

# JAKELUVERKON KUNNOSSAPITO

Iin Energia Oy

Turtinen Anne

Opinnäytetyö  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Sähkötekniikka  
Insinööri (AMK)

2017

Tekniikan ja liikenteen ala  
Sähkötekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Anne Turtinen	Vuosi	2017
<b>Ohjaaja</b>	DI Jaakko Etto		
<b>Toimeksiantaja</b>	lin Energia Oy Verkostopäällikkö Joni Jääskeläinen		
<b>Työn nimi</b>	Jakeluverkon kunnossapito		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	41 + 9		

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua sähkönjakeluverkon kunnossapitoon ja tehdä lin Energialle pitkän aikavälin kunnossapitosuunnitelma. Kunnossapitosuunnitelman tuli sisältää verkonhaltijan omat ja ulkopuolisen toimijan tekemät tarkastukset ja laitteistohuollot. Lisäksi työn tavoitteena oli tehdä lin Energian omana työnä tehtäville kuntotarkastuksille tarkastusprosessit.

Aluksi työssä perehdyttiin yleisesti sähköverkkoihin ja tarkemmin sähkönjakeluverkkoon ja sen kunnossapitoon liittyviin lakeihin ja asetuksiin. Työssä tutustuttiin lin Energian jakeluverkkoon ja sen komponentteihin sekä yhtiössä nykyisin käytössä oleviin tietojärjestelmiin ja kunnossapidon toimintatapoihin. Opinnäytetyön aikana yhtiössä tehtiin päätös hankkia uusi kunnossapidon tietojärjestelmä, johon tässä työssä myös tutustuttiin.

Tietolähteenä työssä on käytetty standardeja, aiemmin jakeluverkon kuntotarkastuksista tehtyjä opinnäytetöitä sekä aiheeseen liittyvää kirjallisuutta ja tutkimustuloksia. Kuntotarkastusten havaintojen ja korjaustoimenpiteiden määrityksessä mukana oli myös yhtiön jakeluverkon tarkastuksia tekeviä henkilöitä.

Työn lopputuloksena syntyi yhtiössä tehtävien kuntotarkastusten prosessikaaviot ja kunnossapitotietojärjestelmää varten kuntotarkastusten määrittäminen. Lisäksi työssä syntyi tulevalle kuusivuotiskaudelle jakeluverkon kunnossapitosuunnitelma. Tehtyjä kaavioita, määrityksiä ja kunnossapitosuunnitelmaa voi toimeksiantaja käyttää hyväksi uuden tietojärjestelmän käyttöönotossa, kun järjestelmään määritetään ja aikataulutetaan jakeluverkkoon tehtäviä huolto- ja tarkastustoimenpiteitä. Opinnäytetyössä saavutettiin sille asetetut tavoitteet.

Avainsanat: jakeluverkko, kuntotarkastus, huolto

Technology, Communication and Transport  
Electrical Engineering  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Anne Turtinen	Year	2017
<b>Supervisor</b>	Jaakko Etto, M.Sc. (Tech.)		
<b>Commissioned by</b>	lin Energia Oy Joni Jääskeläinen, Network Manager		
<b>Subject of thesis</b>	Maintenance of power distribution network		
<b>Number of pages</b>	41 + 9		

---

The purpose of this thesis was to explore the maintenance of electric distribution network and to design a long-term maintenance plan for lin Energia. The plan should include inspections and maintenance services made by the distributor and other operators. In addition, the aim was to design inspection processes for lin Energia.

In the beginning of the thesis general laws, rules and maintenance of the electrical network were studied. In this work used components, operation mode of maintenance and the lin Energia's new maintenance system of distribution network were explored. During this thesis, the company decided to acquire a new maintenance system which was also studied.

Standards, theses, literature and research of inspections of distribution network were used as sources of information. lin Energia's personnel helped with defining the inspection observations and repairing procedures.

As a result of this thesis the process flow diagrams of inspections and determination of inspections for the maintenance system of the distribution network were created. In addition, a maintenance plan for the next six-year period was designed. The diagrams, determinations and the maintenance plan made for this work can be used when a new maintenance system is put to use. The thesis accomplished its objectives.

Key words: power-distribution network, maintenance, condition inspection

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	IIN ENERGIA .....	8
2.1	Jakeluverkko .....	8
2.2	Jakeluverkon kunnossapito .....	10
3	SÄHKÖVERKKO .....	12
4	JAKELUVERKON KUNNOSSAPITO .....	13
4.1	Lait ja määräykset .....	14
4.2	Kunnossapito-ohjelma .....	16
4.3	Määräaikaistarkastukset .....	18
4.4	Ilmajohdot .....	19
4.5	Pylväät .....	21
4.6	Maakaapelit ja jakokaapit .....	22
4.7	Jakelumuuntamot .....	23
4.8	Sähköasemat .....	25
5	TRIMBLEN KUNNOSSAPIDON TIETOJÄRJESTELMÄ .....	26
6	KUNTOTARKASTUSTEN MÄÄRITTELY .....	28
7	HUOLTO- JA KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA .....	31
7.1	Yleistä kuntotarkastusten tekemisestä .....	32
7.2	Ilmajohdojen tarkastus .....	32
7.3	Jakelumuuntamoiden tarkastus .....	33
7.4	Jakokaappien tarkastus .....	34
7.5	Sähköasemien tarkastus .....	34
8	POHDINTA .....	36
	LÄHTEET .....	39
	LIITTEET .....	41

## ALKUSANAT

Kiitän Iin Energia Oy:n verkostopäällikköä Joni Jääskeläistä opinnäytetyön aiheesta ja ohjauksesta opinnäytetyön aikana. Lisäksi kiitän koulun puolesta opinnäytetyön ohjaajana ollutta Jaakko Ettoa hyvästä ohjauksesta.

Oulussa 18.5.2017

Anne Turtinen

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

KJ	keskijännite
PJ	pienjännite
PAS	päällystetty avojohto suurjännitteelle

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantaja on lin Energia Oy. Tavoitteena on laatia lin Energialle jakeluverkon pitkän aikavälin kunnossapitosuunnitelma, jonka mukaan jakeluverkon huolto- ja tarkastustoimenpiteitä jatkossa tehdään. Toisena opinnäytetyön tavoitteena on määrittää lin Energian omana työnä tehtävät kuntotarkastukset ja mitä asioita niissä huomioidaan. Työssä tutustutaan jakeluverkon kunnossapitoon liittyviin lakeihin ja asetuksiin sekä lin Energian jakeluverkkoon, jakeluverkon komponentteihin, käytössä oleviin tietojärjestelmiin ja nykyisiin kunnossapidon toimintatapoihin. Lisäksi työssä tutustutaan toimeksiantajan hankkimaan kunnossapidon tietojärjestelmään. Työssä ei tehdä varsinaista ohjeistusta kuntotarkastusten tekemiseen eikä tarkastuksissa käytettäviin välineisiin.

Tavoitteena on, että toimeksiantaja voisi hyödyntää tätä opinnäytetyötä uuteen tietojärjestelmään laadittavan kunnossapito-ohjelman käyttöönotossa.

## 2 IIN ENERGIA

Iin Energia Oy on täysin Iin kunnan omistama yhtiö. Yhtiön perustamisesta on tehty päätös vuonna 1918 tarkoituksena saada kuntaan sähkövalaistus. Varsinaisen sähköverkon rakentaminen on aloitettu vuonna 1919. Nykyisin yhtiö vastaa Iin kunnan alueella sähköjakelusta, poikkeuksena Kuivanimen alue, jossa jakeluverkon haltija on Rantakairan Sähkö Oy. Iin Energia myy sähköä koko Iin kunnan alueelle, mukaan lukien edellä mainittu Kuivaniemen alue. Asiakkaita yhtiöllä on noin 4860. Vuonna 2016 yhtiön palveluksessa oli 13 henkilöä ja liikevaihto tuolloin oli noin 4,6 miljoonaa euroa. Iin Energia pyrkii hankkimaan sähkön oman kunnan alueelta. Tällä hetkellä sähköntuotannon omavaraisuusaste lissä on noin 60 %. Vuonna 2016 hankitusta iiläisestä sähköstä tuli 45,3 % Iin kunnan alueella sijaitsevalta Raasakan vesivoimalaitokselta ja loput tuulivoimalaitoksilta. Yhtiön toimintaperiaatteena verkon rakentamisessa on ollut, että pienemmät urakat tehdään omana työnään, mutta isommat urakat kilpailutetaan alan toimijoilla. (Iin Energia. Tilinpäätös 2016; Iin Energia 2017b; Jääskeläinen 2017.)

Iin Energian toiminta on laajenemassa myös tietoverkkojen pariin, kun se on vuonna 2016 valittu valokuituverkon toteuttajaksi Iin kunnan alueella. Päätös liittyy valtion haja-asutusalueiden nopeiden laajakaistapalveluiden rakentamiseen alueilla, jotka nykyisin jäävät nopeiden laajakaistayhteyksien tarjonnan ulkopuolelle ja joille tarjonnan ei oleteta leviävän muutoin. Suunnitelman mukaan tietoverkon, joka on nimetty lisiverkoksi, rakennustyöt aloitetaan vuonna 2017. Rakentaminen aloitetaan väestötiheimmälle alueelle, jossa verkkotilauksia on eniten ja seuraavana kesänä rakentaminen on tarkoitus kohdistaa muille kunnan alueille. (Iin Energia 2017a.)

### 2.1 Jakeluverkko

Iin Energian jakeluverkon pituus on yli 700 kilometriä. Jakeluverkko on suurimmaksi osaksi ilmajohtoja, maakaapelia on pääasiassa taajama-alueella. Asiakkaat jakautuvat aika tasan puoliksi taajama- ja haja-asutusalueille. Jakeluverkosta ilmajohtoa on seuraavasti:

- 230 kilometriä 20 kV:n keskijännitejohtoa



- 312 kilometriä 400 V:n pienjännitejohtoa
- 4,5 kilometriä 110 kV:n suurjännitejohtoa
- 2 kilometriä 1 kV:n johtoa.

Jakeluverkon alueella on maakaapelia seuraavasti:

- 40 kilometriä on 20 kV:n keskijännitekaapelia
- 196 kilometriä 400 V:n pienjännitekaapelia. (Jääskeläinen 2017.)

Iin Energian jakeluverkossa on 210 pylväsmuuntamoita ja 33 puistomuuntamoita. Yhtään kiinteistömuuntamoita ei ole. Kokonaan yhtiön omistuksessa on yksi sähköasema, joka on Sorosen 110/20 kV:n muuntoasema. Lisäksi yhtiö omistaa osan Raasakan voimalaitoksen sähköasemasta. Iin Energian jakeluverkkoon kuuluu yksi 20 kV:n kytkinasema. Yhtiön verkossa on erottimia yhteensä 158, joista kauko-ohjattavia on 7 ja katkaisijoita 19. Kauko-ohjatut erottimet ovat moottoriohjattuja ja niihin yhteys muodostetaan radioliikenteellä. Verkoston maasulun kompensointiyksikköjä on kaksi, joista toinen on Sorosen sähköasemalla ja toinen taajama-alueella yhdessä puistomuuntamossa. (Jääskeläinen 2017.)

