



KESKIJÄNNITEVERKON JOH- TOKADUN JA SEN VIERIMET- SÄN KÄSITTELYTOIMENPI- TEET

| | |
|--|----------|
| Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala | |
| Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma | |
| Työn tekijä(t) Kimmo Kilpeläinen | |
| Työn nimi Keskijänniteverkon johtokadun ja sen vierimetsän käsittelytoimenpiteet | |
| Päiväys | 5.9.2016 |
| Sivumäärä/Liitteet | 46/- |
| Ohjaaja(t) Yliopettaja Juhani Rouvali, Lehtori Timo Savallampi | |
| Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Loiste Sähköverkko Oy | |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Vuonna 2013 sähkömarkkinalakiin tullut muutos määräsi sähköverkkoyhtiötä parantamaan sähkönjakeluverkon toimitusvarmuutta asettamalla aikarajat, joita tuulen, myrskyn ja lumikuorman aiheuttama sähkökatko ei saisi ylittää. Siinä annettiin eri aikarajat asemakaavoitetuille alueille ja niiden ulkopuolisille alueille. Samassa määräyksessä sähköverkkoyhtiöille annettiin vapaammat kädet harjoittaa johtokadun viereisiin metsiin kohdistuvia hoitotoimenpiteitä. Näitä toimenpiteitä ovat johtokatujen raivaaminen ja niiden viereisten puiden oksinta, sekä johtokadun viereisen metsän käsittely. Vierimetsänkäsittely ei ole ollut Loiste Sähköverkko Oy:llä suunnitelmallista, joten tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää tapoja analysoida johtokadun viereisten metsien aiheuttamia riskejä ja joilla voitaisiin arvioida minne käsittelyjä tulisi kohdentaa. Analysoinnit tehtiin erikseen asemakaava-alueille ja asemakaava-alueiden ulkopuolisille alueille.</p> <p>Työ aloitettiin tutustumalla jo olemassa oleviin metsänkäsittelytoimenpiteitä käsitteleviin materiaaleihin, sekä käymällä paikanpäällä katsomassa kuinka niitä käytännössä tehdään. Asemakaava-alueiden analysoinnissa alueet laitettiin prioriteetti järjestykseen hyödyntämällä niitä syöttävien sähköasemien johtolähdöstä kerättyä aineistoa ja verkostopäälliköiden tekemiä havaintoja. Näin saatiin rajattua keskijänniteverkosta johto-osuudet, joille vierimetsänkäsittelyä voitaisiin kohdistaa. Asemakaava-alueiden ulkopuolisten alueiden analysoinnissa hyödynnettiin Metsäkeskukselta saatuja metsää kuvaavia aineisto attribuutteja. Aineistojen hyödyllisyyden tutkimisessa käytettiin Trimble NIS verkkotietojärjestelmää, jolla voitiin tutkia aineiston jakautumista keskijänniteverkossa.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin 160 kilometriä keskijänniteverkkoa, jonne vierimetsänkäsittelyä voisi olla tarpeellista kohdentaa asemakaava-alueiden sähkön toimitusvarmuuden parantamiseksi. Tämän perusteella tehtiin helikopterilla laserkeilauslentoja vierimetsätilanteen kartoittamiseksi. Asemakaava-alueiden ulkopuolisten alueiden analysoinnin tuloksena todettiin, että attribuuteista metsäriskiluokitus voisi toimia tukena vierimetsänkäsittelyn kohdistamisessa johto-osuuksille. Vierimetsän tarkempi arviointi onnistuisi hankkimalla lisää erilaisia metsäaineistoja Metsäkeskukselta.</p> | |
| Avainsanat Vierimetsä, raivaus, oksinta, metsänkäsittely, metsäriski, keskijänniteverkko | |

| | | | |
|--|------------------|------------------|------|
| Field of Study Technology, Communication and Transport | | | |
| Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering | | | |
| Author(s) Kimmo Kilpeläinen | | | |
| Title of Thesis Treatment Measures of the Distribution Right-of-Way and Adjacent Forest of a Medium Voltage Distribution Network | | | |
| Date | 5 September 2016 | Pages/Appendices | 46/- |
| Supervisor(s) Mr. Juhani Rouvali, Principal Lecturer and Mr. Timo Savallampi, Lecturer | | | |
| Client Organisation /Partners Loiste Sähköverkko Oy | | | |
| <p>Abstract</p> <p>In `2013 there was an alteration to the Electricity Market Act that ordered electrical network companies to improve distribution network operations by placing time frames that power outages should not exceed. The order included different time frames for the city plan area and its external areas. In the said order network companies were given better possibilities to utilize maintenance operations that focused on adjacent forests of the distribution right-of-way. These operations are the clearing of distribution right-of-ways and pruning them and also adjacent forest treatment. Adjacent forest treatment has not been planned at Loiste Sähköverkko Oy, therefore the purpose of this thesis was to find means to analyse risks that adjacent forests cause to distribution right-of-ways and means to determine where these treatments should be focused. Analyses were made separately to city plan areas and their external areas.</p> <p>The work began by getting familiar with already existing materials about forest treatment measures and also by going to worksites to see how those treatments were done in practice. When analysing city plan areas they were put in a priority order by utilizing data collected from distribution stations that supply them and by observations made by network chiefs. In this way it was possible to define where adjacent forest treatment could be focused on in the medium voltage network. Forest data received from Metsäkeskus was utilized to analyse external areas of city plan areas. To examine the usefulness of the forest data Trimble NIS network information system was used, which helped to analyse how the data distributed in a medium voltage network.</p> <p>The result of the thesis was an analysis of 160 kilometers of a medium voltage network where adjacent forest treatment would be necessary. Based on this result laser scanning was done by the helicopter to map the adjacent forest situation. When analyzing external areas of city plan areas it was noted that an attribute called metsäriskiluokitus "forest risk classification" could work as a support when allocating adjacent forest treatment to a medium voltage network. Also adjacent forest quality estimation could be managed by acquiring more different sorts of forest data from Metsäkeskus.</p> | | | |
| Keywords Adjacent forest, clearing, pruning, forest treatment, forest risk, medium voltage network | | | |
| | | | |

ESIPUHE

Sain tilaisuuden tehdä Loiste Sähköverkko Oy:lle opinnäytetyön, jonka aihe käsitteli itselleni ennestään tuntematonta asiaa. Tämä työ syvensi ymmärrystäni sähkönsiirtoon vaikuttaviin tekijöihin ja samalla valaisi sen taustalla vaikuttavien säädösten merkitystä sähköverkon kunnossapitotoimiin. Haluan kiittää Savonia-ammattikorkeakoulun yliopettajaa Juhani Rouvalia ja Loiste Sähköverkko Oy:n puolelta suunnitteluasiantuntija Jenny Martiskaista, kunnossapitoasiantuntija Eetu Niskasta, kehityspäällikkö Jussi Niskasta ja verkostopäällikkö Jouni Huuskoa, joilta sain paljon tukea ja ohjausta opinnäytetyöhön.

Kajaanissa 5.9.2016

Kimmo Kilpeläinen

SISÄLLYSLUETTELO

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | JOHDANTO | 6 |
| 2 | LOISTE SÄHKÖVERKKO OY | 7 |
| 2.1 | Yritysesittely | 7 |
| 2.2 | Verkkovastuualueen sähkönjakelun haasteet | 8 |
| 3 | SÄHKÖMARKKINALAKI | 9 |
| 3.1 | Sähkömarkkinalain sisältö | 9 |
| 3.2 | Toimitusvarmuusvaatimukset | 9 |
| 4 | ERILAISET METSÄNKÄSITTELYTOIMENPITEET | 11 |
| 4.1 | Johtokadun oksinta | 11 |
| 4.2 | Helikopterioksinta | 13 |
| 4.3 | Moto-oksinta | 14 |
| 4.4 | Käsioksinta | 17 |
| 4.5 | Johtokadun pohjan raivaus | 18 |
| 4.6 | Vierimetsän raivaus | 20 |
| 5 | LOISTE SÄHKÖVERKKO OY:N JAKELUVERKKOALUEEN VIERIMETSIEN KÄSITTELYTARPEEN ANALYSOINTI | 22 |
| 5.1 | Analysoinnin lähtökohdat | 22 |
| 5.2 | Asemakaava-alueet | 23 |
| 5.2.1 | Ukkohalla | 26 |
| 5.2.2 | Kontiomäki | 27 |
| 5.2.3 | Otanmäki | 28 |
| 5.2.4 | Paljakka | 29 |
| 5.2.5 | Juntusranta | 30 |
| 5.2.6 | Säräisniemi | 31 |
| 5.2.7 | Manamansalo | 32 |
| 5.2.8 | Muut asemakaava-alueet | 33 |
| 5.3 | Ei-asekaava -alueet | 33 |
| 5.3.1 | Metsäaineistojen tarkastelu | 34 |
| 5.3.2 | Metsäaineistojen käyttö analyysissä | 38 |
| 6 | TULOKSET | 42 |
| 7 | YHTEENVETO | 43 |
| 8 | LÄHTEET | 44 |

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä keskijänniteverkon johtokatuja ja niiden viereisten metsien käsittelytoimenpiteisiin. Sähkömarkkinalakiin tullut muutos vuonna 2013 määräsi sähköverkkoyhtiöitä parantamaan sähköjakeluverkon toimitusvarmuutta ja asetti aikarajat, jota vikakeskeytysten kesto ei saisi ylittää, kun aiheuttajana on tuuli, myrsky tai lumikuorma. Saavuttaakseen nämä vaatimukset oli verkkoyhtiöiden tehtävä sähköjakeluverkon kehittämissuunnitelma, jossa selostetaan kullekin verkkoyhtiölle itselleen sopivat strategiset toimintatavat, joilla tavoitteisiin päästään. Loiste Sähköverkko Oy kaapeloi noin 10 prosenttia keskijänniteverkosta, jolloin tulevaisuudessakin ilmajohtoverkon osuus tulee olemaan suuri. Jotta ilmajohtoverkon sähköjakelu olisi mahdollisimman keskeytyksetöntä, on johtokatuja raivattava ja oksittava säännöllisesti. Olemassa olevia erilaisia käsittelytapoja on useita ja kullakin on omat käyttökohteensa, joihin tässä työssä tutustutaan.

Sähkömarkkinalaki antoi määräyksellään verkonhaltijoille paremmat mahdollisuudet hyödyntää vierimetsänkäsittelyä, joka on tällä saralla kohtalaisen uusi ja vähän käytetty toimenpide. Tästä syystä aiheesta on melko niukasti kirjallisuutta tarjolla lukuun ottamatta metsäntutkimuslaitoksien tekemiä raportteja, jotka käsittelevät aihetta yleisluontoisesti. Jokaisella vierimetsäkäsittelyä tekevällä verkkoyhtiöllä on omat tapansa ja näkemyksensä aiheesta, eikä niitä yleensä ole julkisesti saatavilla.

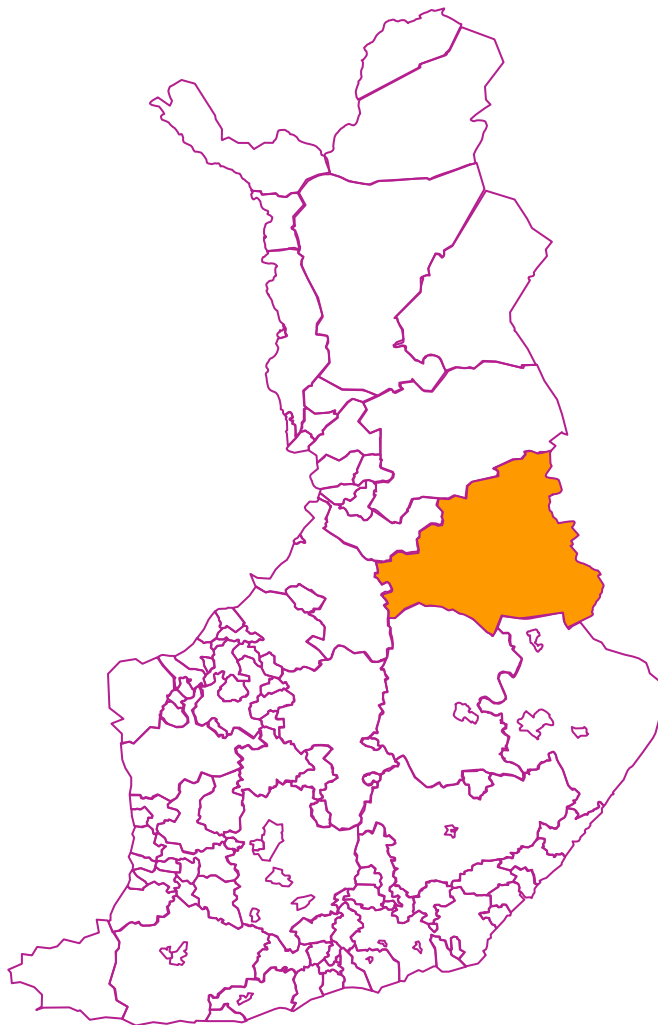
Tässä työssä on tarkoitus perehtyä metsänkäsittelytoimenpiteiden ominaisuuksiin ja mahdollisuuksiin käyttämällä apuna Trimble NIS -verkkotietojärjestelmää, johon on tuotu Metsäkeskukselta saatuja johtokatuja viereisiä metsiä kuvaavia attribuuttitietoja. Sähkömarkkinalaissa säädettiin erilaiset aikarajat asemakaavoitetuille alueille ja asemakaava-alueiden ulkopuolisille alueille. Työssä tullaan tarkastelemaan ja analysoimaan näitä alueita omina kokonaisuuksinaan.

2 LOISTE SÄHKÖVERKKO OY

2.1 Yritysesittely

Loiste Sähköverkko Oy (LSV) on osa Loiste-konsernia ja toimii konsernin emoyhtiön Loiste Oy:n alla. LSV on Loiste Energian 100 prosenttisesti omistama tytäryhtiö. Loiste Oy perustettiin 17.6.2013, jolloin sen omistuksen ostivat Kajaanin kaupunki ja Sotkamon kunta. Loiste-konserniin kuuluvat myös Loiste Energia Oy, Loiste Sähkönmyynti Oy, Ekosähkö Oy ja Loiste Lämpö Oy. Henkilöstöön kuuluu 66 henkilöä ja toimipisteet sijaitsevat Kajaanissa ja Helsingissä. (LSV 2016.)

