Merkitään ko. kohteen kuntopoikkeamasta vapaaseen kuntotyyppiin tekstimuotoisena lisätietona.
- Puuttuvat kohteet: Merkitään pylvään kuntopoikkeamasta vapaaseen kuntotyyppiin tekstimuotoisena lisätietona



Ohje

18.12.2009

JAKOKAAPPITARKASTUKSET

Kiireelliset kuntopoikkeamat ilmoitetaan puhelimitse Kuopion Energian käyttöpäivystäjälle puh: 0800 180 330.

1 Kiireellisyysluokittelu

- ei toimenpiteitä: kunnossa seuraavat 6 vuotta
- erityistarkkailuun: erityishuomio seuraavassa tarkastuksessa
- huoltolistalle: korjataan vuoden kuluessa
- korjattava heti: korjataan 1 kuukauden kuluessa
- Selvitystarve: vaatii lisäselvityksiä

2 Kuntopoikkeamat (kohteen kuntotyyppien mukaisesti)

- pj-kytkin
- pj-jakokaappi
 - avokaaviovirheet, mikäli tieto muutostarpeesta viedään eteenpäin: kuntoluokitus ´kunnossa korj.tark.´

3 Rakennetiedot (kohteen attribuutteihin)

- pj-jakokaappi:
 - ´Huomautus´: avokiskokaappi (tekstinä)

4 Korjaukset tarkastuksen aikana

- Sulakekoko-, osoite-, PEN-, jakoraja- ja rinnansyöttömerkinnät (ei avokiskokaappi)
- Jakokaapin numero
- Jakokaapin siivous/ puhdistus
- Ympäristön raivaus

Urakoisijat noudattavat erillistä sopimusta!

5 Valokuvaus

- Kiireellisyysluokan ´selvitystarve´ kohteet
- vakavat pylväskallistumat
- verkon viat
- muut harkinnan mukaan

kuvat nimetään kamerassa juoksevalla numerolla, tarkista päiväys!

kuvat nimetään kuntotyyppiin ´valokuvaus´ päivämäärän ja juoksevan numeron yhdistelmänä esim. 120510.5 ja usean kuvan juoksevan numero erotetaan pilkulla, esim. 120510.5,7



Ohje

18.12.2009

6 Puuttuvat/ ylimääräiset kohteet

- Ylimääräiset kohteet: Merkitään ko. kohteen kuntopoikkeamasta vapaaseen kuntotyyppiin tekstimuotoisena lisätietona.
- Puuttuvat kohteet: Merkitään pj-jakokaapin kuntopoikkeamasta vapaaseen kuntotyyppiin tekstimuotoisena lisätietona



Ohje

18.12.2009

MUUNTAMOTARKASTUKSET

Kiireelliset kuntopoikkeamat ilmoitetaan puhelimitse Kuopion Energian käyttöpäivystäjälle puh: 0800 180 330.

1 Kiireellisyysluokittelu

- ei toimenpiteitä: kunnossa seuraavat 6 vuotta
- erityistarkkailuun: erityishuomio seuraavassa tarkastuksessa
- huoltolistalle: korjataan vuoden kuluessa
- korjattava heti: korjataan 1 kuukauden kuluessa
- Selvitystarve: vaatii lisäselvityksiä

2 Kuntopoikkeamat (kohteen kuntotyyppien mukaisesti)

- jakelumuuntaja
- muuntamo
- kj-kojeisto
 - eristysaineen mukaiset kuntotyypit + merkistä
- pj-kojeisto
- ylijännitesuoja
- kaapelipääte

3 Rakennetiedot (kohteen attribuutteihin)

- kj-kojeisto:
 - 'Eristys': eristysaine SF6/ ilma

4 Korjaukset tarkastuksen aikana

- hengenvaarakyltit
- sulakekoko-, osoite-, PEN-, jakoraja- ja rinnansyöttömerkinnät
- muuntamon numero
- ympäristön raivaus

Urakoisijat noudattavat erillistä sopimusta!

5 Valokuvaus

- Kiireellisyysluokan 'selvitystarve' kohteet
- muuntamon töhrimiset
- muut harkinnan mukaan

kuvat nimetään kamerassa juoksevalla numerolla, tarkista päiväys!

kuvat nimetään kuntotyyppiin 'valokuvaus' päivämäärän ja juoksevan numeron yhdistelmänä esim. 120510.5 ja usean kuvan juoksevan numero erotetaan pilkulla, esim. 120510.5,7



Ohje

18.12.2009

6 Puuttuvat/ ylimääräiset kohteet

- Ylimääräiset kohteet: Merkitään ko. kohteen kuntopoikkeamasta vapaaseen kuntotyyppiin tekstimuotoisena lisätietona.
- Puuttuvat kohteet: Merkitään muuntamon kuntopoikkeamasta vapaaseen kuntotyyppiin tekstimuotoisena lisätietona