Verkko on taajama-alueella silmukkarakenteinen, mutta haja-asutusalueilla yleisesti säteittäinen. Maakaapeleiden osuutta pyritään lisäämään taajama-alueella, mutta haja-asutusalueilla jatketaan kustannussyistä edelleen pääsääntöisesti ilmajohtojilla. Johtokatuja saneerauksia on viime aikoina tehty varsinkin Olhavan haja-asutusalueella. Siellä on rakennettu uusia ilmajohtokatuja, joissa huonokuntoisia johtokatuja on siirretty tien varsille käyttövarmuuden ja ylläpidon parantamiseksi. Tulevaisuudessa yhtiö lisää sähköverkossaan verkostoautomaatiota, jolla vikapaikat voidaan paikallistaa tarkemmin ja rajata automaattisilla katkaisijoilla. (Iin Energia. Tilinpäätös 2016; Jääskeläinen 2017.)

Nykyisin Iin Energiassa on käytössä ABB:n MicroSCADA-käytönvalvontajärjestelmä, johon kuuluu myös vikailmoitusten välitys päivystäjälle tekstiviestinä. Käytönvalvontaa suoritetaan graafisen karttapohjaisen käyttöliittymän kautta. Tieto-

järjestelmäkokonaisuuteen kuuluu myös Network Editor -verkostosuunnitteluohjelmisto. Tietojärjestelmään ei sisälly kunnossapito-osioita. Järjestelmän verkkotietokannassa on perustiedot keskijännite- ja pienjänniteverkon johtimista, muuntajista, erottimista, katkaisijoista ja sähköasemista. Komponenttien perustiedoissa ei ole ikä- eikä valmistajatietoja, mutta pääsääntöisesti komponenttien tyyppi- ja tehotiedot löytyvät järjestelmästä, varsinkin uusimmista komponenteista. Tietokannassa ei ole pylvästietoja. (Jääskeläinen 2017.)

## 2.2 Jakeluverkon kunnossapito

Nykyinen lin Energian jakeluverkon pitkän aikavälin kunnossapitosuunnitelma vaatii päivitystä sekä tehtävien kuntotarkastustoimien että niiden dokumentoinnin osalta. Nykyiset tarkastuspöytäkirjapohjat ovat paperiversioita, joista tarkastustietojen poiminta on työlästä. Lisäksi tarkastuspöytäkirjapohjat ovat yleiskäyttöisiä ja tarkastuksesta riippuen niissä on paljon ylimääräisiä kohtia. Koska pöytäkirjapohjat ovat olleet epäselviä, on tarkastajilla ollut erilaisia käytäntöjä kirjata tiedot niihin. Myös laitteistohuoltojen osalta pitää kunnossapitosuunnitelmaa päivittää. (Jääskeläinen 2017.)

Ilmajohdojen kuntotarkastuksia ei ole tehty niin kattavasti ja suunnitelmallisesti kuin tarve vaatisi. Pylväiden lahoisuustarkastuksia on tehty tarvittaessa omana työnä. Johtokatuja suunnitelmalliset lahoisuustarkastukset edellyttäisivät pylväiden ikätietoja, jotka ovat vielä puutteelliset. Kunnossapitoon liittyviä johtokatuja raivauksia on tehnyt ulkopuolinen urakoitsija lehdettömään aikaan keväisin ja syksyin. Aiemmin lin Energian johtoalueilla tehtiin raivauksia vain tarvittaviin yksittäisiin kohtiin ja samalla johtoalueella käytiin toistuvasti. Toimintatapa on muutettu ja nykyisin raivaukset tehdään alueittain koko johtoalueelle. Erikseen raivataan pienjännite- ja keskijännitejohtokadut. (Jääskeläinen 2017.)

Sähköasemilla käydään säännöllisesti vähintään kerran kuukaudessa tekevässä silmämääräisiä tarkastuksia. Sähköasemien apujärjestelmien akuston säännöllisiä huoltoja on tehty kahden vuoden välein ja suurin osa akuista on uusittu viimeisen huollon yhteydessä. Sorosen sähköaseman tärkeimmille komponenteille on tehty laaja huolto viime syksynä, kun Fingridillä oli omassa verkos-

saan pitkä katkos. Tuossa laajassa huollossa on täyshuollettu mm. erottimet, katkaisijat, käämikytkimet ja otettu päämuuntajista öljynäytteet. (Jääskeläinen 2017.)

Jakeluverkon erotinhuollot on tehnyt ulkopuolinen urakoitsija tarvittaessa. Kauko-ohjattujen erottimien akustot on uusittu määräajoin. Muuntamoiden ja jakokaappien silmämääräisten tarkastusten dokumentointi pitää myös uudistaa. Säännöllisiä kunnossapitomittauksia ei laitteistoille ole tehty, mutta lämpökuvauksia on tehty tarvittaessa, kun on epäilty laitteistossa olevan ongelmaa. Relekoestuksia on tehty aina verkon muuttuessa. (Jääskeläinen 2017.)

### 3 SÄHKÖVERKKO

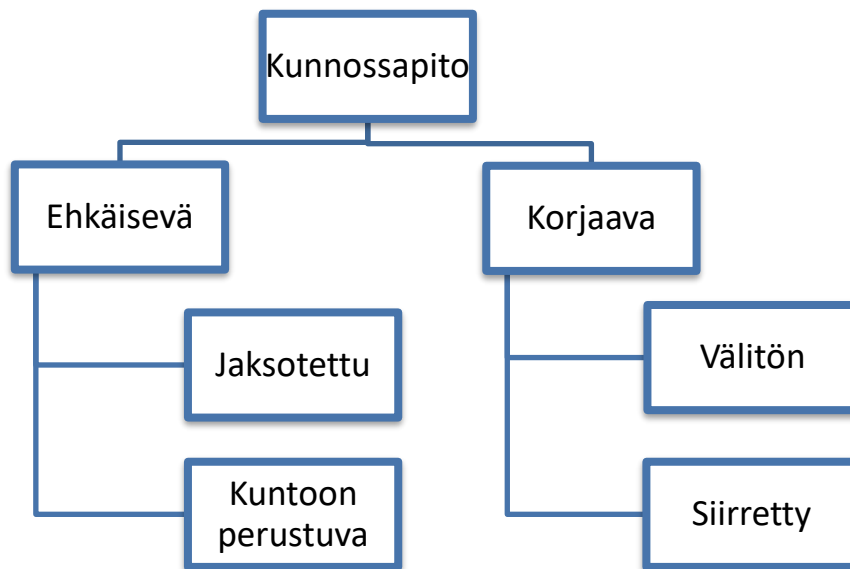
Sähköverkko käsitteenä tarkoittaa sähkön siirtoon ja jakeluun rakennettua kokonaisuutta, jossa toisiinsa on liitetty sähköjohtoja ja sähköasemia sekä sähköverkon käyttöä ja palveluita tukevia sähkölaitteita, laitteistoja, ohjelmistoja ja järjestelmiä. Suomessa sähköverkko koostuu kantaverkosta, erillisistä alueverkoista sekä paikallisten sähköyhtiöiden hallitsemista jakeluverkoista. Sähköverkkotoiminta on luvanvaraista toimintaa ja verkkoluvan myöntää Energiavirasto. Lupa edellyttää haltialtaan verkon ylläpitoa, kehittämistä, sähkönkäyttöpaikkojen ja tuotantolaitosten liittämismuutoksia verkkoonsa sekä sähkön siirtovelvollisuutta. Sähköverkon haltijat ovat vastuussa verkkonsa kunnosta ja sähkön laadusta. (Sähkömarkkinalaki 1:3 §.)

Kantaverkko on valtakunnallinen sähkön siirtoverkko, joka Suomessa on Fingridin omistama suurjännitteinen runkoverkko. Suomen kantaverkkoon kuuluvat 400 kV:n ja 220 kV:n sekä tärkeimmät 110 kV:n voimajohdot sekä sähköasemat. Kantaverkkoon on liittynyt voimalaitoksia, suurimpia tehtaita ja alueellisia jakeluverkkoja. Fingridin lupaan liittyä myös Suomen kantaverkon järjestelmävastavaan sähkömarkkinalaissa mainitut vastuut, velvollisuudet ja oikeudet. (Energiavirasto 2017; Fingrid 2017; Sähkömarkkinalaki 2:8 §.)

Alueverkot ovat 110 kV:n siirtoverkkoja, joissa siirretään pääasiassa sähköä omistajien omille muuntoasemille. Jakeluverkko on taas verkkoyhtiön hallussa oleva yleensä alle 110 kV:n sähköverkko, mutta jakeluverkkoyhtiöllä voi olla hallinnassaan myös 110 kV:n suurjänniteverkko. Jakeluverkkoon liittyy maantieteellinen vastuualue, joissa heillä on yksinoikeus rakentaa sähköverkkoa. (Energiavirasto 2017a.)

#### 4 JAKELUVERKON KUNNOSSAPITO

Kunnossapidon määritelmässä voidaan tehdä pääjako ehkäisevään ja korjaavaan kunnossapitoon (Kuvio 1). Ehkäisevässä kunnossapidossa pyritään löytämään ongelmat ennen kuin ne aiheuttavat laitteen tai komponentin vikaantumisen. Lisäksi ehkäisevällä kunnossapidolla ja siihen liittyvällä huoltotoiminnalla pyritään jatkamaan komponenttien käyttöikä. Yleisimmin ehkäisevää kunnossapitoa tehdään erilaisilla kuntotarkastuksilla, joilla pyritään havaitsemaan jakeluverkosta sellaiset verkon osat ja laitteet, jotka voivat vikaantumalla heikentää verkon turvallisuutta ja jakeluvarmuutta. Kuntotarkastuksilla kerätään myös tietoa sähköverkon nykytilasta, minkä perustella voidaan suunnitella tulevaisuuden investointeja. (SFS-EN 13306:2010; Oikkonen 2014, 26.)



Kuvio 1. Kunnossapitolajit (Järviö & Lehtiö 2012, 46)

Ehkäisevä kunnossapito jaetaan SFS 13306 -standardin mukaan jaksotettuun ja kuntoon perustuvaan kunnossapitoon (Kuvio 1). Jaksotetussa kunnossapidossa laitteiston toimintakuntoa seurataan määrätyin aikaväleihin tai käyttömäärän mukaan huomioimatta aiempien tarkastusten ja mittausten tuloksia. Laitteistojen huoltotoimet kuten säädöt, puhdistukset, rasvaukset, öljynvaihdot ja muut vastaavat toimenpiteet kuuluvat jaksotettuun kunnossapitoon. Kuntoon perustuva kunnossapito taas pohjautuu kunnonvalvonnan, tarkastusten ja testausten tulok-

siin. Kun analysoidaan kunnonvalvonnan tuloksia ja ennustetaan niiden perusteella laitteiston vikaantumista, puhutaan silloin ennakoivasta kunnossapidosta. (SFS-EN 13306:2010.)