LSV:n vastuisiin kuuluu sähkön siirto verkkovastuualueella (kuva 1), joka käsittää kaikki Kainuun kunnat sekä Pohjois-Pohjanmaan Pyhännän kunnan, Vaalan kunnan itäosan ja entisen Kestilän kunnan alueen uudessa Siikalatvan kunnassa. Muihin vastuisiin kuuluvat myös sähköverkon rakentaminen, kunnossapito, käytön suunnittelu ja valvonta sekä näihin liittyvien palvelujen osto.



KUVA 1. Loiste Sähköverkko Oy:n verkkovastuualue (LSV 2016.)

2.2 Verkkovastuualueen sähkönjakelun haasteet

LSV:n verkkovastuualue on kooltaan 22 500 neliökilometriä, mikä käsittää Suomen pinta-alasta 7,2 prosenttia. Aukkaita alueella on noin 82 000, joka vastaa 1,5 prosenttia koko Suomen asukasluvusta. Sähkönkäyttöpaikkoja on noin 58 400 eli 1,7 prosenttia Suomen sähkönkäyttöpaikoista. Vertaamalla sähkönkäyttöpaikkoja neliometriä kohti on LSV:n arvo 2,2 kappaletta neliometrille, koko maan keskiarvon ollessa 9,2 kappaletta neliometrille. Keski- ja pienjänniteverkon pituus oli yhteensä 13 100 kilometriä vuonna 2015 eli 3,3 prosenttia Suomen sähköverkosta. Sähköverkkoa on yhtä käyttöpaikkaa kohti Loisteen alueella 227 metriä, kun koko maan keskiarvo on 114 metriä. Loisteen sähköverkossa siirretty sähkömäärä oli 772 gigawattituntia vuonna 2015, joka on 0,6 prosenttia Suomen sähkön siirrosta. Näitä lukuja tarkastelemalla huomataan, kuinka suuresta alueesta, vähäisistä sähkönkäyttäjä- ja kulutusmääristä sekä pitkistä siirtomatkoista asiakasta kohden on kyse. (LSV 2016.)

Verkkoalue on suurelta osin sähköistetty ilmajohtoilla 1960- ja -70-luvuilla valtion tukeman maaseudun uudissähköistysprojektin tuloksena. Tuolloin käytettävissä olleet materiaaliressurit olivat vähäiset, ja sähkönsiirtojohdot päädyttiin vetämään mahdollisimman suoraa linjaa kohteeseensa. Tämän takia suuri osa johdoista kulkee keskellä metsää, kun taas nykyään johdot pyritään pääosin asentamaan teiden varsille, jolloin niitä on helpompi huoltaa ja korjata vikatilanteissa. Myöskään johtokadun viereiset puut eivät aiheuta niin suurta riskiä sähkönsiirrolle, koska toinen puoli johtokatua on puuton.

Kaiken tämän lisäksi Kainuu on tilastollisesti Suomen metsäisin ja lumisin maakunta ja sijainnin sekä korkeussuhteiden vuoksi muodostuu tykkylunta, minkä takia sähkönsiirron ja -laadun kannalta talvi aiheuttaa hyvin haastavat olosuhteet. Yleisin sähkönjakelussa aiheutuva pitkäaikainen vikakeskeytys johtuu keskijänniteverkossa johtimen päälle kaatuneesta puusta tai pudonneista puunoksista. Nämä voivat aiheutua kesällä kovista myrskyistä ja suurista tuulennopeuksista, kun taas talvella syy voi olla tykkylumen muodostuminen johtokatua reunustaviin puihin, jolloin ne voivat katketa tai taipua linjaa vasten. (LSV 2016.)

Seuraavassa luvussa tutustutaan siihen, mitä sähkömarkkinalaki määrää sähköntoimitusvarmuudesta ja mitä se vaatii verkonhaltijalta. Kappaleessa käsitellään myös LSV:n tekemää sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelmaa.

3 SÄHKÖMARKKINALAKI

Tässä kappaleessa käsitellään, mitä sähkömarkkinalaki vaatii verkonhaltijalta ja millaisia toimia LSV tulee käyttämään saavuttaakseen asetetut toimitusvarmuusvaatimukset.

3.1 Sähkömarkkinalain sisältö

Sähkömarkkinalaissa on säädetty, että verkonhaltijan on tarjottava sähköverkkonsa palveluita sähkömarkkinoiden osapuolille tasapuolisesti ja syrjimättömästi eikä palveluiden tarjonnassa saa olla perusteettomia tai sähkökaupan kilpailua ilmeisesti rajoittavia ehtoja. Se myös velvoittaa verkonhaltijaa ylläpitämään, käyttämään ja kehittämään sähköverkkoaan, jotta käyttäjille voidaan turvata riittävän hyvälaatuinen sähkön saanti.

Sähköverkkoa on suunniteltava ja rakennettava ja sitä on ylläpidettävä siten, että sähköverkko täyttää sähköverkon toiminnan laatuvaatimukset ja sähkönsiirron sekä -jakelun tekninen laatu on hyvä. Sähköverkko ja sähköverkkopalvelut toimivat luotettavasti ja varmasti silloin, kun niihin kohdistuu normaaleja odotettavissa olevia ilmastollisia, mekaanisia ja muita ulkoisia häiriöitä. (Sähkömarkkinalaki 588/9.8.2013 4 luku 18, 19§).

3.2 Toimitusvarmuusvaatimukset

Sähkömarkkinalaki määrää sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimuksista. Jakeluverkon vioittuminen myrskyn tai lumikuorman seurauksena ei saa aiheuta asemakaava-alueella verkon käyttäjälle yli 6 tuntia ja muulla alueella yli 36 tuntia kestäväää sähkönjakelun keskeytystä. (Sähkömarkkinalaki 588/9.8.2013 6 luku 51§). Edellä mainittujen vaatimusten on tarkoitus tulla voimaan asteittain. Tavoitteena on, että vuoden 2019 loppuun mennessä vaatimukset täyttyvät vähintään 50 prosenttia jakeluverkon käyttäjistä ja vuoden 2023 loppuun mennessä 75 prosenttia. Jäljellejääneet käyttäjät pitäisi saada laatuvaatimusten piiriin vuoden 2028 loppuun mennessä.

Jakeluverkonhaltijoiden on tehtävä Energiaviraston määräyksen (dnro 823/002/2013) mukainen kehittämissuunnitelma kahden vuoden välein, jossa kerrotaan, miten nämä vaatimukset saataisiin täyttämään jakeluverkonhaltijoiden verkon osalta. Kehittääkseen verkkoansa sähkömarkkinalain laatuvaatimusten mukaiseksi, ovat verkonhaltijat tehneet suunnitelmat pitkälle ja lyhyelle tähtäimelle. (Energiavirasto, 2015).

Edellä mainittujen lain määrittämien vaatimusten ja Energiaviraston määräyksen sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelmasta (Energiavirasto, 2014) mukaan on LSV tehnyt oman sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelmansa, joka sisältää LSV:n omalle sähköverkolle sopivia toimia sähköverkon luotettavuuden parantamiseksi.

Maakaapelointiastetta tullaan nostamaan alueilla, jotka ovat tiheimmin kuormitettuja ja suurimmaksi osaksi asemakaavoitettuja kaupunki- ja taajama-alueita. Toimitusvarmuutta parannetaan siirtämällä sähköasemia yhdistäviä runkoverkkoja teiden varsiin ja pelloille sekä muihin toimitusvarmuuden

kannalta hyviin paikkoihin. Tilanteessa, jossa runkoverkko joudutaan sijoittamaan metsäiseen paikkaan, pyritään käyttämään leveämpiä johtokatuja. Sähköasemilta lähtevissä runkojohtojen alkupäisissä, jotka syöttävät maaseutualueita, on lähellä asemia käytetty monijohtorakenteita. Näistä rakenteista on tarkoitus pyrkiä eroon saneerausvaiheessa ja korvata ne kaapelirakenteilla. Myös verkostoautomaation lisääminen runkoverkkojen yhteydessä haarajohtojen erottamiseksi kuuluu näihin toimiin. (LSV 2014.)

Vähäisellä käytöllä oleva perimmäinen haaraverkko tullaan saneeraamaan pääsääntöisesti paikalleen, koska tässä verkossa pitoajan hallittu maksimointi on tärkeää. Toimitusvarmuudesta ja sähköturvallisuudesta ei tingitä maksimoinnin yhteydessä, jolloin käytännössä tämän verkonosan käsittely tehdään tehostetun kunnossapidon mukaan. (LSV 2014.)

Tuottopohja ei tule jatkossakaan mahdollistamaan laajamittaista verkon kaapelointia maaseutumaisilla alueilla, mistä syystä keskijänniteverkoissa tullaan käyttämään sekä maakaapeleita että ilmajohtoja. Harvaan asutuilla maaseutualueilla toimitusvarmuuden parantaminen sähköverkon kaapeloinnilla ei ole kustannustehokasta, koska sähkönkulutus näillä alueilla on vähäistä ja maaperä saattaa olla vaikeasti kaivettavaa. (LSV 2014.)

Normaalien verkon kuntoa ylläpitävien toimien ja tarkastusten lisäksi kunnossapitosuunnitelmaan kuuluu johtorakenteiden läheisyydessä sijaitsevien metsien käsittely, johon tässä opinnäytetyössä on tarkoitus osaltaan perehtyä. Näiden metsien ennalta ehkäiseviin toimenpiteisiin sähkömarkkinalaki ottaa kantaa seuraavasti:

Jakeluverkonhaltija saa ilman omistajan tai haltijan lupaa kaataa ja poistaa jakeluverkon läheisyydessä sijaitsevia puita ja muita kasveja, jos se on tarpeen sähkönjakelun keskeytyksen poistamiseksi tai keskeytysten ennaltaehkäisemiseksi. Toimenpiteillä ei saa aiheuttaa omistajalle kohtuutonta haittaa verrattuna siihen hyötyyn, joka niillä saavutetaan jakeluverkon varmuudelle. Toimenpiteet on rajoitettava siten, että ne kohdistuvat jakeluverkon varmuudelle ilmeisen riskin aiheuttaviin puihin tai kasveihin. Jakeluverkonhaltijan tai toimenpiteiden toteuttajan palveluksessa olevalla on tässä tarkoituksessa oikeus liikkua yksityisellä alueella ja asettaa maastoon tarpeellisia merkkejä.

Jakeluverkonhaltijan on muissa kuin kiireellisissä tapauksissa varattava kiinteistön tai alueen omistajalle ja haltijalle tilaisuus suorittaa 1 momentissa mainitut toimenpiteet itse. Jakeluverkonhaltijan on ilmoitettava ilman ennakoilmoitusta suorittamastaan toimenpiteestä kiinteistön tai alueen omistajalle ja haltijalle. (Sähkömarkkinalaki 588/9.8.2013 16 luku 111§).

Sähkömarkkinalaissa mainittu ”muissa kuin kiireellisissä tapauksissa” tarkoittaa muunmuassa vikatapauksia, jolloin ei pystytä odottamaan kiinteistön tai alueen omistajan ja haltijan toimenpiteitä. Seuraavassa luvussa perehdytään nykyisin käytettävissä oleviin metsänkäsittelytoimenpiteisiin, sekä niitä varten sähköturvallisuusstandardissa SFS 6002 säädettyihin pykäliin.

4 ERILAISET METSÄNKÄSITTELYTOIMENPITEET

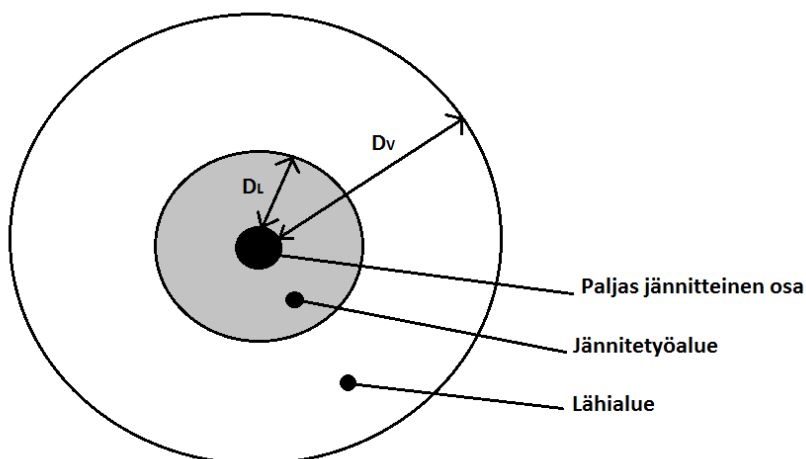
Tässä luvussa esitellään erilaisia tapoja, joilla johtokatua ympäröivää puustoa ja johtokadun pohjaa käsitellään. Käsitteilyn tavoitteena on saavuttaa mahdollisimman suuri hyöty raivauksesta ilman, että aiheutetaan ympäristölle turhaa vahinkoa ja haittaa. Syntyvät kulut ovat myös yksi päätöksentekoon vaikuttavista asioista. Tässä opinnäytetyössä asiaa tarkastellaan saavutetun sähkön toimitusvarmuuden näkökulmasta ottamatta kantaa syntyviin kuluihin.

4.1 Johtokadun oksinta

Metsään rakennetuille sähköjohdoille tehtyä puutonta aluetta kutsutaan johtokaduksi. Tässä työssä keskitytään ainoastaan 20 kilovoltin ja 10 kilovoltin sähköverkon käsittelyyn. Nämä keskijänniteverkon johtokadut muodostuvat johtoalueesta, joka on käytetyn johtimen, johtopylvään ja sen jännevälin rakenteen mukaan 6 - 10 metriä leveä, jolloin pylväs on kadun keskellä. Tämän alueen sisällä ei saa kasvaa puita, eli alue on rungoton. Johtokadun ollessa 10 metriä leveä puiden oksat eivät saa ulottua 3,75 metriä lähemmäksi pylvästä, jolloin oksaton alue on 7,5 metriä leveä pylvään ollessa keskellä johtokatua. (Sener, 1992).

Työskenneltäessä johtokadulla tulee työn suorittajan olla tietoinen turvaetäisyyksistä, jotka käyvät ilmi sähköturvallisuusstandardista SFS 6002. Taulukossa 1 esitetään Suomessa noudatettavien jännitetyöalueiden ulkorajojen mitat nimellisjännitteen mukaan. Taulukko 2 määrää liikkuvan tai siirrettävän koneen tai työvälineen vähimmäisetäisyyden avojohdosta. Kuva 2 esittää, kuinka SFS 6002 -standardi tulkitsee jännitetyöalueen paljaasta jännitteisestä osasta.

Jännitetyöalue on jännitteisiä osia ympäröivä alue. Jännitetyöalueen ulkoreuna on mitattu jännitteisestä osasta. Etäisyys D_L ilmoittaa tämän alueen ulkoreunan. Jännitetyötä on kaikki työ, jossa työntekijä tarkoituksellisesti joko koskettaa jännitteistä osaa tai ulottuu kehonsa osilla tai käsittelemillään työkaluilla, varusteilla tai laitteilla tälle alueelle. (Sähkötyöturvallisuus 2015a).



KUVA 2. Jännitteisen osan jännitetyöalue. D_L : jännitetyöalueen ulkoreunan määrittelevä etäisyys. D_V : lähialueen ulkoreunan määrittelevä etäisyys (Muokattu SFS 6002 sähköturvallisuusstandardin kuvasta).

Työskenneltäessä ilmajohdon tai vastaavan paljaan jännitteisen osan lähellä sellaisella liikkuvalla tai siirrettävällä koneella, jonka ulottuma on käyttäjän toimenpiteistä riippuva, esim. kaivinkone, puominosturi tai henkilönostin, ei koneen minkään osan työalue mahdollinen taakka mukaan luettuna, saa ulottua taulukossa Z.2 annettua etäisyyttä lähemmäksi. Samaa etäisyyttä noudatetaan myös silloin, kun käytetään käsin liikuteltavaa pitkää johtavaa työvälinettä, esim. tikkaita, pitkällä varrella varustettuja työkaluja, onkivapoja tms. (Sähkötyöturvallisuus 2015b).

Sähkölaitteistoon kohdistuvissa töissä liikkuvalla tai siirrettävällä koneella voidaan noudattaa taulukon Y.1 etäisyyttä D_{L2} tämän laitteiston jännitteisenä olevista osista edellyttäen, että ennakkoon suunnitellun työn tekevät ammattitaitoiset, kokeneet henkilöt sähköalan ammattihenkilön valvonnassa. Turvallisuus edellyttää tällöin yleensä työkoneneen maadoittamista. (Sähkötyöturvallisuus 2015b).

TAULUKKO 1. Taulukko Y.1 Suomessa noudatettavat jännitetyöalueen ulkorajan mitat (Sähkötyöturvallisuus 2015c).

| Nimellisjännite U_N kV | Jännitetyöalueen ulkorajan mitta D_{L1} m | Jännitetyöalueen ulkorajan mitta ilmajohdoilla ¹⁾ D_{L2} m |
|-----------------------------|--|---|
| | ≤ 1 | Ei kosketusta |
| 3 | 0,22 | 1,5 (1,0) |
| 6 | 0,25 | |
| 10 | 0,35 | |
| 20 | 0,40 | |
| 30 | 0,56 | |
| 45 | 0,63 | |
| 110 | 1,0 | 1,5 (1,2) |
| 220 | 1,6 | 2,0 |
| 400 | 2,5 | 3,5 |

¹⁾ Ilmajohdoilla suluissa oleva arvo tarkoittaa etäisyyttä suoraan jännitteisen osan alapuolella.

TAULUKKO 2. Taulukko Z.2 Liikkuvan tai siirrettävän koneen ja liikuteltavan työvälineen työalueen vähimmäisetäisyys avojohdosta tai muusta paljaasta jännitteisestä osasta ja riippukaapelista. Suluisissa oleva arvo tarkoittaa pienintä työskentelyetäisyyttä avojohdon jännitteisen osan alapuolella (Sähkötyöturvallisuus 2015b).

| Nimellisjännite kV | Vähimmäisetäisyys m | |
|-----------------------|--|---------------|
| | Avojohto tai muu paljas jännitteinen osa | Riippukaapeli |
| ≤ 1 | 2(2) | 0,5 |
| > 1–45 | 3(2) | 1,5 |
| 110 | 5(3) | |
| 220 | 5(4) | |
| 400 | 5(5) | |

4.2 Helikopterioksinta

Helikopterioksinna käytetään myös nimeä helikopteriraivaus ja näillä tarkoitetaan pelkästään johtokatuja viereisten puiden oksien katkaisemista, sillä johtokatuja pohjan raivaaminen helikopterilla ei ole mahdollista. Raivaaminen tapahtuu helikopteriin kiinnitetyllä raivaussahalla, joka koostuu yleensä noin 10 pyöreästä sahanterästä, joita sirkkelin teriksikin voi kutsua. Terissä käytetään kovalateriaa ja terien halkaisijat vaihtelevat suuresti, jolloin pituutta itse teräkokonaisuudella on noin viidestä kymmeneen metriin. Sahassa itsessään on oma moottori ja myös sen käyttämän polttoainetankki. Saha kiinnittyy helikopteriin metallipuomeilla ja niiden yhteispituus voi olla 20 metrin molemmin puolin, kuten kuvassa 3.

Oksinnassa käytettävältä helikopterilta vaaditaan keveyttä, ketteryyttä ja helppoa ohjattavuutta. Helikopterin ja sahan tekeminen mahdollisimman keveiksi parantaa myös polttoainetaloutta, jolloin raivaamista voidaan jatkaa pitempiä aikoja keskeytyksettä, joka taas laskee osaltaan oksinnan kuluja. (Mertechev (2011); Onnettomuustutkintakeskus (2008); Onnettomuustutkintakeskus. (2013b)).



KUVA 3. Helikopterioksinnaa (Kilpeläinen 2016-04-04).

Oksinnassa helikopterin lentäjän matkassa on myös maamies, jonka tehtävinä on auttaa sahan helikopteriin kiinnittämisessä ja käyttämisessä, helikopterin sekä sahan tankkaus- ja huoltotoimenpiteissä. LSV:n tekemisessä helikopterioksinnoissa on maamiehen lisäksi ollut myös LSV:n urakoitsijan asentaja, joka pääasiallisesti huolehtii helikopterilentäjän oksintajäljen laadusta ja ohjeistuksesta. Asenta-

ja on yhteydessä lentäjään radiopuhelimella pitääkseen hänet ajan tasalla oksinnan onnistumisesta ja mahdollisista vaaratilanteista. Asentaja auttaa myös tarkkailemalla, ettei saha ole liian lähellä sähköjohtoja etenkin sähkölinjojen risteysalueilla, sekä varoittaa ja ohjaa sivullisia kauemmas sahan tieltä. Yhtenä tärkeimmistä tehtävistä asentajalle kuuluu pudonneiden oksien poistaminen teiltä ja pihoilta, sekä olla yhteydessä sähköverkkoyhtiön käyttökeskukseen. Tällä järjestelyllä saavutetaan parempi sähkötyöturvallisuus ja mahdollisissa sähköverkkoon kohdistuvissa vikatilanteissa nopeampi reagointi.

Helikopterioksinnan selvä etu on se, että sitä voidaan tehdä vaikeissa maastoissa ja hankalasti maanteitse tavoitettavissa paikoissa, kuten esimerkiksi taajamissa ja tiheillä asutusalueilla. Tällä tavoin oksittaessa myös ympäristön kuormitus on vähäisempää verrattuna maasta koneellisesti tehtävään oksintaan. Myöskään johtokadun reitillä sijaitsevat pellot eivät ole esteenä eikä niiden kiertämiseen hukkaannu aikaa. Oksintaa voidaan käytännössä tehdä mihin vuodenaikaan tahansa. Huono puoli on herkkyys säähän, sillä tuuli, lumi ja sumu estävät monesti työskentelyn.

Tällä oksintatavalla ei välttämättä pystytä käsittelemään johtokadun alimpia oksia, koska sahan yletämä joissain tilanteissa ei ole riittävä. Helikopterioksinnassa ei ole mahdollista puuttua johtokadun vierimetsään juuri ollenkaan, jolloin esimerkiksi linjaan päin kaatumaisillaan olevaa suurta puuta kyseisellä alueella ei pystytä hoitamaan.

4.3 Moto-oksinta

Hakkuukone eli harvesteri, jolla tarkoitetaan monitoimikonetta (moto), on metsän käsittelyyn käytetty yhden henkilön ohjaama moottorityökone. Moto on kehitetty alun perin puiden kaatamista, karsimista, haluttuun mittaan katkaisemista ja niiden tilavuuden mittaamista varten. Moto on runko-ohjattu ja se liikkuu joko renkailla tai teloilla. Moton etuosassa on yleensä ohjaamo ja puomisto; takana on moottori ja hydraulikkaan tarvittava laitteisto.

Näitä metsätyökoneita käytetään myös johtokadun raivauksessa ja oksinnassa, jolloin puiden kaatamiseen ja karsimiseen käytetty puomin päässä sijaitseva hakkuulaite vaihdetaan raivaus- tai sahauslaitteeseen. Johtokadun oksinnassa käytetyt sahauslaitteet voidaan jakaa kahteen ryhmään, teräketju käyttöisiin ja pyöreillä sirkkelin terillä varustettuihin. Sirkkelin terillä varustetuissa sahauslaitteissa saatetaan käyttää yhtä isoa terää tai usemmista pienemmistä teristä tehtyä teräkokonaisuutta.

Oksintaan muokatun moton puomin ulottuma voi olla 20 metriä ja puomissa on esimerkiksi nylonista tehdyt eristepalat, joiden kohdalla hydraulikkaletkut ovat sähköä johtamatonta materiaalia, kuten kuvassa 5 näkyy. Suunniteltaessa sahauslaitetta ja puomikonaisuutta pyritään sahauslaite tekemään kevyeksi. Tällöin puomiin kohdistuva rasitus saadaan minimoitua, sillä 20 metrin päässä oleva massa aiheuttaa melkoisen vääntövoiman puomin alaosiin ja eristepaloihin.

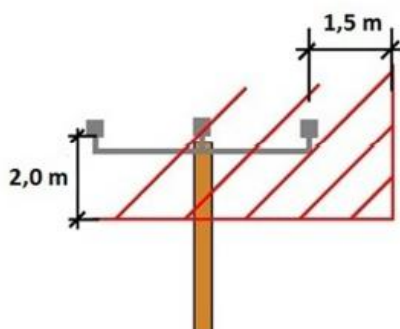


KUVA 4. Moto-oksintaa (Kilpeläinen 2016-03-31).

Osana Sähkötutkimuspoolin rahoittamaa Maanrakennus-hanketta tehtiin selvitys koneellisen oksinnan sähköturvallisuusriskeistä ja näiden pohjalta työmenetelmäohjeet: "Sähkölínjan reunapuiden koneellinen oksinta ilmajohdon läheisyydessä työhön erityisesti suunnitellulla laitteistolla T4-140-4- ja 3.7.18- käytönjohtajan ohje" (Energiateollisuus, 2011a). Nämä ohjeet mahdollistavat poikkeamaan taulukon 2 mukaisten etäisyyksien käytöstä.

Tässä työmenetelmäohjeessa esitetyn oksintakoneen eristysratkaisun kanssa on mahdollista työskennellä lähempänä jännitteistä johtoa kuin on normaalisti sallittua.

Ohjeen mukaisesti työskenneltäessä vähimmäisetäisyys johdon sivulla on 1,5 m ja alapuolella 2,0 m. Työkoneen puomi ja leikkuupää eivät saa ulottua normaalin työsuorituksen aikana kielletylle työskentelyalueelle. Jos puomi tahattomasti heilahtaa tälle alueelle, työtä ei saa jatkaa vaan puomi on siirrettävä alueen ulkopuolelle (kuva 4.). (Energiateollisuus, 2011b).



KUVA 5. Kielletyn työskentelyalueen mitat 20 kV ilmajohdoilla (Energiateollisuus, 2011b).

Energiateollisuuden sähkötutkimuspoolin tutkimusraportissa ”Ohje koneelliseen oksintaan sekä puun poistoon sähkölinjoilta” (Energiateollisuus, 2011b). sanotaan, että työkonene käyttäjien tulee olla ammattitaitoisia itsenäiseen työskentelyyn kykeneviä kyseisen työkonene käyttäjiä. Raportissa vaaditaan myös työnantajan ja verkonhaltijan järjestävän yhdessä työhön perehdyttämisen ja opastuksen ilmajohtojen lähellä työskentelyyn standardin SFS 6002 mukaisesti. Edellä mainitun lisäksi perehdyttämiseen tulee sisällyttää työohjeen mukainen turvallinen työskentely, mm.

- *ohjeen sisältö*
- *ohjeen turvallinen soveltaminen*
- *ohjeen mukainen työskentely*
- *työkonene erityisrakenteen edellyttämä turvallinen työskentely eri tilanteissa*
- *työkonene käyttö, huolto ja tarkastukset*
- *työn vaaratekijät ja rajoitteet*
- *työn ennakkoon tehtävä riskien arvioiminen*
- *ennakkotiedottaminen ja yhteydenpito verkonhaltijaan*
- *verkkoyhtiön organisaatio ja kenellä on käskyvalta organisaatiossa*
- *toiminta vahinko- ja tapaturmatilanteessa*

Vain tämän ohjeen mukaisen perehdytyksen hyväksytysti suorittaneet henkilöt saavat tehdä ohjeen mukaisia töitä. Perehdytys on uusittava vähintään kolmen vuoden välein, tai mikäli tämän ohjeen mukaisesta työstä on kulunut aikaa yli vuosi. (Energiateollisuus, 2011b).

Moto-oksinnan hyvänä puolena voidaan pitää sitä, että puiden alimmat oksat saadaan myös helposti ja turvallisesti oksittua. Näin myös johtokatu saadaan siistimmän näköiseksi. Eniten moto-oksintaa puoltaa ehkä se, että samalla voidaan myös tehdä vierimetsän hoitotoimenpiteitä. Esimerkiksi jos johtokadun viereisessä metsässä on puu kallistuneena linjaan päin, se voidaan katkaista tai kaataa, toisin kuin helikopterioksinnassa.

Motolla oksittaessa on myös mahdollista raivata johtokadun pohjaa. Huonona puolena voidaan mainita riippuvuus vuodenaikoihin, joista moto-oksinta on paras tehdä talvella ja silloin kun maa on vielä roudassa. Tällöin vältetään puuston juuristovaurioita ja vetisessä maastossa suurilta painaumilta, joita moto kulkiessaan saattaa tehdä.