Jakeluverkkojen ehkäisevissä kunnossapitotoimissa on yleisesti ollut käytössä jaksottainen tarkastusväli, jolloin tarkastukset ja huollot tehdään tietyin aikaväleihin. Jaksoittaiseen tarkastukseen ohjaavat myös suositukset ja standardit. Nykyisin, kun kunnossapitotietoja on monissa paikoissa kertynyt useammalta vuodelta, on siirrytty enemmän kuntoon perustuvaan kunnossapitoon. Tällöin kerättyjen kuntotietojen perusteella voidaan huolto- ja tarkastustoimet ensisijaisesti kohdentaa heikompikuntoisiin verkon osiin ja laitteisiin. Kuntoon perustuvassa kunnossapidossa saavutetaan yleensä taloudellisia säästöjä, kun hyvässä kunnossa olevia verkon osia ei tarkasteta turhan tiheästi. (Lakervi & Partanen, 2008. 114.)

Korjaavassa kunnossapidossa korjataan tai vaihdetaan jo vikaantunut laite, jotta laitteen toimintakyky saadaan palautetuksi (Järviö & Lehtiö 2012, 49 – 51). Jos laite vikaantuu ja vika sijoittuu kriittiseen osaan verkkoa, aiheutuu siitä sähköjakelun katkos tai turvallisuusongelma, jolloin tarvitaan välitöntä korjausta. Jos taas vika ei ole kriittisessä kohdassa verkkoa ja siitä ei aiheudu ympäristölle tai käyttäjille varaa, voidaan vikakorjaus siirtää sopivaan ajankohtaan. (SFS-EN 13306:2010.)

#### 4.1 Lait ja määräykset

Jakeluverkon kunnossapidosta on säädöksiä sekä Sähkömarkkinalaissa (Sähkömarkkinalaki 588/2013) että Sähköturvallisuuslaissa (1135/2016). Sähköturvallisuuslakiin liittyy asetus sähkölaitteistoista (1434/2016), jonka liitteessä säädetään sähköturvallisuuslaissa määritettyjen sähkölaitteiden olennaisimmat turvallisuusvaatimukset tarkasti. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) antaa täydentäviä ohjeita säädöksiin. Tukes myös varmistaa sähköturvallisuuden ja säädösten vaatimusten toteutumisen valvomalla sähkölaitteistoja, sähkötöiden tekemistä sekä sähkötarkastustoimintaa. Sähkölaitteistojen osalta Tukes valvoo, että laitteistojen rakentajilla on tarvittavat oikeudet sekä valvoo laitteistojen käyttöä ja kunnossapitoa.

Ennen jakeluverkon sähkölaitteiston tai sen osan käyttöönottoa on sähkölaitteistolle tehty sähköturvallisuuslain mukaiset käyttöönotto- ja varmennustarkastukset, joilla laitteisto on todettu määräysten mukaiseksi ja turvalliseksi käyttää. Tämän jälkeen jakeluverkon haltija on vastuussa sähköverkkonsa pysymisestä turvallisena. Sähköturvallisuuslain mukaan sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että laitteiston kuntoa ja turvallisuutta tarkkaillaan ja että havaitut puutteet ja viat poistetaan riittävän nopeasti. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:47.)

Sähköturvallisuuslaissa on määritelty olennaiset sähkölaitteistojen turvallisuusvaatimukset, joita ovat suojaus sähköiskulta, suojaus tulipaloa ja kuumuutta vastaan, suojaus muilta haittavaikutuksilta, erityislaitteistojen vaatimukset, erityisolosuhteiden vaatimukset ja eri laitteistojen keskinäinen yhteensopivuus sekä olennaiset rakennevaatimukset. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:31 § ja 3:44 §.)

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

- 1) niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa;*
- 2) niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä;*
- 3) niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 1:6 §).*

Jakeluverkonhaltijalle on myös taloudellisesti kannattavaa toimittaa hyvälaatuista ja keskeytymätöntä sähköä, koska se on korvausvelvollinen loppukäyttäjälle keskeytyksen tai huonolaatuisen sähkön vuoksi. Jakeluverkon haltijalle sähkönsiirron, -jakelun ja -toimituksen keskeytymisen virheeseen liittyvistä korvausasioista säädetään sähkömarkkinalaissa. Jos taas sähköverkon rakentamisessa tai ylläpidossa ei ole noudatettu sähköturvallisuudesta annettuja määräyksiä, ovat tällaiset sähkövahingot sähköturvallisuuslain mukaisen korvausvastuun piirissä. (Sähkömarkkinalaki 588/2013 13:97-101 §; Sähköturvallisuuslaki 1:5 §.)

## 4.2 Kunnossapito-ohjelma

Sähköturvallisuuslain mukaan verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muu vastaava sähköverkko on luokan 3 sähkölaitteisto, jolle on laadittava sähköturvallisuuden ylläpitävä huolto- ja kunnossapito-ohjelma. Kunnossapito-ohjelman laadinta ja sen noudattaminen on sähkölaitteiston haltijan vastuulla. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:47 ja 48 §.)

Vuoden 2017 alussa voimaan tulleessa uusituslaissa sähköturvallisuuslaissa korostetaan kunnossapidon merkitystä ja sähkölaitteiston haltijan vastuuta laitteistosta. Jos sähkölaitteistoluokan 3 laitteistolle ei ole laadittu kunnossapito-ohjelmaa ollenkaan, laadittua ohjelmaa ei ole noudatettu tai kunnossapito-ohjelma on alimitoitettu, on tällöin kyse vakavasta puutteesta. Tukes on täydentänyt turvallisuuslakia lisäohjeistuksella Tukes-ohje 16/2017, jonka mukaan kunnossapito-ohjelmaan tulisi sisällyttää seuraavia huolto-, kunnossapito- ja korjaustoimia:

- *”Riittävä sähköturvallisuuden edellyttämä kunnan ja vikojen valvonta*
- *Perussuojaus ja mekaaninen suojaus*
- *Vikasuojaus (suojalaitteiden asetteluarvot)*
- *Toimenpiteet palo- ja räjähdysvaaran ehkäisemiseksi*
- *Ilmajohtojen turvaetäisyydet, vapaa johtoaukea ja kiipeämisen esto*
- *Sähköpylväiden kunto ja lahoisuustarkastus*
- *Sähkötilojen lukitukset, niihin pääsy ja varoituskilvet*
- *Maadoitukset ja potentiaalintasaukset” (Tukes-ohje 16/2017).*

ST-kortistossa on myös ohjeistusta kunnossapito-ohjelman laadintaan. Sen mukaan kunnossapito-ohjelma käsittää huollon, kunnossapidon, haltijan toimesta tehtävien silmämääräisten katselmusten, mittausten ja testausten ajankohdat sekä tiedon milloin lakisääteinen määräaikaistarkastus tulee tilata ja pitää. (ST 96.02.)

Silmämääräiset tarkastukset ovat yleensä jakeluverkonhaltijan toimesta tehtäviä tarkastuksia. Silmämääräisesti tarkastettavat kohteet ovat ennalta määritetty ja



tarkastustulos dokumentoidaan seurannan, mahdollisen korjaustarpeen ja määräaikaistarkastusten takia. Osan kunnossapitomittauksista ja -testauksista tekee usein ulkopuolinen urakoitsija verkonhaltijan toimeksiannosta, koska ne vaativat erikoisosaamista ja -laitteistoa kuten suojareleiden, erottimien ja katkaisijoiden koestus. (ST 96.02.)

Tarkkoja määräyksiä verkon haltijan tekemiin kuntotarkastuksiin ei siis ole, joten jakeluverkon haltija joutuu itse määrittelemään tehtävät tarkastukset, tarkastusten suoritustiheyden ja dokumentoinnin. Tarkastusten ja huoltojen suoritustiheyteen vaikuttaa laitteiston valmistajan ohjeet, laitteiston ikä, edellisten tarkastusten tulokset sekä laitteiston osan kriittisyys jakeluverkostossa. Periaatteena yleensä on, että jakeluverkko jaetaan tarkastusalueisiin ja että jokainen verkon osa tulee tarkastettua kertaalleen kuuden vuoden aikana. (ST 96.02)

Tarkastusten aikavälin määrittämisessä voi käyttää SENER:n verkostosuositusta TA 1:97, jossa on annettu ohjeellisia sähköverkon tarkastusvälejä seuraaville verkon osille:

*”1. Suurjänniteavojohto ja ulkokytkinlaitos, suojareleistyksien ja maadoitusjohtimien kunnan tarkastuksineen: 3 vuoden välein*

*2. Keskijänniteilmajohto, muuntamo sekä sisäkytkinlaitos maadoitusjohtimien kunnontarkastuksineen: 6 vuoden välein*

*3. Suurjännite ja keskijänniteverkon ylivirta- ja maasulkusuojausten tarkastusten suojareleet ilman itsevalvontaa 3 vuoden ja itsevalvonnan omaavat 6 vuoden välein.*

*4. Pienjänniteverkoston (mukaan lukien ulkovalaistusverkosto) ja jakokeskusten kunnan sekä ylivirta- ja maasulkusuojausten tarkastukset 6 vuoden välein.*

*5. Maadoitusimpedanssin (-resistanssin) mittaus:*

*- Yhden maadoitusjohtimen varassa 6 vuoden välein*

*- Useamman maadoitusjohtimen varassa 12 vuoden välein*

*6. Puupylväiden lahoisuustarkastus tehdään olosuhteista riippuen 25-30 vuoden ikäisille pylväille. Tämän jälkeen seuraava tarkastus lahomäärän perusteella esim. 5-10 vuotta.” (Vanha 2015, 6)*

Yleisin jakeluverkon haltijan tekemä kuntomittaus on lämpökuvaus. Lämpökuvauksella pyritään löytämään sähkölaitteistoista kohtia, jotka kuumenevat liikaa ja voivat aiheuttaa tulipalon. Lämpökuvauksella voidaan havaita esimerkiksi huonot liitokset, jotka aiheuttavat liitoksen lämpötilan nousua, jolloin johtimien eristimien kunto voi kärsiä tai ympäristössä oleva pöly voi syttyä palamaan. Lämpökuvauksella saatetaan nähdä myös laitteiston liiallinen tai epäsymmetrinen kuormitus. Liiallinen kuumeneminen tai pitkäaikainen ylikuorma lyhentää laitteen ikää. Lämpökuvauksia tehdään yleensä keskijännitekojeistoille, muuntajille, kiskostoille, voimavirtakaapeleille, pääkytkimille, pääkatkaisijoille, varokelähdöille ja riviliittimille. Lämpökuvaus voidaan lähes aina tehdä jännitteisenä eikä siitä aiheudu sähkönjakelun katkeamista. Laitteiston lämpökuvas kannattaa tehdä silloin, kun laitteiston kuormitus on korkeimmillaan. (Sintonen 2015, 45 – 46; Oikonen 2014, 98.)

#### 4.3 Määräaikaistarkastukset

Jakeluverkon sähkölaitteistolle on tehtävä sähköturvallisuuslain mukaan määräaikaistarkastus viiden vuoden välein. Määräaikaistarkastuksessa varmistetaan, että sähkölaitteiston käyttö on turvallista, kunnossapito on riittävää turvallisuuden ylläpitämiseksi ja laitteistolle on tehty kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet. Lisäksi siinä varmistetaan, että sähkölaitteiston käyttöön ja hoitoon tarvittavat välineet, piirustukset, kaaviot ja ohjeet ovat käytettävissä. Määräaikaistarkastuksen ajankohta määräytyy laitteen käyttöönottoajankohdasta tai edellisestä määräaikaistarkastuksesta. Määräaikaistarkastuksen tilaa jakeluverkon haltija ja tarkastuksen suorittaa toimintaan valtuutettu laitos tai valtuutettu tarkastaja. Sähköturvallisuuslaissa on myös vaatimuksia, jotka koskevat tarkastukseen liittyviä pakollisia merkintöjä ja asiakirjoja. Tarkastuksen tekijän on laadittava määräaikaistarkastuksesta tarkastuspöytäkirja, joka pitää luovuttaa laitteiston haltijan käyttöön. Uudistetun sähköturvallisuuslain mukaan tarkastajan on vielä kiinnitet-

tävä tarkastettuun kohtaan tarkastustarra, joka korvaa aiemmin tehdyn viranomaisilmoituksen Turvatekniikan keskukselle. Jos sähkölaitteistolle on tehty laajennus- ja muutostöitä, niiden tarkastuspöytäkirjojen olemassaolo ja asianmukaisuus pitää myös määräraikaistarkastuksessa tarkistaa. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:48 §)

#### 4.4 Ilmajohdot

Ilmajohdojen käyttöikä on arviolta 35 - 50 vuotta riippuen johtotyypistä ja ympäristöstä, missä ne ovat käytössä. Suositusten mukaan 20 kV:n avojohto tulisi tarkastaa kolmen vuoden välein ja 0,4 kV:n johdot kuuden vuoden välein. 20 kV:n ilmajohdoja voidaan tarkastaa lentotarkastuksena ilmasta tai maasta käsin jalkaisin, moottorikelkalla tai mönkijällä. Nykyisin lentotarkastuksessa ilmajohdoja kuvataan yleensä helikopterista, joka kerää 3D- ja laserkuvaa johdosta ja johtokaaduista. Ilmakuvauksen hyväksi puoleksi voidaan lukea se, että kun yleensä kuvaukset tehdään kesäisin, voidaan kuvan tarkastelu tehdä myöhemmin sopivana ajankohtana. Lisäksi kuvan tarkasteluun voidaan palata aina tarvittaessa. Kuvattu aineisto on nykyisin niin tarkkaa, että siitä voidaan määrittää turvaetäisyydet, jolloin johtoalueen raivaus voidaan kohdistaa juuri oikeisiin kohtiin. Jalkaisin tehtävissä tarkastuksissa voidaan taas paremmin huomioida johtokatu kokonaisuudessaan ja sisällyttää tarkastukseen myös pylväiden tarkka kuntotarkastus sekä tehdä samalla kertaa pieniä korjaustöitä. (Vanha 2012, 25 – 26; Monni 2015, 147 - 148.)

Ilmajohdojen tarkastuksessa kiinnitetään huomiota itse johtoon, mutta myös pylväisiin ja pylväsrakenteisiin (orret, eristimet, harukset, maadoitus, latvasuojukset) sekä ympäristöön ja etäisyyksiin. Keski- ja pienjännitejohdojen tarkastuksissa molemmissa tarkistetaan periaatteessa samat kohdat, muutamia poikkeuksia kuitenkin on. Yleensä pienjänniteilmajohdojen tarkastuksissa ei kirjata ylös pylväskohtaisia tietoja, kuten keskijännitejohtotarkastuksessa nykyisin lähes aina kirjaan. (Monni 2015, 152 - 153.)

Pienjännitejohto on yleensä AMKA-johtoa, jossa johtimet ovat eristetyt ja kierrettynä PEN-johdon ympärille. AMKA-johdon tarkastuksessa tulee tarkkailla johti-

mien eristyksen eheyttä sekä PEN-johtimen kiinnityksiä ja kytkentöjä. Pienjännitejohtojen tarkastuksessa huomioidaan mahdolliset harusvirtojen aiheuttamat ongelmat, varsinkin kun maaperä on kosteaa savimaata. Harusvirrat aiheuttavat harustangoissa korroosioita. Lisäksi pienjänniteverkoissa tarkastukseen kuuluu ylikuormitussuojauksen kunnon silmämääräinen tarkastus. Pienjännitejohtojen tarkastuksessa kiinnitetään huomiota myös pylväsmerkintöihin. Jos samassa pylväässä on katuvaloja tai muita kaapeleita, tulee pylväässä olla merkkinauha yhteiskäytöstä. Keskijännitejohtojen pylväissä tulee aina olla hengenvaarakyltti. (Monni 2015, 152 - 153.)

Jos keskijännitejohtona on käytetty päällystettyä PAS-johtoa, siinä ei aiheudu niin herkästi käyttökatoja kuin päällystämättömällä johdolla, koska johtimien hetkelinen toisiinsa koskettaminen ei aiheuta läpilyöntiä. Myöskään puun vastaaminen johtimeen ei aiheuta heti ongelmia. Jakelukeskeytyksiä tulee sitten, kun puu tai oksa on pitkään kosketuksissa johtimeen ja eristimen pinta rikkoutuu. Myrskyn jälkeen olisikin suositeltavaa tarkastaa PAS-johtoalueet mahdollisilta kaatuneilta ja johtokadulle kallistuneilta puilta. PAS-johdot on myös suojattava valokaarelta ja yleisimmin tämä suojaus tehdään kipinäsarvilla, joiden kunto on myös huomioitava tarkastuksessa. (Lakervi & Partanen, 2008, 145.)

Kaikkien ilmajohtojen etäisyystarkastuksissa tulee kiinnittää huomio puiden etäisyyksiin johtimista sekä johtimien ja jomppien etäisyyksiin mm. rakennuksista, muista johdoista ja teistä. Oksien ja puiden etäisyys tulee olla riittävä myös maadoitusjohtimiin ja ukkosjohtimiin. Mikäli oksat osuvat johtimiin, aiheutuu niistä häiriötä sähkönjakeluun. Johtokadut raivataankin yleensä määräajoin, mutta myös tarvittaessa. (Monni 2015, 151.)

Raivaus on tärkeimpiä avojohtokatuojen kunnossapitotoiminnoista. Sillä vähennetään esim. lumikuormien aiheuttamia vikoja, kun johtokadun lähistöltä poistetaan nuoret taipuisat lehtipuut. Raivaukseen kuuluu aluskasvillisuuden raivaaminen, oksiminen ja johtoalueen levitys. Keskimääräinen raivausväli on 20 kV:n avojohdolla 3 - 4 vuotta. KJ-verkon johtokaduilla oksien etäisyys johtimiin tulee olla vähintään 2,5 metriä ja itse johtokadun leveys 10 metriä, poikkeuksena PAS-johtimet, joiden johtokadun leveys on kapeampi, eli sen tulee olla 6 metriä. Pienjän-

nitejohtokadun 0,4 kV:n avojohdolla raivausväli on noin 2 – 5 vuotta, oksien etäisyys johtimiin tulee olla vähintään metri ja johtotien leveys 3 metriä. Aluskasvillisuuden raivaus kannattaa tehdä lumettomaan tai vähän lumen aikaan, kun taas johtoalueen levitys kannattaa tehdä talvella, kun puissa ei ole lehtiä. (Monni 2015, 149, 169, 173; Lakervi & Partanen 2008, 230.)

Jakeluverkonhaltijalla on oikeus tehdä ilman maan omistajan tai haltijan lupaa ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä sähkönjakelun keskeytyksen poistamiseksi tai ehkäisyksi jakeluverkon läheisyydessä sijaitsevassa metsässä kaatamalla ja poistamalla johtokadun läheisyydestä puita ja kasveja. Yleensä raivauksista ilmoitetaan etukäteen alueella ilmestyvässä sanomalehdessä. Hyvään asiakaspalveluun kuuluu ennakoilmoittaa varsinkin pienjänniteverkkojen raivauksista, koska silloin liikutaan usein asiakkaiden pihapiireissä. (Sähkömarkkinalaki 588/2013 16:111 §; Monni 2015, 2015, 170).

#### 4.5 Pylväät

Pylväiden silmämääräisiä kuntotarkastuksia tehdään yleensä avojohtojen kuntotarkastusten yhteydessä. Varsinaisia pylväiden lahoisuustarkastuksia ei normaalisti tehdä alle 20 vuotta vanhoille pylväille, vaan suositusten mukaan kunnossapito-ohjelman mukaiset lahoisuustarkastukset tehdään pylväille ensimmäisen kerran, kun pylvään ikä on 25 vuotta. Seuraavan lahoisuustarkastuksen ajankohta määräytyy edellisen tarkastuksen tuloksista, yleensä seuraava tarkastus on 5 - 10 vuoden päästä. (Monni 2015, 153.)

Pylvään kestoikä riippuu pylvään kyllästämisesä käytetyistä aineista ja niiden pitoisuuksista. Aiemmin käytössä ollut kyllästeyhdiste CCA (kupari-kromi-arseeni) takasi pylvään pitkän käyttöiän n. 55 vuotta, mutta arseenin takia sitä ei ole saanut käyttää Suomessa enää vuoden 2006 jälkeen. Nykyisin Suomen ilmajohdoissa käytetään pääasiassa C-kyllästeisiä (kupariyhdiste) pylväitä ja vähäisessä määrin kreosottikyllästeisiä pylväitä. Näistä kreosottipylväs on lähes yhtä kestävä kuin aiemmin käytetty CCA-pylväs, mutta sen käyttö on vähäistä tarhaavuuden, hajun ja kreosootin terveysvaikutusepäilyiden takia. Kuparikyllästeinen pylväs on taas lyhytikäisempi, koska kupari liukenee ajan mittaan pois, sen ikäarvio on 35 – 40 vuotta. Kyllästeen liukenemisen takia C-kyllästepylväissä

esiintyy latva- ja juurilahoa enemmän kuin CCA- ja kreosoottipylväissä. (Energiateollisuus 2010, 15 ja 66.)

Jos silmämääräisessä tarkastuksessa havaitaan epäilyjä lahovioista, olisi tarkastusten yhteydessä hyvä tutkia vähintäänkin onko pylväs ontto koputtelemalla vararalla pylvään tyviosaa parin metrin korkeudelle saakka. Mikäli koputuksessa havaitaan kumisevaa ääntä, on pylväälle syytä tehdä varsinainen lahoisuustarkastus, jossa pylväs tutkitaan tarkemmin ja määritetään lahoisuusaste. Yleinen käytäntö on ollut, että jos johtokadun pylväiden kunto kokonaisuudessaan on huono, tällöin uusitaan kaikki johtokadun pylväät. Jos taas yksittäinen pylväs on huono, se uusitaan tai asennetaan siihen juurituki. Kumpi edellisistä valitaan korjaustoimenpiteeksi, on aina tapauskohtainen ja toimenpiteen valinnassa kannattaa huomioida kokonaiskustannukset ja toimenpiteellä saavutettava käyttöikä. (Lakervi & Partanen 2008, 229; Vanha 2012, 25.)