Moton liikkumisen esteenä saattavat kuitenkin olla maasto-olosuhteet, kuten erittäin kallioiset ja kiviset alueet ja suot. Oman ongelmansa tuovat myös pellot, jotka joudutaan joskus kiertämään käyttäen siirtolavettia. Maaston korkeuserojen ollessa hyvin vaihtelevia ja puusto pitkää, saattaa moton puomin pituus olla riittämätön ja puun ylimmät oksat jäävät oksimatta. Lisäksi taajamien lähialueilla moto-oksinnan mahdollisuudet ovat rajalliset johtuen tiheämmästä asutuksesta, jolloin kulkumahdollisuudet voivat olla haasteelliset.

4.4 Käsioksinta

Ennen linjojen oksinta tehtiin täysin metsurin töinä. Sähkölinojen oksien karsinta on käyttötoimenpiteisiin verrattavaa huoltotyötä, jota tehdään jännitteisten osien läheisyydessä. Tällöin on noudatettava sähkötyöturvallisuudessa annettuja määräyksiä. Oksinta tapahtuu oksasahalla, joka on kiinnitetty ns. teleskooppisauvaan ja sen tulee olla jännitetyökestoinen. Oksintaa tekevän tulee olla sähköalan ammattihenkilö, jolloin työväline saa ulottua jännitteisten johdinten välittömään läheisyyteen. Työn voi suorittaa myös joku muukin kuin ammattihenkilö, mutta työskentelyn on tapahduttava välittömän läheisyyden rajan ulkopuolella. (Työturvallisuuskeskus, 2013).

Käsin tehtävän oksinnan etuja ovat, ettei luontoa rasiteta ja oksintaa voidaan tehdä vaikeassakin maastossa ja taajamissa, jonne ei motolla päästä. Käsin tehty oksinta on kuitenkin hidasta ja sen ulottuma on vähäisempi kuin koneella, ja siksi tarvitaan paljon työntekijöitä, jos raivattavana on suuria alueita.

Käsinoksimista noudatetaan samoja turvaetäisyyksiä kuin koneellisessakin, joten tekijöiltä vaaditaan SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutus.

Mikäli työtä ei voida tehdä noudattaen taulukon Z.2 etäisyyksiä, voi johdon haltija lyhytaikaisessa työssä antaa luvan taulukon Y.1 mukaisen ilmajohdon jännitetyöalueen etäisyyden D_{L2} noudattamiseen, jos sähköalan ammattihenkilö valvoo turvallisuutta ja ryhtyy työkohteessa mahdollisesti tarvittaviin varotoimiin. (Sähkötyöturvallisuus 2015b).

LSV:llä on oma ohjeistuksensa, jonka pohjalta voidaan käyttää taulukon 3 mukaisia vähimmäisetäisyyksiä. Kun raivaustöitä tekevät henkilöt on opastettu ja perehdytetty tehtävään, vähimmäisetäisyyksinä voidaan noudattaa jännitetyöalueen rajoja, jotka on esitetty taulukossa 1. (Loiste Sähköverkko Oy, Johtoalueiden raivaus, työkohtainen selostus).

TAULUKKO 3. *Vähimmäisetäisyydet taulukon Y.1 perusteella* (Loiste Sähköverkko Oy, Johtoalueiden raivaus, työkohtainen selostus).

| | Pienjännitejohto 0,4 kV ja telejohto | | Keskijännitejohto 10 - 45 kV | | Suurjännitejohto 110 kV |
|----------------|---|----------|---------------------------------|----------|-------------------------|
| Työalue | Riippujohto | Avojohto | Riippujohto | Avojohto | Avojohto |
| johdon alla | Ei saa koskettaa | 0,5 m | 1,0 m | 1,0 m | 1,2 m |
| johdon sivulla | Ei saa koskettaa | 0,5 m | 1,5 m | 1,5 m | 1,5 m |

Vähimmäisetäisyydet ovat voimassa seuraavin edellytyksin:

- Työskentelyalue ja työväline eivät ulotu jännitetyöalueelle missään työvaiheessa.
- Oksasahan tai leikkurin varsi ei saa olla sähköä johtavaa materiaalia kuten alumiinia, hiilikuitua tai vastaavaa.
- Katkaistava oksa tai puu ei ylety jännitetyöalueelle (edellä mainitut etäisyydet).
- Poikkeuksena tähän määräykseen ovat 10 kilovoltin ja 20 kilovoltin avojohdot, joilla katkaistava puu tai oksa saa ylettyä sivulla 1 metrin + jännitelisä (10 kV 0,12 m ja 20 kV 0,22 m) etäisyydelle jännitteisestä johtimesta.
- Sää- ja muut olosuhteet ovat riittävän hyvät työn turvallisen suorittamisen kannalta.
- Sade, tuuli ja huono näkyvyys on huomioitava työskentelyetäisyyksiä kasvattavina tekijöinä.
- Raivaustyön tekijällä on käytännön työssä todettu hyvä ammattitaito sekä osoitettu pätevyys.

Jos edellä mainitut edellytykset eivät täyty, noudatetaan taulukossa 2 annettuja turvaetäisyyksiä. (Loiste Sähköverkko Oy, Johtoalueiden raivaus, työkohtainen selostus).

4.5 Johtokadun pohjan raivaus

Pääasiassa johtokadun pohjan raivaus tehdään käsin tai koneellisesti motolla, tai muilla moottorityökoneisiin kiinnitetyillä laitteistoilla (kuva 6). Yleisesti koneella suoritettu raivaaminen on nopeampaa, mutta maasto saattaa asettaa esteitä sen teolle, jolloin käsin tehtävä raivaus saattaa olla ainoa vaihtoehto.

Käsin raivaussahoilla raivaamalla on myös mahdollista tehdä valikoivampaa raivausta, jolloin johtokadun pohjan kasvillisuus pysyy monipuolisempana. Suurten puiden kaatamiseen käytetään moottorisahaa, jos raivaussahan käyttö ei onnistu tai on vaarallista. Puiden kaadossa apuna käytetään kaatotunkkia ja vaijeritaljaa puun kaadon ohjaamiseen.

Työskenneltäessä käytetään metsurin varustusta ja onnettomuuksien varalta raivaajalla tulee olla yhteydenpitoväline työnjohtoon tai käyttökeskukseen (Työturvallisuuskeskus, 2013). Henkilön tulee olla koulutuksen ja perehdytyksen saanut ammattilainen.



KUVA 6. Kaivinkoneen hydraulinen raivauskone (LSV 2016.)

Raivattaessa johtokadun pohjaa kuuluu siihen myös tarvittaessa reunapuiden oksinta ja poistaminen. Samalla poistetaan sähkönjakelua vaarantavat yksittäiset puut johtokadun ulkopuolelta. Tällä tavoin on tarkoitus saada johtokatu LSV:n ohjeistuksen täyttäväksi puuston osalta siten, että suunnitellun raivauskiertoajan (6 - 10 vuotta) puusto ei kasva seuraavia vähimmäisetäisyyksiä lähemmäksi johtimia. 20 kilovoltin keskijännitejohdolla vähimmäisetäisyys on 10 metriä rungosta runkoon. Monijohtorakenteet voivat olla leveämpiä, yleensä johtokadun reuna on 5 metriä reunimmaisesta pylvästä. Oksisto ei saa ulottua 2,5 metriä lähemmäksi johtimia, kun johtimien heiluminen ja oksien kasvaminen otetaan huomioon. Tällöin vähimmäisetäisyys on 1,22 metriä. (Loiste Sähköverkko Oy, Johtoalueiden raivaus, työkohtainen selostus).

Raivattaessa huolehditaan, että raivausleveys pysyy annettujen mittojen mukaisena ja sitä ajoittain tarkistetaan mittaamalla johtokadun keskiliinjasta lähtien. Huolehdittavana on, ettei kaadettua puustoa jätetä tielle, tien luiskille, moottorikelkkareiteille, poluille, pelloille eikä aitojen tai ojien päälle. Pihalle tulleet raivausjätteet poistetaan tai sovitaan menetelmästä maanomistajan kanssa. Puut katkaistaan mahdollisimman matalalta ja havupuut katkaistaan alimpien elävien oksien alapuolelta. Jos edellä mainittu ei onnistu kivien tai muiden esteiden vuoksi, puun oksat katkaistaan niin, että puu kuolee. (Loiste Sähköverkko Oy, Johtoalueiden raivaus, työkohtainen selostus).

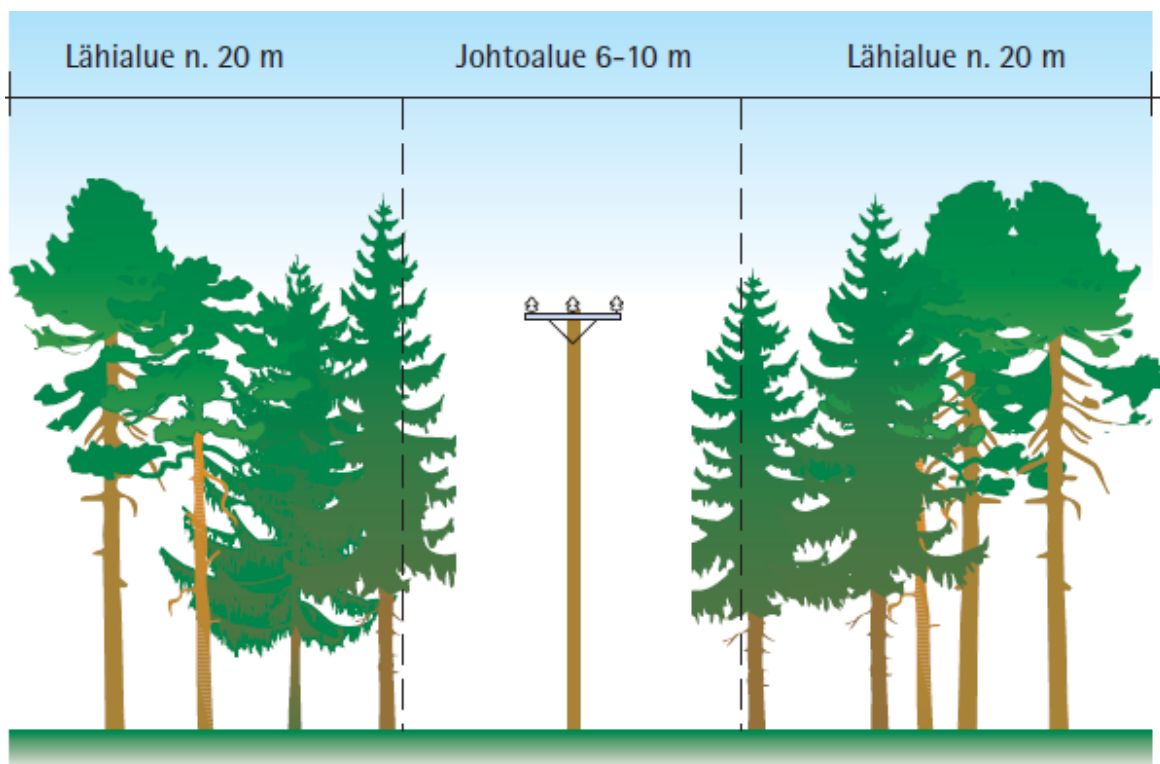
Raivauksen yhteydessä kaadetaan johtokadun ulkopuolelta riukumaisiksi kasvaneet puut, jotka ovat olleet lumikuorman taivuttamina. Myös läpimitaltaan metrin korkeudelta alle 15 senttimetriä olevat raivauskokoiset yksittäispuut, joiden oksat tai latva yltyvät vaarallisesti johtokadulle ja joita ei oksasahalla saada katkaistua, kaadetaan.

Jos johtokadulla kasvaa isoja puita läpimitaltaan yli 15 senttimetriä metrin korkeudelta, ne voidaan jättää kaatamatta, jos puun runko on vähintään 4 metriä keskilinjasta. Tätä lähempänä johtokadun keskilinjaa olevat isot puut on kaadettava. Johtokatu tulee raivata isojen puiden takaa siten, että johtokadun leveys on 5 metriä keskilinjasta molemmin puolin reunametsään.

Johtokatua raivattaessa sen alueella kasvavat katajat, matalakasvuiset pajut ja pensaat saa jättää kaatamatta. Matalakasvuisilla pajuilla tarkoitetaan pensasmaisia, hentovartisia alle metrin pituisia pajuja, jotka eivät muodosta jäykkiä ylöspäin kasvavia runkoja. Pensaikko on raivattava kuitenkin siten, että siitä pystyy kulkemaan moottorikelkalla. (Loiste Sähköverkko Oy, Johtoalueiden raivaus, työkohtainen selostus).

4.6 Vierimetsän raivaus

Vierimetsällä tarkoitetaan johtokadun vierisien puiden muodostamaa 10 - 20 metriä leveää aluetta (kuva 7). Tämä alue määräytyy siten, että sen sisällä kasvava puu voi kaatua sähköjohtimen päälle tai koskettaa sitä luonnonilmiön tai muun siihen kohdistuvan ulkopuolisen voiman takia. (TAPIO, 2013a).



KUVA 7. Johtokadun alueet (Energiateollisuus 2011c.)

Vierimetsän käsittelyn tarpeeseen vaikuttavat puuston pituus, runkojen paksuus, puiden ikä ja terveys, riukumaisina kasvavat puut, lehtipuiden osuus puustosta, sataneen lumen aiheuttamat sähkökatkokset ja myrskyn kaatamat puut sekä routa. Suurimpana riskiluokkana on nuori kasvatusmetsä puulajeista riippumatta, silti näissäkin koivut ovat suurin riskin aiheuttaja (Risto Ranta, Hannu Niemelä, 2013).