Muita huoltotoimia pylväisiin liittyen ovat harusten huollot, joissa uusitaan harusmerkkejä, kiristetään harusköyysiä ja korjataan harusankkureiden nousemisia. Usein edellä mainittuja harusten vikoja korjataan tarkastusten yhteydessä. (Monni 2015, 175.)

#### 4.6 Maakaapelit ja jakokaapit

Maakaapeleita käytetään yhä enenevässä määrin uusissa sähköverkon osissa sen säävarmuuden ja varsinkin taajama-alueella vähäisen tilantarpeen takia. Koska maakaapeliverkossa johto ei ole näkyvässä, keskitytään kuntotarkastuksissa maanpäällisiin osiin kuten kaapelipäätteisiin, kiinnityksiin, kaapelien suojaukseen, maadoituksiin, kaapelimerkintöihin ja jakokaappeihin. Jakokaapeista tarkastetaan ympäristö, kaapin asennus, kunto, lukitus, likaisuus, tuuletus, pinnoitteet, tunnuksat ja merkinnät sekä piirustusten täsmävyys ja olemassaolo. Keskijännitemaakaapeleiden kuntoa voidaan seurata eristysresistanssi- ja osittaispurkausmittauksilla sekä lämpökuvauksella. Pienjännitemaakaapeleille ei eristysresistanssi- ja osittaispurkausmittauksia yleensä tehdä. (Monni 2015, 159 – 161.)

#### 4.7 Jakelumuuntamot

Jakeluverkossa on yleensä pylväs-, puisto- ja kiinteistömuuntamoja, joissa keskijänniteverkon jännite muunnetaan pienjänniteverkon jännitteeksi. Keskijänniteverkon jännite on 10 tai 20 kilovoltia ja pienjänniteverkon jännite useimmiten 400 voltia, mutta nykyisin enenevässä määrin myös 1000 voltia. Jakelumuuntamo koostuu keskijänniteliitännästä, yhdestä tai useammasta jakelumuuntajasta, pienjännitelähdöistä sekä mahdollisesta apujännitelaitteistosta. Haja-asutusalueilla käytetään yleisesti pylväsmuuntamoja, kun taas taajamissa on käytössä puisto- ja kiinteistömuuntamoja. Energiaviraston julkaiseman taulukon Sähkönjakeluverkon verkkokomponentit ja yksikköhinnat 2016 - 2023 mukaan jakelumuuntamoiden pitoaika on yli 30 vuotta. Tarkastusmielessä jakeluverkkomuuntamot voidaan jakaa kahteen osaan pylväs- ja puisto/kiinteistömuuntamoihin, koska puisto- ja kiinteistömuuntamoiden tarkastuskohteet ovat suurimmalta osin samat. (Lakervi & Partanen 2008, 157; Oikkonen 2014, 90; Energiavirasto 2017b.)

Sähkönjakeluverkoissa muuntamoiden silmämääräiset tarkastukset voidaan tehdä omina tarkastuksinaan tai ne tehdään johtokatujuen tarkastusten yhteydessä. Muuntamotarkastus vaatii erityisosaamista ja tarkastettavia kohteita on enemmän, joten erillinen tarkastus tehdään usein sen takia, jotta ne eivät hidastaisi johtoalueiden tarkastusta. Pylväsmuuntamoiden pylvästarkastukset voidaan tehdä ilmajohtojen tarkastusten yhteydessä, varsinkin jos ne sisältävät lahoisuus-tarkastuksen. (Vanha 2012, 40 - 41 ja 45.)

Muuntamoiden silmämääräisiä tarkastuksia voidaan tehdä jännitteellisenä, mutta monet korjaus- ja huoltotoimet vaativat jännitteettömyyttä. Jännitteettömistä huolloista ja osien vaihdoista aiheutuu asiakkaille vähiten häiriötä, jos ne tehdään kesäaikaan kuormien ollessa pieniä (Oikkonen 2014, 85).

Muuntamoiden tarkastuksessa tulisi kiinnittää huomiota ympäristöön, merkintöihin ja siihen, että dokumentit vastaavat merkintöjä, tunnuksiin, varoituskyltteihin, etäisyyksiin, pintojen puhtauteen, öljyvuotoihin sekä keskijännitelaitteiden, muun-

tajan, pienjännitelaitteiden ja maadoitusten kuntoon, liitoksiin, suojauksiin ja kiinnityksiin. Kaikkien öljyristeisien muuntajien öljymäärä tulee myös tarkistaa öljymäärän osoitinmittarista. (Vanha 2012, 40 – 52.)

Pylväsmuuntamoiden tarkastuksessa olisi hyvä käyttää nostokoriautoa, jotta voidaan turvallisesti tarkastaa muuntajan kannen läpiviennit (Oikkonen 2014, 90). Jos muuntajassa on paisuntaöljysäiliö, sen kunto ja öljymäärä tulisi tarkistaa. Pylväsmuuntamoiden tarkastuksessa omia tarkastettavia kohteita ovat varoitusnauhat, eläinsuojat ja erityisesti tulee tarkastaa muuntamon erotinmerkinnät, jotka vanhemmissa muuntamoissa voivat olla erillään muuntamosta. Erottimen mekaaninen kunto pitää myös silmämääräisesti tarkastaa, samoin lukitus. Pylväsmuuntamoiden huoltoon liittyvät määräajoin tehtävät johtoerottimien huollot. Huollossa kokeillaan erottimen toiminta sekä rasvataan ja puhdistetaan koskettimet ja tanko-ohjain. Lisäksi erotinhuollossa tarkastetaan katkaisupiiskojen ja -kammioiden toiminta. Nykyisin johtoerotinhuoltoa tehdään jännitteellisenäkin siihen erikoistuneiden henkilöiden toimesta (Vanha 2012, 43 – 45; Monni 2015, 175.)

Puisto- ja kiinteistömuuntamoiden tarkastuksissa kiinnitetään huomio myös rakennuksen rakenteisiin ja kuntoon sekä lukitukseen, yleiseen siisteyteen, valaistukseen ja ilmastointiin. Ilmastointi on voitu järjestää koneelliseksi, jolloin ilmastointilaitteiston kunto ja toiminta tulee tarkastaa. Mikäli ilmastointilaitteistoon liittyy suodattimia, ne vaihdetaan tarvittaessa. Jos rakennuksessa on ilmanvaihtoaukkoja, niiden ritilät puhdistetaan. Ilmastoinnin toimivuus on tärkeää, koska lämpötilan liiallinen nousu lyhentää muuntajan käyttöikää huomattavasti. Puisto- ja kiinteistömuuntamosta pitää olla kaikki tarvittavat dokumentit ja kaaviot, joista käy ilmi muuntamon sulakekoot, kaapelit, lähdöt ja laitteistojen käyttöohjeistus. Muuntamotiloista pitäisi löytyä myös varasulakkeet ja niiden vaihtovälineet. Lisäksi muuntamoissa tulee olla alkusammutusvälineet ja ensiapuohjeet. Muuntamoissa olisi hyvä olla kunnossapidon huolto-ohjelma, johon jokainen tehty tarkastus merkitään.

Huoltotoimenpiteitä, joita muuntamoille tehdään määräajoin, ovat keskijännitekojeiston katkaisijoiden ja erottimien kokeilu, relekoestus, muuntajaöljyn näytteen-



otto ja analysointi, laitteiston lämpökuvaus ja maadoitusresistanssimittaus. Laitteiston kuntoa voidaan seurata mittaamalla virtoja ja jännitteitä. Lisäksi kuormitusmittauksella voidaan tutkia, onko kyseisen muuntajan mitoitus riittävä.

#### 4.8 Sähköasemat

Sähköasema on sähkönjakeluverkon tärkeä osa. Sähköasemilla voidaan tehdä kytkentöjä, muuntaa jännitteitä tai jakaa energiaa eri johdoille. Kytkinasemalla yhdistetään saman jännitetason johtoja ja muuntoasemilla yhdistetään eri jännitetason johtoja. Muuntoasemalla on yleensä suurjännitekytkinlaitos, yksi tai useampi päämuuntaja, keskijännitekytkinlaitos ja apujännitejärjestelmä. Sähköasemilla voi olla myös kompensointilaitteita. Kytkinlaitteita ovat katkaisijat ja erottimet, josta katkaisijalla pystyy katkaisemaan ja sulkemaan kuorma- ja vikavirran toisin kuin erottimella. Erottimella tehdään kytkinlaitoksen osat jännitteettömiksi turvallista työskentelyä varten. Sähköasemien käyttöikäarvo on 30 – 45 vuotta (Laine 2005, Liite 1; Lakervi & Partanen 2008, 119; Hietalahti 2013, 106.)

Jakeluverkon haltija tekee yleensä valvontakäyntejä sähköasemille kuukausittain tai muutaman kuukauden välein, jolloin sähköaseman ympäristöä, laitteiston kuntoa, valaistusta, öljymääriä ja öljyvuotoja sekä mittaristoja ja merkkivaloja tarkastellaan silmämääräisesti. Vuosittain tehdään sähköasemille laajempi silmämääräinen tarkastus, jolloin tarkastetaan kojeistojen ja apujärjestelmien kuntoa sekä tarkastetaan työturvallisuusvälineiden ja ohjeistuksien olemassaolo. Vuositarkastukseen kuuluu myös piirustusten ja kaavioiden olemassaolon ja paikkansapitävyyden tarkastus. Varsinaiset määräajoin tehtävät laitteistohuollot, toiminnan koekilut ja koestukset ovat yleensä siihen erikoiskoulutuksen saaneiden henkilöiden työtä. Nämä pyritään ajoittamaan kesäaikaan, jolloin siitä on asiakkaille vähiten haittaa. (Monni 2015, 179 – 185.)

## 5 TRIMBLIN KUNNOSSAPIDON TIETOJÄRJESTELMÄ

lin Energiassa päätettiin opinnäytetyön aikana uusia verkkotietojärjestelmä ja hankkia järjestelmäkokonaisuuteen myös kunnossapito-osuus. Yhtiö päätyi hankkimaan Trimblen karttapohjaisen kunnossapitojärjestelmän. Järjestelmällä voidaan suunnitella ja aikatauluttaa niin tarkastus-, korjaus- kuin huoltotoimenpiteetkin. Lisäksi järjestelmään kuuluu maastosovellus, jota kautta tarkastaja saa työmääräyksen sähköisesti ja jolla hän voi maastossa kirjata tarkastus-, korjaus- ja huoltotoimenpiteiden tiedot suoraan sovellukseen. Sähköisessä työmääräyksessä ei tarvitse erikseen tulostaa tarkastajalle karttoja ja muita dokumentteja, koska maastosovelluksessa on käytössä järjestelmään tallennetut verkkotiedot ja karttapohjat. Käyttöoikeuksilla voidaan rajoittaa järjestelmän käyttöä niin, että myös kunnossapitotoimen ulkoistaminen on mahdollista. Tällöin ulkopuolinen toimija käsittelee vain hänelle osoitettujen tarkastusten ja huoltojen tiedot.

Trimblen kunnossapitojärjestelmän kunnossapitotietojen päätyypit ovat toimenpide ja havainto. Toimenpiteitä ovat tarkastustoimenpiteet, korjaustoimenpiteet ja huoltotoimenpiteet. Havainnot liittyvät tarkastustoimenpiteisiin, eli mitä asioita havainnoidaan kyseisessä tarkastuksessa. Havainnoille määritetään millaisia kunnossapitoarvoja ne voivat saada. Kunnossapitotiedolle voidaan määrittää vika tai kunnossa-tieto. Esimerkiksi 'Kunnossa' ja 'Ei kuulu rakenteeseen' voivat olla kunnossa-tietoja ja 'Merkintä puuttuu' taas vikatieto. Korjaustoimenpiteet voidaan liittää tiettyjen havaintojen vika-arvoihin, mikä nopeuttaa työmääräysten tekemistä.

Tarkastuksissa kerättyjä kunnossapitotietoja voidaan hyödyntää järjestelmän muissa osioissa ja niistä voidaan tehdä erilaisia raportteja, kun tutkitaan esimerkiksi jakeluverkon arvoa, kuntoa tai suunnitellaan tulevia investointeja. Järjestelmässä on ominaisuus, jolla voidaan määrittää kunnossapitotöille hinnat ja hyödyntää siten järjestelmää budjetoinnissa ja muissa kustannusten arvioinneissa. Kunnossapitojärjestelmään on myös mahdollista määrittää kohteille kuntoindeksit, jolloin pystytään kohdentamaan huolto- ja kunnossapitotyöt huonokuntoisimpiin kohteisiin. Kohteen kuntoindeksi voi perustua esimerkiksi asennusvuoteen, valmistajaan, materiaaliin ja kohteen kuntoon, joille kaikille annetaan sopivat kertoimet. Järjestelmä laskee määritetyillä kertoimilla kuntoindeksin.

Järjestelmästä on syksyllä tulossa uusi versio, jossa pitäisi tulla parannusta maastosovelluksen ja varsinaisen kunnossapitosovelluksen tietojen siirtoon. Uudessa versiossa tietojen tallennuksen maastosovelluksesta varsinaiseen kunnossapitosovellukseen pitäisi tapahtua reaaliaikaisesti, kun nykyisin se vaatii erillisen siirtotoimenpiteen. Iin Energiassa varsinaisen kunnossapitojärjestelmän käyttö aloitetaan tuolla uudemmallalla versiolla.

## 6 KUNTOTARKASTUSTEN MÄÄRITTELY

Opinnäytetyön aloituspalaverissa sovittiin, että opinnäytetyössä tehdään verkonhaltijan omille kuntotarkastuksille Excel-pohjaiset tarkastuslomakkeet, jotta niistä voitaisiin tulevaisuudessa siirtää tietoja myöhemmin hankittavaan kunnossapitojärjestelmään. Kun opinnäytetyön aikana selvisi, että lin Energia hankkii kunnossapitojärjestelmän nyt heti, luovuttiin suunnitelluista Excel-pohjaisista tarkastuslomakkeista ja samalla sovittiin, että tässä työssä suunnitellaan ja määritetään tulevan kunnossapitojärjestelmän hierarkiaan sopivat kuntotarkastusprosessit.

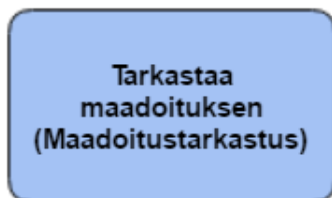
Ensin ajateltiin, että opinnäytetyön aikana tehtäisiin määritykset suoraan tietojärjestelmään, mutta koska järjestelmä ei ollut vielä käytettävissä, tehtiin ne Excel-taulukon (Liite 9). Määrityksissä voitiin lähteä tyhjältä pöydältä, koska aiempia kunnossapitotietoja ei sähköisessä muodossa ollut. Lähtökohtana tarkastuksille ja niissä tehtäville havainnoille oli, että niiden tulee olla riittävän yksinkertaisia, jotta kaikki tarkastettavat kohdat tulee oikeasti tarkastetuiksi huomioiden kuitenkin, että kaikki turvallisuuteen vaikuttavat asiat tulee läpikäydyiksi.

Aluksi suunniteltiin, mitä kuntotarkastuksia yhtiön hallitsemaan jakeluverkkoon tulevaisuudessa tehdään. Kuntotarkastusprosessit päädyttiin tekemään KJ-verkon ilmajohdoille, PJ-verkon ilmajohdoille, pylväsmuuntamoille, puistomuuntamoille, jakokaapeille ja sähköasemille. Tarkemmassa suunnittelussa piirrettiin kustakin tarkastuksesta prosessikaaviot ja samalla tallennettiin vastaavat tarkastukset Kuntotarkastusten määritykset -taulukon omille välilehdilleen (Liite 9). Jokaiselle tarkastukselle määritettiin tarkastustoimenpiteet ja niihin liittyvät havainto-, kunto- ja kiireellisyytiedot sekä vika-arvojen korjaustoimenpiteet. Tarkastustoimenpiteissä tehtäviä havaintoja ja vikoihin liittyviä korjaustoimenpiteitä käytiin läpi myös tarkastuksia tekevien asentajien kanssa. Kun ensimmäisen tarkastustoimenpiteen tietojärjestelmä-määritykset oli tehty, järjestelmätoimittaja tarkisti, että suunniteltu hierarkia on soveltuva tallennettavaksi tulevaan kunnossapitojärjestelmään.

Kuntotarkastusten määritykset -taulukon (Liite 9) merkittiin vihreällä kunnossa olevat kuntotiedot ja vika-arvot punaisella. Yksinkertaisimmillaan kuntotieto olisi

voinut olla Kyllä/Ei-tyyppinen tieto, mutta tällöin korjaustoimenpiteiden suunnittelu ja hallinta olisi hankalampaa ja enemmän aikaa vievää kuin tarkemmin luokitelluilla arvoilla. Tässä opinnäytetyössä havainnoille tehtiinkin tarkat kuntoarvojen luokitukset, jotta hakutoiminnoilla voidaan hakea tietyn tyyppiset viat. Nyt esimerkiksi ilmajohtotarkastuksista voidaan hakea kaikki säievikaiset johdot ja valita ne kaikki samalla kertaa korjauslistalle. Monille havainnoille lisättiin kuntoarvo 'Muu vika', jota voi käyttää silloin, kun sopivaa ennalta määritettyä kuntoarvoa ei löydy. Lähes kaikkien havaintojen vika-arvoille määritettiin kiireellisyysluokitus samaksi, eli 'Korjaus heti', 'Korjaus vuoden sisään', 'Korjaus kahden vuoden sisään' ja 'Lisäselvitys/seuranta'.

Kaikista nyt suunnitelluista kuntotarkastuksista on siis sekä tietojärjestelmämäärittäminen että prosessikaavio, joissa tarkastusten ja tarkastustoimenpiteiden nimeäminen vastaavat toisiaan. Prosessikaaviossa on myös kuvattu tarkastajan ja verkostopäällikön tekemiä toimenpiteitä kuten vikojen korjauksia ja työmääräysten tekemisiä. Ne toimenpiteet, joista tehdään tarkastus- tai huoltotoimenpide kunnossapitojärjestelmään, näkyvät prosessikaaviossa suluissa olevana tekstinä (Kuvio 2).



Kuvio 2. Kunnossapitojärjestelmään tehtävä tarkastustoimenpide.

Tarkastustoimenpiteet ja niissä tehtävät havainnot pyrittiin laittamaan siihen järjestykseen, miten tarkastus etenee, jotta tarkastus olisi mahdollisimman joustavaa. Järjestyksen määrittämisessä on käytetty hyväksi aiempia kuntotarkastuksiin liittyviä opinnäytetöitä.

Jatkossa ei paperisia tarkastuspöytäkirjoja kuntotarkastuksissa enää käytetä, vaan kaikki tarkastustiedot viedään käyttöönotettavaan tietojärjestelmään sähköisessä muodossa. Järjestelmästä voidaan seurata komponenttikohtaisesti historiatietoja tehdyistä tarkastuksista ja toimenpiteistä. Järjestelmän käyttöönottoa edeltävät toimenpiteet vaikuttavat toimenpiteiden ajoitukseen uutta järjestelmää käyttöönotettaessa, mutta yksityiskohtaisia tietoja niistä ei tallenneta järjestelmään, vaan historiatietoja alkaa kertyä järjestelmän käyttöönotosta alkaen.

## 7 HUOLTO- JA KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA

Tässä opinnäytetyössä tehtiin lin Energialle myös uusi huolto- ja kunnossapitosuunnitelma (Liite 8) tulevalle kuudelle vuodelle. Jakeluverkon eri osille tehdään jatkossa säännöllisesti kuntotarkastuksia, kuntomittauksia ja huoltotoimenpiteitä. Nyt tehty huolto- ja kunnossapitosuunnitelma on tehty Excel-taulukoon (Liite 8), jossa värikoodilla on erotettu keskijänniteverkolle, pienjänniteverkolle ja sähköasemille tehtävät tarkastukset ja huoltotoimenpiteet. Niille toimenpiteille, joiden tarkastusta tai huoltoa ei ehditä tehdä yhden vuoden aikana, on tehty aluejako.

Tarkastusten ja tarkastusvälien suunnittelussa on pyritty huomioimaan työn tehokkuus siten, että varsinkin yhtiön omana työnä tehtävissä tarkastuksissa tehdään tarkastusten yhteydessä myös pieniä huoltotoimenpiteitä ja kuntomittauksia. Tehtävien aikataulutuksessa on vuosi jaettu neljään osaan vuodenaikojen perusteella. Kunnossapitotehtävät on pyritty sijoittamaan siihen vuodenaikaan, milloin kukin toimenpide olisi taloudellisinta tai järkevintä tehdä. Huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan on myös merkitty määräaikaistarkastusten ajankohdat vuositasolla. Korjaustoimenpiteitä ei suunnitelmaan ole viety, koska kuntotarkastuksissa havaitut viat pyritään korjaamaan tarkastuksessa määritetyn kiireellisyystiedon mukaan.

Huolloista on tehty oma prosessikaavio (Liite 7), jossa on nimettynä tehtävät huoltotoimenpiteet ja lisätietona huoltovälit eri komponenteille. Sähköasemakomponenttien huoltovälien määrittämisessä on käytetty pääasiassa Monnin Jakeluverkon käyttötehtävät -kirjassa olevaa sähköasemien yleishuolto-ohjetta. Huolto- ja kunnossapito-ohjelmassa on määritetty muun muassa erottimien perus- ja täyshuollot, kaukokäyttöerottimien huollot, katkaisijoiden huollot, sähköaseman päämuuntajien öljynäytteiden otot, akuston purkukoe, relekoestukset ja varavoi-  
malaitteiden huolto sekä maadoitusmittausten ajankohdat.