Tapion raportissa mainitaan, että koivut aiheuttavat linjavaurioista nuorissa metsissä kaksi kolmasosaa. Mäntyjen tuhoriskin sanotaan olevan huomattava, sillä ne aiheuttivat noin neljänneksen vaurioista. Raportissa kerrotaan molempien puulajien yleisimmän vauriotyyppin olevan taipuminen, ja myös katkeaminen on melko yleistä. Edellä mainituista puista lähinnä männyllä sanotaan esiintyvän kaatumisia. Vauriopuiden läpimittaluokaksi mainitaan 7 - 11 senttimetriä rinnan korkeudelta (1,3 metriä) puiden pituuden ollessa 11 - 12 metriä. Tärkeänä tuhoja selittävänä tekijänä pidetään solakkuutta eli läpimitan ja pituuden suhdetta. Puut, jotka ovat riukuuntuneita eli ohuita suhteessa pituuteen, sanotaan olevan erityisen alttiita myrsky- ja lumituhoille. (Hietaoja 2004)

Raportti mainitsee kuusen ja haavan olevan latvuksen rakenteen vuoksi vähemmän tuhoalttiita kuin raudus- ja hieskoivu, leppä ja mänty. Sen mukaan lumi ei pysy haavan oksilla lehdettömään aikaan. Kuusen lumikuorma taas kiinnittyy melko alas, minkä takia taivutusmomentti on pienempi kuin muilla puulajeilla, vaikka kuusella on eniten lumen tarttumapintaa ja lumikuormaa (Suni ym. 2004). Raportissa nuorten metsien inventoiduista linjavaurioista kuusi aiheutti noin 5 prosenttia. (TAPIO, 2013b).

Vierimetsää raivattaessa suositaan havupuita. Havupuista parhaiten tykkylunta kestää kuusi, jonka oksat taipuvat lumenpainosta alaspäin eivätkä katkeile. Mänty on riskialttiimpi katkeamaan ja riukukasvuisena se saattaa taipua johtimiin. Yleisesti lehtipuut poistetaan vierimetsäalueelta mielellään kokonaan, sillä lehtipuut taipuvat helposti tykkylumen vaikutuksesta. Suurin vaikutus vierimetsän käsittelyllä saavutetaan, jos koko vierimetsäalueelta poistetaan kaikki lehtipuut ja riukumaisina kasvavat havupuut. Nuoret puut on hyvä poistaa, sillä ne todennäköisesti alkavat riukuuntua, jos ne kasvavat suurten puiden seassa. Myös yli-ikäiset puut tulee poistaa, sillä lahoaminen nostaa niiden riskiä kaatua johdolle (Energiateollisuus, 2011c). Tällöin jäljelle jää järeitä tukkipuita, jotka kestävät sääilmiöitä hyvin.

Vierimetsän raivaukseen käytetään motoa tai se tehdään käsin metsurin töinä. Käsiteltäessä vierimetsää motolla sen puomin ulottuma on rajoittava tekijä, silti yleensä sillä voidaan käsitellä vierimetsää noin 10 metrin alalta, joka pääsääntöisesti riittää.

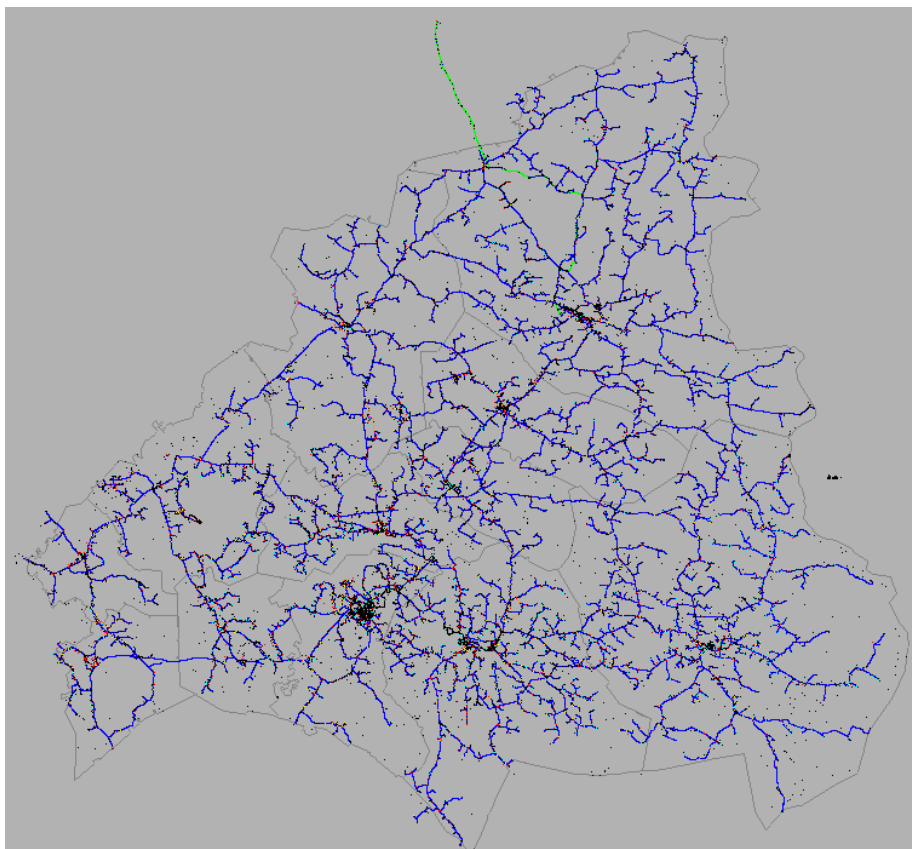
Seuraavassa luvussa esitellään, kuinka vierimetsien käsittelytarvetta analysoitiin asemakaava- ja ei-asebakaava -alueilla, sekä kerrotaan, millainen tilanne asemakaava-alueella on ja mitä toimenpiteitä kullekin asemakaava-alueelle olisi tehtävä.

5 LOISTE SÄHKÖVERKKO OY:N JAKELUVERKKOALUEEN VIERIMETSIEN KÄSITTELYTARPEEN ANALYSOINTI

Tässä osiossa perehdytään LSV:n verkkoalueella olevien asemakaava-alueiden sekä ei-asemakaava -alueiden sähkön toimitusvarmuusvaatimuksiin ja niiden toteutumiseen. Sähkömarkkina-alueissa on määritelty, että asemakaava-alueella sähkökatko ei saa kestää yli kuutta tuntia ja asemakaava-alueiden ulkopuolella yli 36 tuntia kauemmin, kun aiheuttajana on tuuli, myrsky tai lumikuorma. Vuoden 2028 loppuun mennessä kaikkien sähkökäyttäjien pitäisi olla näiden vaatimusten piirissä. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on pyrkiä löytämään sähkötoimitusvarmuuden kannalta ne kriittisimmät kohdat, joissa tulisi suorittaa vierimetsän käsittelyä.

5.1 Analysoinnin lähtökohdat

Asemakaava-alueiden ja ei-asemakaava -alueiden analysointiin käytetään Trimble NIS - verkkotietojärjestelmää, jossa on kuvattuna koko LSV:n verkkovastuualue. Se sisältää tiedot muun muassa sähköjohtimista, pylväistä, muuntajista, sähköasemista ja kaikista muista sähkönsiirtoon liittyvistä komponenteista (kuva 8). Ohjelmistoon on myös tallennettu paljon muitakin tietoja, kuten vikatapauksia sekä niiden sijainteja ja syitä, metsäntutkimuslaitokselta saatuja metsää kuvaavia tietoja, oksinta- ja raivausvuosi- sekä kunnossapitotietoja. Ohjelmassa on myös analyysijä, joihin kuuluu muun muassa energiankulutustiheydet, vikatiheydet sekä pylväiden asennus- ja kyllästysvuodet. Yhdistelemällä ja tutkimalla näitä tietoja on tarkoitus muodostaa kuva vierimetsän käsittelytarpeista kullakin alueella.



KUVA 8. Loiste Sähköverkko Oy:n keskijänniteverkko Trimble NIS:ssä. Sisältää myös 45 kilovoltin verkon

5.2 Asemakaava-alueet

Asemakaava-alueiden analysointia aloitettaessa ensimmäiseksi valittiin tarkasteltavat alueet. Sellaiset asemakaava-alueet, joiden läheisyydessä on sähköasema, jätettiin tämän analysoinnin ulkopuolelle. Näillä alueilla on jo siirrytty ilmajohtoverkosta maakaapeliverkkoon tai tullaan siirtymään lähiaikoina. Analysoinnissa tarkasteltaviksi saatavilla olevia tietoja olivat:

- asemakaava-alueen kulutus (MWh/a)
- puiden aiheuttamien vikojen kappalemäärät
- keskijännitelähdön pituus (km)
- keskiarvo johtoalkion etäisyydestä tieverkkoon (m)
- johtokadun vierimetsän lehtipuiden tilavuuden prosenttiosuus (lähilehtipuuston tilavuus (%))
- johtokadun vierimetsän puiden tilavuus kuutiometreinä hehtaarille (lähipuuston tilavuus (m³/ha))
- johtokadun vierimetsän lehtipuiden maksimipituus (lähilehtipuiden maksimipituus (m))
- johtokadun vierimetsälle annettu riskiluokitus asteikolla 1 – 5 (lähimetsäriskiluokitus).

Edellä mainitut tiedot koottiin Excel-taulukkoon, johon kerättiin asemakaava-alueittain sitä syöttävät johtolähdöt. Analysoinnissa käytettyjen tietojen valinnassa tarkasteltiin niiden merkittävyyttä johtolähdön toimitusvarmuuden kannalta.

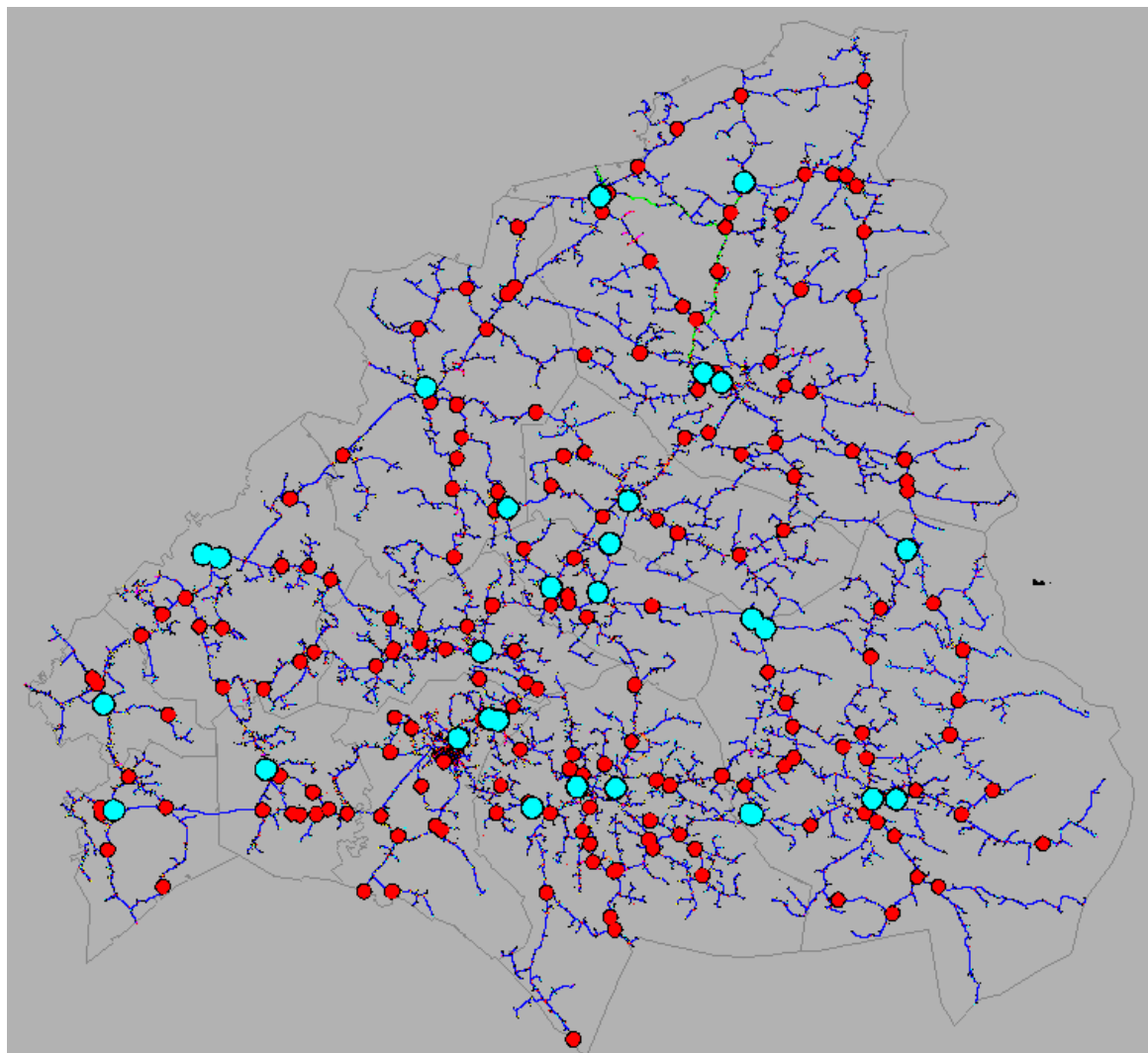
Puiden aiheuttamien vikojen määrä on tärkeä tieto, sillä siitä saadaan arvio todennäköisyydelle, että kaatuuko johtolähdölle puu tulevaisuudessa. Alueella, jossa on kaatunut paljon puita linjalle, voidaan olettaa vallitsevien olosuhteiden olevan epäedulliset ilmajohtoverkolle. Tällöin voidaan olettaa puuston olevan riukukasvuista ja maaperän kivikkoista, jolloin juuret kasvavat pinnassa tai alueella muodostuu talviaikaan paljon tykkylunta. Alue saattaa olla myös erityisen herkkä tuulelle, esimerkiksi suuren järven rannalla, jolloin myrskytuulet rasittavat puustoa. Toisaalta ukkosmyrskyjen syöksypurkaukset voivat kaataa puustoa, vaikka puusto olisikin järeämpää eikä maaperä kivikkoista, mutta nämä ovat satunnaisia eikä niitä pysty etukäteen ennustamaan.

Johtoalkion etäisyyden keskiarvolla tieverkkoon voidaan päätellä, kuinka helposti tavoitettavissa ilmajohto on. Vikatilanteessa on korjausryhmän päästävä nopeasti autolla mahdollisimman lähelle vikaapaikkaa. Näin vian korjaamiseen kuluva aika saadaan minimoitua ja sähköt palautettua asiakkaille nopeammin.

Aluksi haettiin koko LSV:n keskijänniteverkko näkyviin Trimble NIS:iin sekä keskijänniteverkon syöttötopologia, josta näkyy sähköasemilta lähtevät lähdöt erivärisinä. Taustakarttana käytettiin asemakaavakarttapohjaa, joka merkitsee asemakaava-alueet karttaan punaisina alueina. Sähköasemat ja kauko-ohjatut erotinasemat saadaan näkyviin käyttämällä analyysityökalua, johon voidaan määritellä valmiit hakuryhmät, jotka Trimble NIS sitten hakee näkyville. Sähköasemien hauksi määriteltiin

45/20 kilovoltin ja 110/20 kilovoltin sähköasemat, ja ne näkyvät kuvassa 9 turkooseina pisteinä. Kauko-ohjatut erotinasemat taas näkyvät punaisina pisteinä.

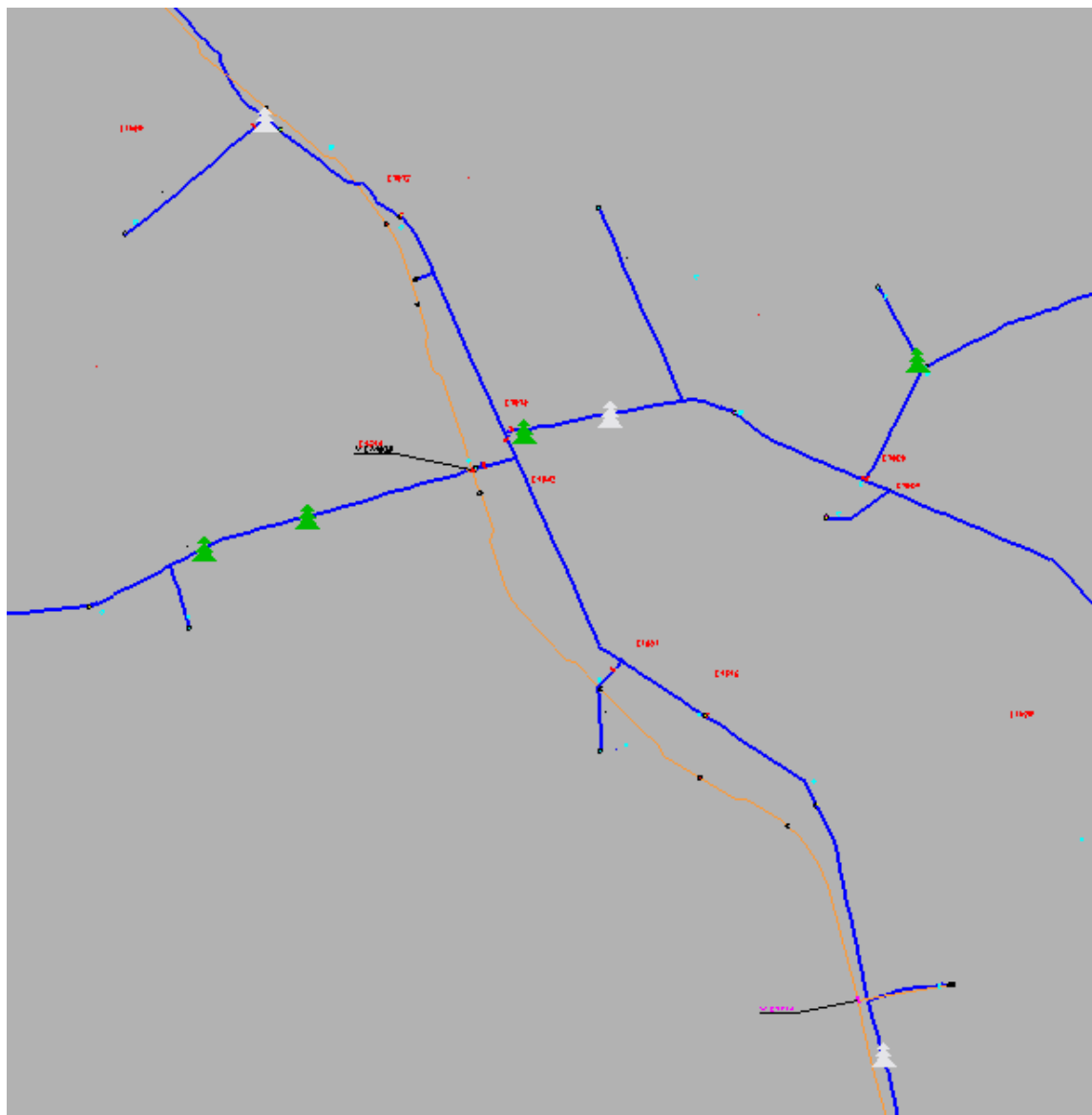
Asemakaava-alueen vuosittainen sähkönkulutus saatiin lasketuksi Trimble NIS:llä valitsemalla alueella sijaitsevat muuntamot ja käyttämällä toimintoa, joka piirsi muuntajien tehokuvaajan. Se voitiin muuttaa listamuotoon Exceeliin, jossa muuntajien ottama pätöteho oli listattuna tunnin välein vuoden ajalta. Laskemalla nämä pätötehot yhteen saatiin vuoden aikana käytetty energia megawattitunteina (MWh/a).



KUVA 9. Trimble NIS, Loiste Sähköverkko Oy:n keskijänniteverkko, jossa sähköasemat ovat turkooseja pisteitä ja kauko-ohjatut erotinasemat punaisia pisteitä

Puiden aiheuttamien vikojen analysointi tehtiin käyttämällä Trimble NIS analyysit-työkalua, jossa oli keskijänniteverkon vikapaikat aiheuttajittain aikavälirajauksella. Tämän työkalun avulla sai näkyvään kaikki mahdolliset verkossa olleet pysyvät viat, jotka oli dokumentoitu. Näistä vioista jätettiin näkyviin ainoastaan tuulen ja myrskyn sekä lumen ja jään kaatamien puiden aiheuttamat viat. Ihmisten aiheuttamat puiden kaatumiset sähkölinjoille jätettiin laskuista, sillä ne eivät tarkenna kuvaa vierimetsän hoidon tarpeesta. Analyysin aikaväliksi valittiin 1.1.2004 – 31.12.2015, jolloin tarkastelulle saadaan riittävän pitkä ajanjakso.

Analyysin ajamisen jälkeen karttapohjalle ilmestyy puu-symboleita, joista vihreä edustaa tuulen ja myrskyn aiheuttamaa vikaa ja valkoinen lumen ja jään, kuten kuvassa 10 nähdään. Näin voitiin tarkastella puiden aiheuttamien vikojen jakaantumista johtolähdöittäin.



KUVA 10. Puiden aiheuttamien vikojen symbolit

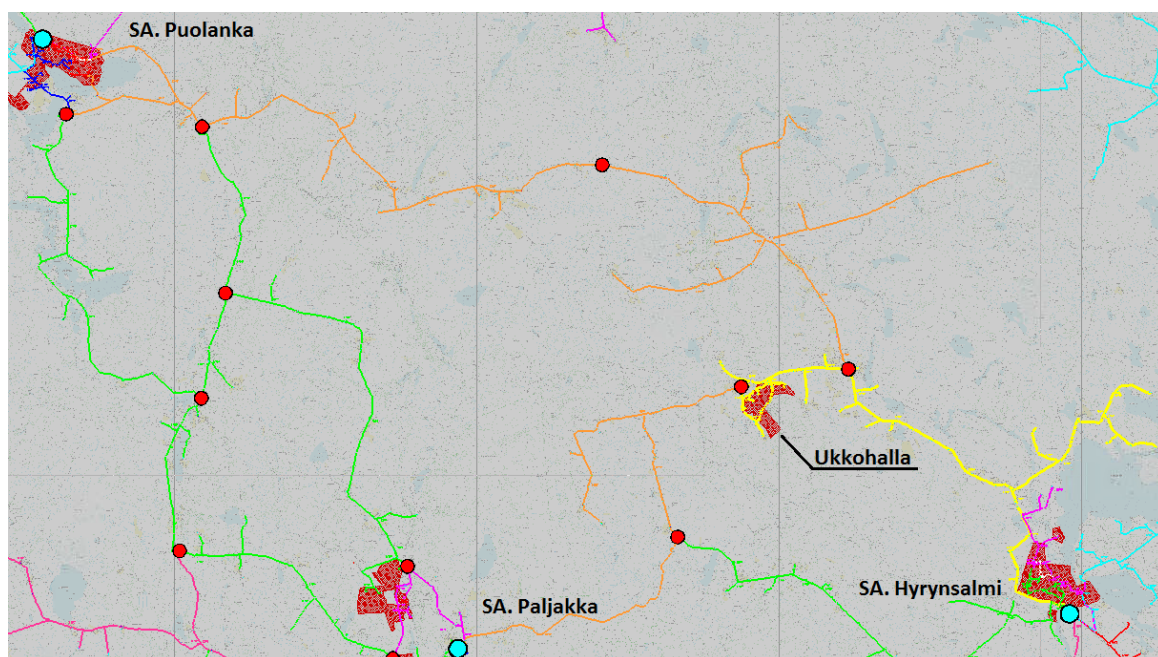
Etäisyys tieverkosta laskettiin valitsemalla johtolähtö kokonaisuudessaan ja tekemällä kohteista raportti Exceliin, johon Excel listasi valitut johtoalkiot. Tässä tiedostossa näkyi jokaiselle johtoalkiolle annetut attribuuttitiedot. Näistä attribuuttitiedoista laskettiin keskiarvo etäisyydelle tieverkosta, kuten myös lähipuustoa koskevien tietojen keskiarvot. Lähdön pituus saatiin valitsemalla haluttu johtolähtö aktiiviseksi Trimble NIS:ssä, jolloin se ilmoitti johtolähdön pituuden.

Seuraavaksi esitellään saadut tulokset asemakaava-alueittain ja avataan niiden tämänhetkistä tilannetta sähkönsyötön osalta. Asemakaava-alueet käydään läpi tärkeysjärjestyksessä, minkä määrää asemakaava-alueen sähkönkulutuksen suuruus. Kuvissa pääsyötösuunnan värinä käytetään keltaista.

5.2.1 Ukkohalla

Ukkohalla on Hyrynsalmen kunnassa noin 14 kilometriä luoteeseen Hyrynsalmen keskustasta sijaitseva hiihtokeskus. Siellä on ympärivuotisesti toimintaa, mutta suurin kulutus sijoittuu talviajan sesonkiin.

Ukkohallan asemakaava-aluetta kyetään syöttämään kolmelta eri sähköasemalta (kuva 11) ja sen sähkönkulutus on tutkitun ryhmän suurin. Tämä antaisi suuren painoarvon priorisoitaessa vierimet-sän käsittelytarvetta alueen syötöille. Pääsyöttösuuntana toimii Hyrynsalmen sähköaseman Kytömä-en lähtö.



KUVA 11. Ukkohallan asemakaava-alueen syötöt

Ukkohallan asemakaava-aluetta syöttämään pystyvien lähtöjen tiedoista koostettiin taulukko 4.

TAULUKKO 4. Ukkohallasta kerätyt tiedot. Hyrynsalmi on HRS, Paljakka on PJK ja Puolanka on PKA

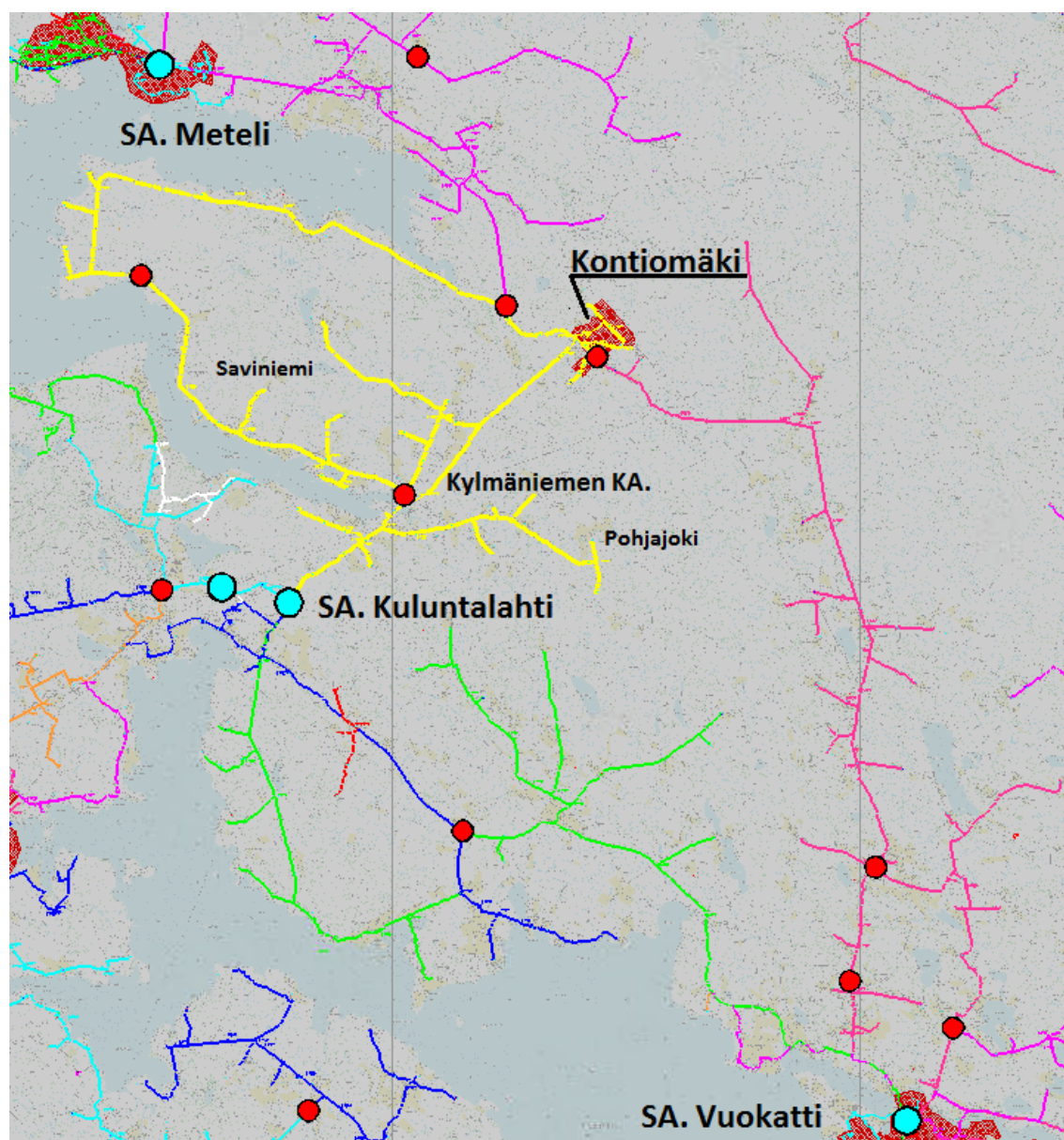
| Asemakaava-alue | Kulutus MWh/a | Lähtö | Puuviat (kpl) v.2004–2015 | Etäisyys tieverkosta (m) ka. | Lähdön pituus (km) | Vika (kpl/100 km) |
|-----------------|---------------|----------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------|
| Ukkohalla | 4097,9 | SA. HRS - Kytömäki | 13 | 66,2 | 95,7 | 13,6 |
| | | SA. PJK - Ukkohalla | 7 | 64,7 | 58,3 | 12 |
| | | SA. PKA - Leipivaara | 26 | 83,7 | 167,2 | 15,6 |

Kytömäen lähdölle on tulossa investointeja kymmenen vuoden aikavälillä, jolloin erilliselle vierimet-säkäsittelylle ei tällä hetkellä ole tarvetta. Lähdön jakeluvarmuutta vikatilanteessa voitaisiin parantaa lisäämällä kauko-ohjattava erotin lähdön alkupäässä olevalle koilliselle lähtevälle haaralle.