Tehdyn suunnitelman on tarkoitus olla pohjana uuden kunnossapitotietojärjestelmän käyttöönotossa, koska jatkossa kaikki huolto-, korjaus- ja tarkastustoimenpiteiden suunnittelu, aikataulutus ja seuranta tehdään hankitussa tietojärjestelmässä. Kun tulevaan tietojärjestelmään luodaan kunnossapito-ohjelmia, löytyvät

luotavat tarkastustoimenpiteet Kunnossapitotarkastusten määrittämiseksi -tiedostosta (Liite 9) sarakkeesta 'Tarkastustoimenpide' tai prosessikaavion toimenpiteen suluissa olevasta tekstistä (Kuvio 2). Mitä korjaustoimenpiteitä järjestelmään luodaan, löytyy liitteen 9 sarakkeesta 'Korjaustoimenpiteet'. Huomioitavaa tässä, että sama korjaustoimenpide voi esiintyä useammalla rivillä ja se tallennetaan järjestelmään vain kerran. Järjestelmään luotavat huoltotoimenpiteet löytyvät puolestaan prosessikaaviosta Huollot ja kunnossapitomittaukset (Liite 7).

### 7.1 Yleistä kuntotarkastusten tekemisestä

Kuntotarkastusten ensimmäisellä kierroksella valokuvataan tarkastettavan kohteen kaikki komponentit sekä tarkistetaan järjestelmässä olevat komponenttiedot. Jos tiedoissa havaitaan puutteita, lisätään tai päivitetään ne järjestelmään. Mikäli kuntotarkastuksessa havaitaan vika, tarkastajan tulee mahdollisuuksien mukaan kuvata viallinen kohta ja liittää kuva tarkastustietoihin. Kuvan ottaminen on tärkeää, jotta vikaa ei tarvitsisi aina käydä erikseen varmistamassa ennen korjaustoimenpidettä. Lisäksi tarkastajan olisi muistettava antaa havainnolle selite, jos hän käyttää 'Muu vika' kuntoarvoa. Jos tarkastaja tekee korjauksen tai huoltotoimenpiteen tarkastuksen yhteydessä, kirjaa hän komponentin tarkastustietoihin kuntotiedoksi 'Korjattu tarkastuksessa' ja kirjaa selitteeseen, minkä toimenpiteen hän komponentille teki. Jos tarkastettavassa kohteessa havaitaan useampi vika, tulee tarkastajan valita havainnolle tärkein vika-arvo ja kirjata selitteeseen muut viat, koska tietojärjestelmässä voi valita havainnolle vain yhden vika-arvon.

### 7.2 Ilmajohtojen tarkastus

Ilmajohtojen tarkastukset tehdään jatkossakin yhtiön omana työnä. Ilmajohtojen tarkastuksista tehtiin omat tarkastusprosessit keskijännite- ja pienjänniteilmajohtoilta (Liite 1 ja Liite 2) hieman toisistaan poikkeavien havaintojen takia. Tarkastukset sisältävät itse johdon, pylväiden, mahdollisten harusten ja erottimien kunnon silmämääräiset tarkastukset. Tavoitteena on, että yhtenä vuonna tarkastetaan koko KJ-verkon johtokadut ja toisena vuonna PJ-verkon johtokadut. KJ-verkon osalta tarkastuksia tehdään myös lentotarkastuksina, mutta ensimmäinen tarkastus tehdään kuitenkin jalkaisin, jotta johtoalueen perus- ja kuntotiedot saadaan kerättyä ja vietyä järjestelmään mahdollisimman tarkasti ja samalla voidaan



tehdä myös pienimuotoisia korjaustoimenpiteitä. Oletettavasti ensimmäisellä tarkastuskierroksella korjattavia kohtia löytyy enemmän kuin seuraavilla kierroksilla, koska tarkastettavia kohteita on nyt enemmän ja edellisestä tarkastuskäynnistä voi olla pitempi aikaväli kuin normaalisti. Ilmajohtojen kuntotarkastuksia tehdään kuuden vuoden välein verkostosuosituksen TA 1:97 mukaisesti.

KJ-verkon ilmajohtojen tarkastuksessa ei tehdä muuntamotarkastuksia, vaan ne tehdään erillisinä tarkastuksina. Ilmajohtojen pylväiden tarkastuksessa on tärkeä huomioida pylväässä käytetty kylläste, jolloin esimerkiksi C-kylläisteisen pylvään latvasuojuksen puute tai tikan kolojen esiintyminen on vakavampaa kuin vanhoilla pylväillä. Ilmajohtotarkastuksissa ei tehdä varsinaisia lahoisuustarkastuksia, vaan lahoisuus tarkastetaan silmämääräisesti ja havaintojen perusteella tarvittaessa tehdään erillinen lahoisuustarkastus. Pylväiden lahoisuustarkastuksia aletaan tehdä yli 25 vuotta vanhoille pylväille sitten, kun pylväiden ikätiedot on selvitetty ja tallennettu järjestelmään. Tietojärjestelmän pylvästietoihin olisikin hyvä tallentaa pylvään kyllästystapa ja asennusvuosi, koska jos jossakin kyllästystavassa ja/tai asennusvuodessa havaitaan ongelmia, pystytään järjestelmästä kartoittamaan mahdollinen ongelman laajuus.

Johtokatuja raivauksia tehdään jatkossa säännöllisin aikavälein. Raivauksissa käytetään ulkopuolista urakoitsijaa kuten nykyisinkin. Raivauksia varten jakeluverkko on jaettu kolmeen raivausalueeseen, joiden johtoalueille raivaukset kohdistuvat eri vuosina. Raivaustarpeita voi tulla myös kuntotarkastusten havainnoista.

### 7.3 Jakelumuuntamoiden tarkastus

Opinnäytetyössä tehtiin omat tarkastusprosessit pylväs- ja puistomuuntamoille (Liite 3 ja Liite 4). Ensimmäisellä tarkastuskierroksella on myös tärkeä kuvata muuntajan arvokilpi, jotta muuntajakohtaiset tekniset tiedot saadaan tallennettua järjestelmään ja ovat sieltä tarvittaessa tarkistettavissa.

Pylväsmuuntamotarkastuksissa tarkastetaan silmämääräisesti muuntamon ympäristö, pylväät ja pylväsrakenteet, merkinnät, itse muuntaja maadoituksineen sekä pienjännitelaitteisto ja erottimet. Pylväsmuuntamotarkastukset tehdään

koko jakeluverkon alueelle kuuden vuoden välein. Olisi hyvä, jos pylväsmuuntamotarkastuksissa käytettäisiin nostokoriautoa tai muulla tavoin esimerkiksi kiikarin tai kameran avulla pystyttäisiin katsomaan turvallisesti muuntajan kannelle. Pylväsmuuntamoille ei ainakaan alkuvaiheessa tehdä kunnossapitomittauksia.

Puistomuuntamotarkastuksissa tehdään periaatteessa vastaavat tarkastukset kuin pylväsmuuntamoissakin, mutta pylvästarkastuksen tilalla on muuntamoraennuksen kunnon tarkastus. Puistomuuntajatarkastuksissa tehdään lisäksi laitteiston lämpökuvaus sekä harkinnan mukaan oikosulkuvirta- ja jännitemittauksia. Puistomuuntajatarkastuksia tehdään kolmen vuoden välein.

#### 7.4 Jakokaappien tarkastus

Jakokaappitarkastuksissa tarkastetaan muun muassa ympäristö, itse jakokaappi ja sen sisällä olevien komponenttien kunto, merkinnät ja dokumentoinnin oikeellisuuteen sekä tarkastetaan maadoitus. Tästä tarkastuksesta on tehty myös oma prosessikaavio (Liite 5) ja tietojärjestelmää varten tarkastuksen määrittäminen (Liite 9), josta selviää tarkemmat tarkastettavat kohteet. Tarkastusväli jakokaapeilla on kuusi vuotta ja tarkastuksen yhteydessä tehdään laitteiston lämpökuvaus. Lisäksi jakokaapeille tehdään tarvittaessa oikosulkuvirta- ja jännitemittauksia, jotka kannattaa ottaa tarkastuksiin mukaan, jos mittaustulokset voidaan tallentaa järjestelmään ja niiden historiointi on mahdollista. Opinnäytetyön tekohetkellä ei ollut vielä tiedossa onko uudessa järjestelmässä tällaista ominaisuutta.

#### 7.5 Sähköasemien tarkastus

Sähköasemille tehdään kuukausi- ja vuositarkastuksia. Tarkastukset on kuvattu yhteen prosessikaavioon (Liite 6), josta selviää myös sähköasemalle tehtävien tarkastustoimenpiteiden nimeäminen. Samoin kuin muistakin tarkastuksista, löytyy tästäkin varsinainen tarkastustoimenpiteen sisältö Kuntotarkastusten määrittämisestä -taulukosta (Liite 9).

Kuukausitarkastus on silmämääräinen tarkastus lähinnä sähköaseman ympäristön ja valaistuksen sekä laitteistojen öljymäärien ja -vuotojen havaitsemiseksi.

Kuukausittain tarkastetaan muuntajien öljykuopan vesimäärä ja tehdään tarvittaessa tyhjennys. Lisäksi kuukausitarkastukseen kuuluu tasasähkölaitteiden toimintakunnon silmämääräinen tarkastus, jotta ohjaukset ja suojaukset toimivat mahdollisessa häiriötilanteessa. Puolivuositain kuukausitarkastusten yhteydessä mitataan apujärjestelmän akkujen ja latausten jännite ja virta.

Vuositarkastuksessa tarkastetaan samat asiat kuin kuukausitarkastuksessa, mutta lisäksi tarkastetaan yleisesti sähköaseman kunto, jolloin kiinnitetään tarkempaa huomiota ympäristöön, rakennuksen ja rakenteiden kuntoon sekä siisteeseen. Lisäksi vuositarkastukseen kuuluu laitteistojen silmämääräiset tarkastukset niin ulkokentällä kuin aseman sisälläkin. Vuosittain tarkistetaan releasettelut, dokumenttien olemassaolo ja paikkaansa pitävyys sekä testataan hälytys- ja viestilaitteiden toimivuus. Sähköaseman laitteistot lämpökuvataan kerran vuodessa sekä mitataan akkujen kennostojen lämpötilat ja jännitteet. Sähköasemalle määritettyä tarkastusta voidaan käyttää soveltuvin osin myös 20 kV:n kytkinase-  
man tarkastuksessa.

## 8 POHDINTA

Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena oli määrittää jakeluverkonhaltijan tekemät kuntotarkastukset. Tarkastusten tuli sisältää eri verkon osien olennaisten kuntotietojen keruun. Lopputuloksena syntyi kuntotarkastusten prosessikaaviot, joista selviää mitä tarkastustoimenpiteitä mihinkin kuntotarkastukseen kuuluu. Lisäksi työssä syntyi Kuntotarkastusten määrittämät -taulukko, jossa on prosessikaavioita vastaavien tarkastusten tietojärjestelmämäärittämät.