5.2.2 Kontiomäki

Kontiomäki sijaitsee Paltamon kunnassa noin 24 kilometriä koilliseen Kajaanista. Se on keskeisellä paikalla valtaväylien risteyskohdassa ja siellä on rautatieasema, jonka ympärille se on rautatiekyläksi aikanaan muodostunut.

Kontiomäen asemakaava-aluetta voidaan syöttää kolmelta eri sähköasemalta ja sen pääsyttösuunta on Kuluntalahden sähköasemalta (kuva 12). Pääsyttösuunnan ilmajohto sijaitsee tien varressa ja se on oksittu metsäkoneella vuonna 2012. Lähdöllä sijaitseva Kylmäniemen katkaisija-asema pienentää vian aiheuttamaa vaikutusaluetta, jolloin vain Saviniemen suunnan asiakkaat kokevat keskeytyksen vian sattuessa sille suunnalle. Kuluntalahden sähköaseman ja Kylmäniemen katkaisija-aseman välillä johto-osuudella ei ole tehty vierimetsän käsittelytoimenpiteitä.



KUVA 12. Kontiomäen asemakaava-alueen syötöt

Kontiomäen asemakaava-aluetta syöttämään pystyvien lähtöjen tiedoista koostettiin taulukko 5.

TAULUKKO 5. Kontiomäestä kerätyt tiedot. Kuluntalahti on KTH, Vuokatti on VKT ja Meteli on MLI

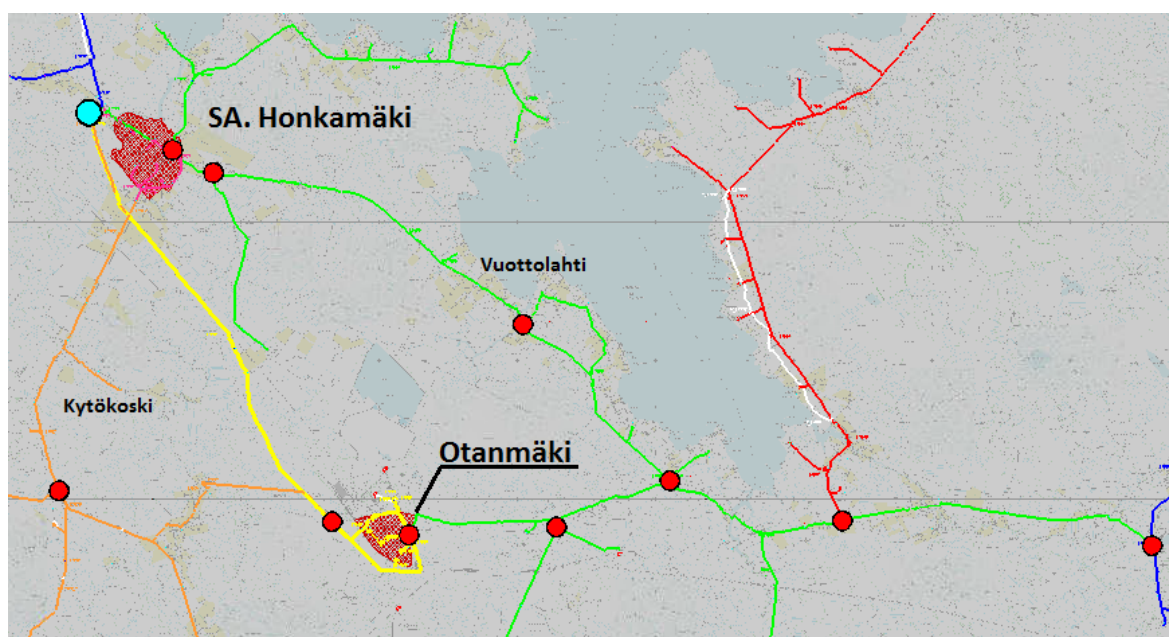
| Asemakaava-alue | Kulutus MWh/a | Lähtö | Puuviat (kpl) v.2004–2015 | Etäisyys tieverkosta (m) ka. | Lähdön pituus (km) | Vika (kpl/100 km) |
|-----------------|---------------|----------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------|
| Kontiomäki | 3429,6 | SA. KTH - Kontiomäki | 20 | 50,3 | 144,8 | 13,8 |
| | | SA. VKT - Härkömäki | 25 | 101,5 | 127,2 | 19,7 |
| | | SA. MLI - Mieslahti | 27 | 111,6 | 104,2 | 25,9 |

Johto-osuus Kuluntalahden sähköaseman ja Kylmäniemen katkaisija-aseman välillä olisi otollinen kohde vierimetsäkäsittelylle. Samalla olisi hyvä myös käsitellä siitä erkaneva Pohjajoen haara. Tällöin vierimetsäkäsiteltävää johtoa tulisi 15,4 kilometriä. Pohjajoen haaran alkuun olisi hyvä myös lisätä kauko-ohjattava erotin.

5.2.3 Otanmäki

Otanmäki on yksi Kajaanin kaupungin taajamista ja se sijaitsee keskustasta 37 kilometriä lounaaseen. Se syntyi rautamalmikaivoksen ympärille. Kaivostoiminnan loputtua rakennettiin vaunutehdas paikkaamaan menetettyjä työpaikkoja.

Otanmäen asemakaava-aluetta pystytään syöttämään Honkamäen sähköasemalta kolmelta eri lähdöltä (kuva 13). Pääsyöttönä toimii Otanmäen lähtö. Lähdön alkupää kulkee 110 kilovoltin johtokadun vieressä, joka on reunavyöhykekäsitelty vuonna 2010. Syöttävä verkko on 1990-luvulta ja se sijaitsee kaukana tieverkostosta, jolloin vikatilanteessa johdon luokse pääsemiseen menee kauemmin aikaa. Johdolla on myös majavien patoamia puroja, jotka tulviessaan aiheuttavat puiden lahoamista.



KUVA 13. Otanmäen asemakaava-alueen syötöt

Otanmäen asemakaava-aluetta syöttämään pystyvien lähtöjen tiedoista koostettiin taulukko 6.

TAULUKKO 6. Otanmäestä kerätyt tiedot. Honkamäki on HNM

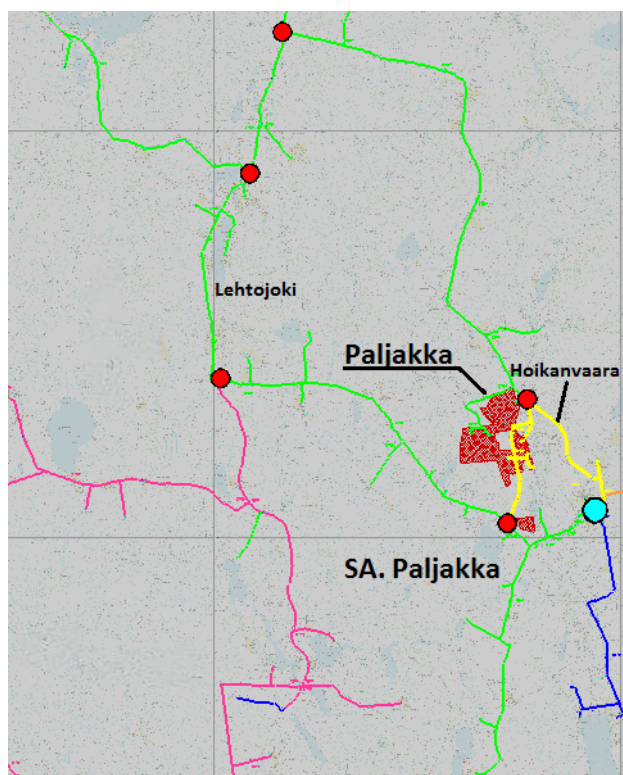
| Asemakaava-alue | Kulutus MWh/a | Lähtö | Puuviaat (kpl) v.2004–2015 | Etäisyys tieverkosta (m) ka. | Lähdön pituus (km) | Vika (kpl/100 km) |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------|
| Otanmäki | 3271,6 | SA. HNM - Otanmäki | 7 | 114 | 36,8 | 19 |
| | | SA. HNM - Kytökoski | 20 | 59,5 | 108,8 | 18,4 |
| | | SA. HNM - Vuottolahti | 13 | 51,8 | 143,1 | 9,1 |

Otanmäkeä syöttävän lähdön taajama-alueen ilmajohto on ensimmäisen erotinaseman jälkeen helikopterioksettua vuonna 2016, jolloin vierimetsäkäsitteltäväksi osuudeksi jäisi Honkamäen sähköaseman ja ensimmäisen erotinaseman välinen johto. Käsiteltävälle osuudelle tulisi pituutta 10,6 kilometriä.

5.2.4 Paljakka

Paljakka sijaitsee Puolangan kunnassa noin 26 kilometriä Puolangalta etelään. Se on laskettelukeskus, jossa on myös ympärivuotista toimintaa.

Paljakan asemakaava-aluetta kytetään syöttämään kahdella johtolähdöllä Paljakan sähköasemalta (kuva 14). Pääsyöttösuuntana on Hoikanvaaran lähtö. Suuria investointeja ei ole tulossa, eikä lähdön kaapelointi ole ajankohtaista.



KUVA 14. Paljakan asemakaava-alueen syötöt

Paljakan asemakaava-aluetta syöttämään pystyvien lähtöjen tiedoista koostettiin taulukko 7.

TAULUKKO 7. Paljakasta kerätyt tiedot. Paljakka on PJK

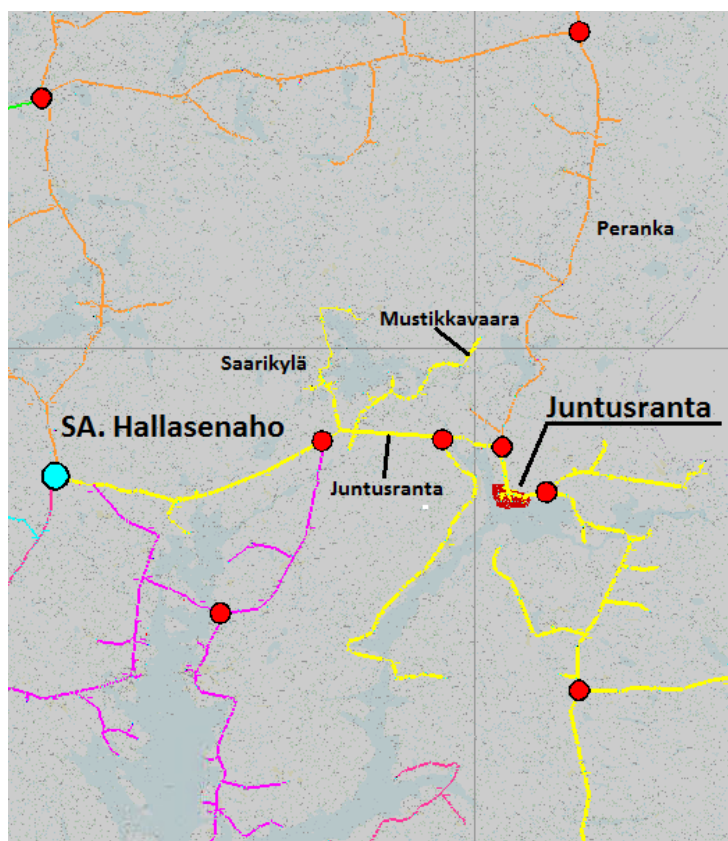
| Asemakaava- alue | Kulutus MWh/a | Lähtö | Puuviat (kpl) v.2004–2015 | Etäisyys tieverkosta (m) ka. | Lähdön pituus (km) | Vika (kpl/100 km) |
|---------------------|------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Paljakka | 2389 | SA. PJK - Hoikanvaara | 3 | 97,5 | 22,2 | 13,5 |
| | | SA. PJK - Lehtojoki | 36 | 80,1 | 199,6 | 18 |

Edellä mainittujen seikkojen takia pääsyöttö tulee olemaan vielä pitkään ilmajohdon varassa, joten vierimetsänkäsittelyllä saataisiin lisättyä ilmajohdon pitoaikaa. Sen vuoksi se on potentiaalinen käsittelykohde, jolla olisi käsiteltävää pituutta 11 kilometriä.

5.2.5 Juntusranta

Juntusranta sijaitsee Suomussalmen kunnassa noin 65 kilometriä Suomussalmelta pohjoiseen.

Juntusrannan asemakaava-aluetta voidaan syöttää Hallasenahon sähköasemalta kahdelta eri lähdöltä, joista pääsyöttölähtönä toimii Juntusrannan lähtö (kuva 15). Syötön alkupää sähköasemalta kulkee osittain tienvarressa ja loputkin ilmajohdosta tullaan uusimaan tienvarteen aina ensimmäiselle erotinasemalle saakka. Sähköverkkoa on uusittu osittain ja Juntusrannan alueen verkko tullaan saaneeraamaan 10 vuoden aikana.