Opinnäytetyössä on tavoiteltu sitä, että kuntotarkastusten sisällöt olisivat mahdollisimman käytännölliset. Tarkastustoimenpiteistä on pyritty tekemään yleiskäyttöisiä, mutta monille kohteille on kuitenkin tehty omat tarkastustoimenpiteet erilaisen havaintoarvojen takia, jotta itse tarkastuksessa ei tarvitsisi käsitellä turhia kohtia. Esimerkiksi muuntajatarkastuksista on tehty omat tarkastustoimenpiteet pylväs-, puisto ja sähköasemamuuntajille, vaikka niissä on paljon samoja havainto- ja kuntoarvoja. Yleiskäyttöisyyden takia taas joissakin tarkastustoimenpiteissä on käytetty havainnon kuntoarvoa 'Ei kuulu rakenteeseen', jotta tarkastustoimenpiteitä ei tulisi liian paljon ja oikean tarkastustoimenpiteen valinta kunnossapito-ohjelmaan olisi helpompaa. Nyt oikean tarkastustoimenpiteen valinnassa voi käyttää apuna tarkastukseen liittyvää prosessikaaviota, jossa on nimetty siihen kuuluva tarkastustoimenpide.

Kunnossapitotarkastusten määrittäminen oli aikaa vievää, kun jokaiselle havainnolle piti miettiä millaisia kuntoarvoja se voi saada sekä lisäksi miettiä millaisia korjaustoimenpiteitä havaituille vioille voidaan tehdä. Korjaustoimenpiteiden suunnittelu ei kuulunut varsinaisesti opinnäytetyön alussa sovittuihin asioihin, mutta käytönotettavaan kunnossapitojärjestelmään tutustumisessa asia tuli esille ja samalla määritettiin myös ne.

Tehtyjen prosessikaavioiden ja taulukoiden pitäisi helpottaa ja nopeuttaa uuden järjestelmän kunnossapito-ohjelmien tekemistä, kun tarkastusprosessit ja korjaustoimenpiteet on valmiiksi mietitty. Koska uusi järjestelmä ei ollut vielä käytävissä, ei kuntotarkastusmäärittämiä voinut käytännössä testata, joten määrittämiin voi joutua tekemään muutoksia tietojärjestelmän käyttöönotossa. Myös huol-

totoimenpiteiden kohdalla olisi ollut hyvä, jos olisi päässyt testaamaan, miten järjestelmään voidaan tallentaa erilaiset mittaustulokset. Täten tässä työssä ei tarkemmin määritetty huoltotoimenpiteiden sisältöjä.

Kuntotarkastusten kehittämistä tehdään varmasti jatkossa, kun kunnossapitojärjestelmän käyttöönotto etenee ja saadaan käytännön kokemuksia tarkastuksista ja laitetietojen paikkansapitävyydestä. Lisäksi kuntotarkastuksiin voi tulla kehittämistoiveita verkkojärjestelmän tietotarpeiden takia. Järjestelmän kuntoindeksi kannattaisi ottaa käyttöön, varsinkin jos halutaan siirtyä kuntoperusteiseen kunnossapitoon. Kuntoindeksin hyödyntäminen vaatii kuitenkin suunnittelua mihin ominaisuuksiin ja kuntotietoihin milläkin kohteella kuntoindeksin laskenta perustuu.

Kunnossapitojärjestelmän käyttöönoton myötä olisi mahdollista tehdä ilmajohtokatuja raivaukset todellisen tarpeen perusteella. Tällöin ilmajohtokatuja tarkastuksen yhteydessä tarkastaja määrittää seuraavan raivausajankohdan tekemänsä tarkastushavainnon perusteella. Tähän kannattanee kuitenkin siirtyä aikaisintaan sitten, kun kaikki johtoalueet on kertaalleen raivattu ja kun tarkastajalla on varmuudella tiedossa, milloin edellinen raivaus on tehty, jolloin hän pystyy paremmin arvioimaan seuraavan raivauksen ajankohdan.

Jatkossa voisi kehittää myös kuntotarkastusten tekemisen ohjeistusta, joka ei sisältynyt tähän työhön. Ohjeistus olisi hyvä saada sähköiseksi kunnossapidon tietojärjestelmään, jotta se olisi aina ajantasainen ja tarkastajalla käytettävissä tarkastuksessa.

Lisäksi tässä opinnäytetyössä yhtenä tavoitteena oli tehdä lin Energialle pitkän aikavälin kunnossapitosuunnitelma. Tavoitteena oli määrittää mitä tarkastuksia, mittauksia ja huoltoja jakeluverkonhaltijan tulisi tehdä hallinnoimaansa verkkoon, jotta verkon kunnossapito olisi lain ja määräysten mukainen. Haasteena tässä oli se, että aihealue oli opinnäytetyön tekijälle uusi eikä aiempaa käytännön kokemusta asiasta ollut, joten aluksi meni paljon aikaa aiheeseen ja verkon komponentteihin tutustumiseen. Lisähaastetta toi se, että lain määräämistä huolto- ja kunnossapito-ohjelman sisällöstä ja määräväleistä ei ole tarkkoja ohjeita, vaan laitteiston haltijalla on päätäntävalta asioissa. Lopputuloksena syntyi Excel-pohjainen huolto- ja kunnossapito-ohjelma, jossa on eriteltyä vuosikohtaisesti KJ-

verkon, PJ-verkon ja sähköasemille kohdistuvat huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet. Taulukkoa voidaan pitää pohjana tarkastus- ja huoltoaikavälien määrittämisessä, kun vastaavat tiedot viedään tulevaan kunnossapitojärjestelmään, jolla hoidetaan tulevaisuudessa verkkoon tehtävien toimenpiteiden aikataulutusta ja seuranta. Tässä karttui runsaasti oppimista niin sähköverkoista ja -laitteistoista kuin niihin liittyvistä laeista ja määräyksistä.

Jatkokehittämistä huolto- ja kunnossapito-ohjelmassa jäi varsinkin huoltojen osalta, kun tässä opinnäytetyössä ei ollut käytettävissä komponenttikohtaisia tietoja, ei laitevalmistajan huolto-ohjeistusta ole huomioitu aikataulutuksessa. Komponenttien tietojen keräämistä ei sisällytetty tähän työhön, koska tiedot kerätään ensimmäisillä tarkastus- ja huoltokerroilla suoraan tulevaan järjestelmään. Koska yksilöllisiä laitteistotietoja ei ollut nyt käytettävissä, pitää tietojen keruun jälkeen tarkastaa huoltovälit laitteistojen ja komponenttien valmistajan ohjeista. Jos huoltovälit poikkeavat nyt määritetystä, pitää huoltoväli päivittää järjestelmään valmistajan ohjeiden mukaiseksi, varsinkin jos valmistajan ilmoittama huoltoväli on lyhempi kuin nyt on määritetty.

Koska Iin Energialla ei ole tehty nyt suunnitellun sisältöisiä kuntotarkastuksia ja laitteistohuoltoja, oli kestoajkojen arviointi vaikeaa. Nyt suunnitellut aikataulutukset tuleekin tarkistaa, kun on saatu käytännön kokemusta, kauanko toimenpiteissä oikeasti menee. Voi olla, että esimerkiksi nyt suunnitellut keski- tai pienjänniteverkon ilmajohtojen tarkastukset joudutaan jakamaan useampaan tarkastusalueeseen, jos yhtenä vuonna ei kaikkia suunniteltuja kohteita ehditä tarkastaa. Aikataulun tarkistamista ei kuitenkaan kannata tehdä heti ensimmäisen kierroksen jälkeen, koska komponenttien tietojen keruu ja varmentaminen hidastavat aluksi tarkastuksia.

## LÄHTEET

Energiateollisuus ry. 2010. Tulevaisuuden sähköpylväs. Viitattu 31.3.2017 [http://energia.fi/files/1043/Tulevaisuuden\\_sahkopylvaat\\_loppuraportti.pdf](http://energia.fi/files/1043/Tulevaisuuden_sahkopylvaat_loppuraportti.pdf).

Energiavirasto 2017a. Alan toimijat: Sähköverkon haltijat. Viitattu 31.3.2017 <https://www.energiavirasto.fi/sahkoverkon-haltijat>.

Energiavirasto 2017b. Valvontaparametrit: Sähköjakeluverkon verkkokomponentit ja yksikköhinnat 2016 – 2023. Viitattu 31.3.2017 <https://www.energiavirasto.fi/verkkokomponentit-ja-yksikkohinnat-2016-2023>.

Fingrid Oy 2017. Yhtiö: Voimansiirtoverkko. Viitattu 31.3.2017 <http://www.fingrid.fi/fi/yhtio/esittely/voimansiirtoverkko/Sivut/default.aspx>.

lin Energia. Tilinpäätös 2016. 2/2017.

lin Energia 2017a. Iisiverkko. Viitattu 31.3.2017 <https://iisiverkko.fi/ajankoh-taista>.

lin Energia 2017b. Yhteystiedot. Viitattu 31.3.2017 <https://www.iinenergia.fi/iin-energia-oy>.

Järviö J. & Lehtiö T. 2012. Kunnossapito: tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 5. uudistettu painos. Helsinki: KP-Media Oy.

Jääskeläinen J. 2017. lin Energia Oy. Keskustelut ja sähköpostit opinnäytetyön aikana.

Laine, J. 2005. Sähköjakeluverkon komponenttien pitoajat. Lappeenrannan yliopisto. Energia- ja ympäristötekniikan osasto. Diplomityö.

Lakervi E. & Partanen J. 2008. Sähköjakelutekniikka. Helsinki: Otatieto Helsinki University Press.

Monni, M. 2015, Jakeluverkon käyttötehtävät. 5. kokonaan uudistettu painos. Helsinki: Adato Energia.

Oikkonen J. 2014, Sähköjakeluverkon kunnossapidon kehittämisprojekti. Lapin ammattikorkeakoulu. Tekniikan ja liikenteen ala. Opinnäytetyö YAMK.

SFS-EN 13306. 2010. Kunnossapito: Kunnossapidon terminologia. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Sintonen J. 2015. Keskijänniteverkkojen muuntamoiden kunnossapito ja dokumentointi. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Sähkövoimatekniikka. Insinööriyö.

ST 96.02. 2002. Hoito- ja kunnossapito-ohjelman laadinta. Sähkötieto ry.

Sähköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135.

Sähkömarkkinalaki 9.8.2013/588.

Vanha H. 2012. Sähköverkon tarkastukset. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu. Sähkövoimatekniikka. Opinnäytetyö.



## LIITTEET

- Liite 1. Prosessikaavio: KJ-verkon ilmajohdon tarkastus (Luottamuksellinen)
- Liite 2. Prosessikaavio: PJ-verkon ilmajohdon tarkastus (Luottamuksellinen)
- Liite 3. Prosessikaavio: Pylväsmuuntamon tarkastus (Luottamuksellinen)
- Liite 4. Prosessikaavio: Puistomuuntamon tarkastus (Luottamuksellinen)
- Liite 5. Prosessikaavio: Jakokaappitarkastus (Luottamuksellinen)
- Liite 6. Prosessikaavio: Sähköasematarkastus (Luottamuksellinen)
- Liite 7. Prosessikaavio: Huollot ja kunnossapitomittaukset (Luottamuksellinen)
- Liite 8. Huolto- ja kunnossapito-ohjelma (Luottamuksellinen)
- Liite 9. Kuntotarkastusten määrittelyt (Luottamuksellinen)