KUVA 15. Juntusrannan asemakaava-alue

Juntusrannan asemakaava-aluetta syöttämään pystyvien lähtöjen tiedoista koostettiin taulukko 8.

TAULUKKO 8. Juntusrannasta kerätyt tiedot. Hallasenaho on HALL

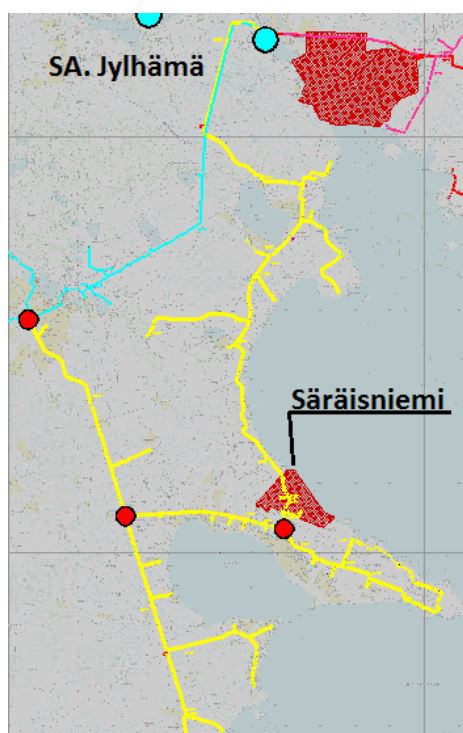
| Asemakaava-alue | Kulutus MWh/a | Lähtö | Puuviat (kpl) v.2004–2015 | Etäisyys tieverkosta (m) ka. | Lähdön pituus (km) | Vika (kpl/100 km) |
|-----------------|---------------|------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------|
| Juntusranta | 902,3 | SA. HALL - Juntusranta | 32 | 68,5 | 280,5 | 11,4 |
| | | SA. HALL - Peranka | 19 | 64,4 | 288,6 | 6,6 |

Juntusrannan alueella on jo ennestään paljon erotinasemia, mutta yksi potentiaalinen paikka uudelle kauko-ohjattavalle erottimelle tai katkaisijalle olisi Mustikkavaaran haara. Pääsyöttölähtö on yksi pisimmistä ja sillä on ollut myös paljon puiden aiheuttamia vikoja, minkä takia se olisi hyvä kohde vierimetsäkäsittelylle. Vierimetsäkäsiteltävää johtoa olisi 41,4 kilometrin matkalta, jos kauko-ohjattava erotin rakennettaisiin haaralle. Ilman erotinta käsiteltävä pituus olisi 51 kilometriä.

5.2.6 Säräisniemi

Säräisniemi sijaitsee Vaalan kunnassa ja on Vaalasta 15 kilometriä etelään. Säräisniemellä on vakituista asutusta sekä leirintäaluetointaa.

Säräisniemen asemakaava-aluetta pystytään syöttämään ainoastaan Jylhämän sähköasemalta, mikä tekee siitä haavoittuvaisen vikatilanteissa (kuva 16). Säräisniemeä syöttävä lähtö on rakentumassa uusiksi lähdön eteläisimmästä päästä kohti sähköasemaa. Jylhämän sähköasemalta tuleva runko on runkoverkkoa ja tulee säilymään samalla paikalla.



KUVA 16. Säräisniemen asemakaava-alueen syöttö

Säräisniemen asemakaava-aluetta syöttävän lähdön tiedoista koostettiin taulukko 9.

Taulukko 9. Säräisniemestä kerätyt tiedot. Jylhämä on JLH2

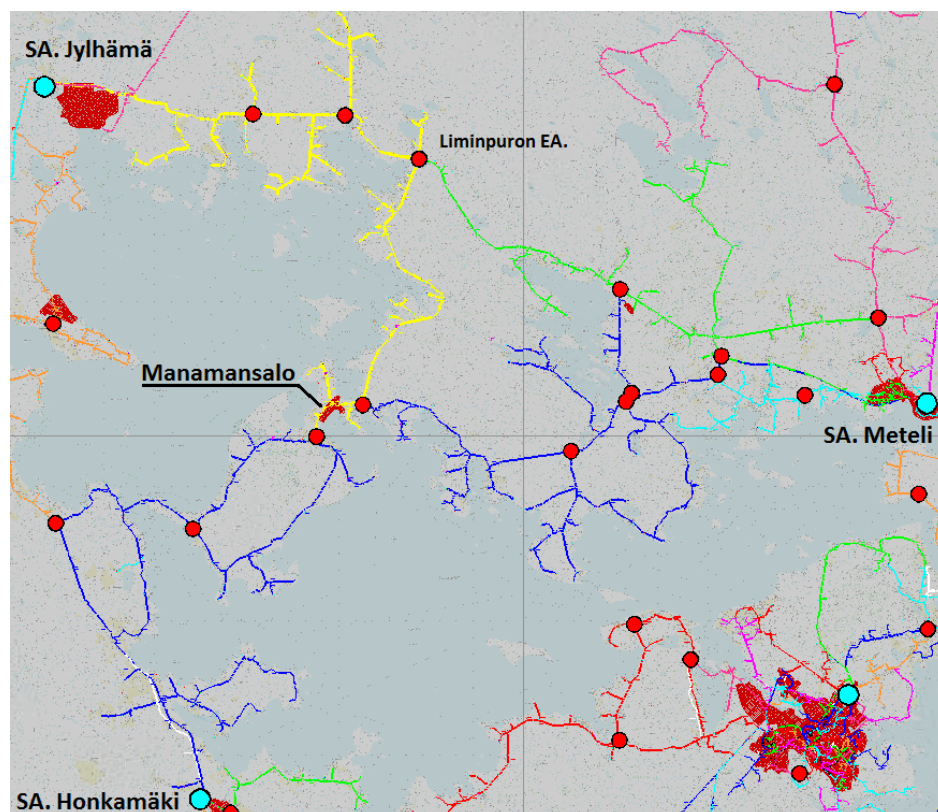
| Asemakaava-alue | Kulutus MWh/a | Lähtö | Puuviat (kpl) v.2004–2015 | Etäisyys tieverkosta (m) ka. | Lähdön pituus (km) | Vika (kpl/100 km) |
|-----------------|---------------|------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------|
| Säräisniemi | 792,6 | SA. JLH2 - Säräisniemi | 10 | 116,6 | 157,6 | 6,3 |

Jylhämän sähköasemalta Säräisniemelle asti yltävälle johto-osuudelle tulisi harkita vierimetsäkäsittelyä. Myös lähdöllä olevat sähköverkon haarat ovat lyhyitä, jolloin ne voitaisiin käsitellä samalla. Johdon sijainti tieverkosta on vertailun kaukaisin. Tässä laajuudessa vierimetsäkäsittelyä tulisi tehtäväksi 31,2 kilometriä. Säräisniemen ja Jylhämän sähköaseman välille voisi lisäksi harkita kauko-ohjattavien erottimien lisäämistä.

5.2.7 Manamansalo

Manamansalo on saari, ja se kuuluu Vaalan kuntaan. Se sijaitsee Vaalasta noin 22 kilometriä kaakkoon. Siellä on pysyvää ja vapaa-ajan asutusta sekä leirintäaluetoimintaa.

Manamansalon asemakaava-aluetta voidaan syöttää kolmelta eri sähköasemalta, joista pääsyötösuunta on Jylhämän sähköasemalta (kuva 17). Pääsyöttölähdön johdon keskimääräinen etäisyys tieverkosta on vertailun suurimpia ja sillä on sattunut paljon puun aiheuttamia vikoja.



KUVA 17. Manamansalon asemakaava-alueen syötöt

Manamansalon asemakaava-alueetta syöttämään pystyvien lähtöjen tiedoista koostettiin taulukko 10.

TAULUKKO 10. Manamansalosta kerätyt tiedot. Jylhämä on JLH2, Meteli on MLI ja Honkamäki on HNM

| Asemakaava-alue | Kulutus MWh/a | Lähtö | Puuviaat (kpl) v.2004–2015 | Etäisyys tieverkosta (m) ka. | Lähdön pituus (km) | Vika (kpl/100 km) |
|-----------------|---------------|--------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------|
| Manamansalo | 489,5 | SA. JLH2 - Paltamo | 36 | 110,3 | 235,7 | 15,3 |
| | | SA. MLI - Kaivanto | 44 | 67,9 | 245,8 | 17,9 |
| | | SA. HNM - Enonkylä | 25 | 77,4 | 226,4 | 11 |

Käsittelemällä johto Liminpuron kauko-ohjatulta erotinasemalta Manamansalon asemakaava-alueelle saataisiin samalla turvattua yksi mahdollinen lisäsyöttösuunta Metelin sähköasemalta.

Tässä tapauksessa vierimetsäkäsitteltävää johtopituutta tulisi 42,3 kilometriä.

5.2.8 Muut asemakaava-alueet

Edellä käsitellyt alueet eivät ole LSV:n verkkovastuualueen ainoat asemakaava-alueet. Tästä analysoinnista on jätetty pois pienemmät ja vähemmän kulutusta omaavat alueet. Seuraavaksi perehdytään asemakaava-alueiden ulkopuolisten ei-asemakaava -alueiden johto-osuuksien analysointiin ja niistä seuranneisiin päätelmiin.

5.3 Ei-asemakaava -alueet

Tarkastellaan asemakaava-alueiden ulkopuolisia alueita, joista on kerätty dataa Trimble NIS:iin. Data kattaa Suomussalmen, Hyrynsalmen, Puolangan ja Paltamon ja Vaalan alueet. Tarkastelu tehdään ainoastaan näitä alueita tutkimalla ja pyritään saamaan tukea tulevaisuudessa tehtäviin vierimetsän käsittelytarpeiden arviointiin, kunnes Kainuun alueita saadaan enemmän kartoitettua.

Vierimetsään liittyvät kerätyt datat oli saatavana myös Excel-tilukoina, joihin oli kerätty jokaisen johtoalkion ID ja paikkakordinaatit, sekä vierimetsäattribuutit. Vierimetsäattribuutteihin kuului lähilehtipuuston tilavuus (%), lähipuuston tilavuus (m³/ha), lähilehtipuuden maksimipituus (m) ja lähimetsäriskiluokitus. Tunnistettuja riskitekijöitä ovat lehtipuut, riukuuntuneet puut, maaperä, tiheässä kasvavat puut, lumen kertyminen, kovat tuulen nopeudet, ukkosena esiintyvät syöksyvirtaukset ja yli 10 metriä korkeat puut, jotka kaatuessaan osuvat ilmajohtoon.

Tässä kappaleessa eri metsäattribuutteja esittelevissä kuvaajissa vaaka-akseli kuvaa analysoitujen johtoalkioiden kappalemääriä, joten siitä ei voi päätellä johtoalkioiden pituuksia.

5.3.1 Metsäaineistojen tarkastelu

Tarkasteltavan metsäaineiston attribuutit kattoivat LSV:n keskijänniteverkosta 1092 kilometriä, kun koko keskijänniteverkon pituus on 7583 kilometriä. Tämä tarkoittaa noin 14 prosentin osuutta.

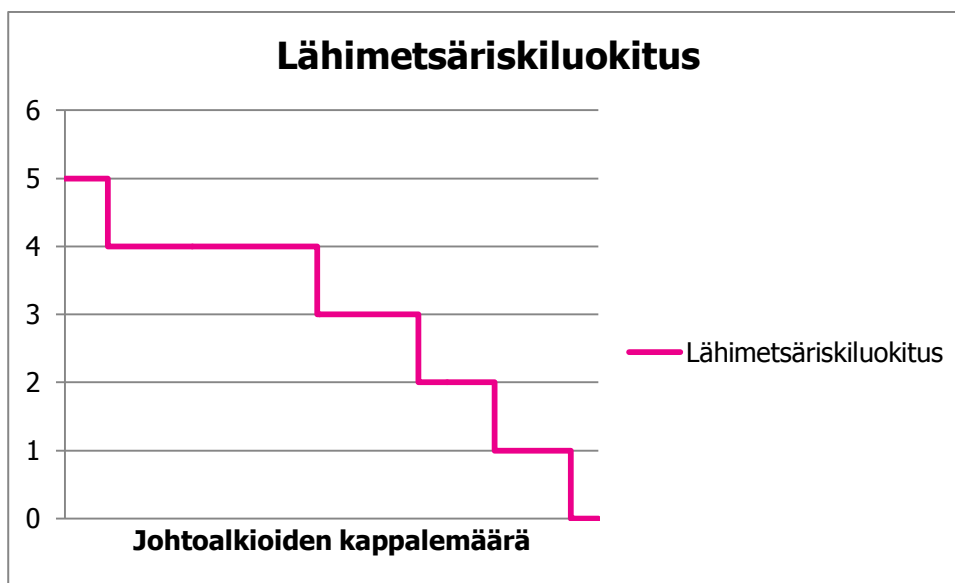
Trimble NIS:in tietokannasta löytyi tietoattribuutti ”ympäristö”, joka kertoi puustotyyppin ja millaisella maalla se sijaitsi. Tämän tiedon hyödyntäminen riskin arvioinnissa on kuitenkin varsin vaikeaa, sillä maaperä vaikuttaa eniten juuri kuusiin, sillä niiden juuret kasvavat lähellä maanpintaa eivätkä ulotu kovin syväälle. Attribuutissa puusto oli jaettu havu-, lehti- ja sekametsiin ja sijaitsivatko ne turve-, kallio- vai kivennäismaalla. Näistä tiedoista ei saada tarpeeksi tarkasti kuvaavaa riskin näyttäjää, sillä tekemällä Finder-kyselyn Trimble NIS:issä suurin osa puustosta sijaitsee turve- ja kivennäismaalla, jotka ovat parempia kasvualustoita puille kuin kallioma.

Lähimetsäriskiluokitus on annettu johtoalkioille luokkina 1 – 5. Mitä korkeampi numero, sitä suurempi riski johtoalkiolla on metsätuholle. Kukin luokka koostuu useista metsätietoattribuuttien yhdistelmistä. Näitä erinäisiä attribuutteja ei saatu suoraan yksittäisinä käyttöön, vaan ne olivat osana lähimetsäriskiluokitusta, joka oli saatu Metsäkeskukselta. Metsäkeskus oli päättänyt käyttämään seuraavia attribuutteja ja niiden arvoja luokkien muodostamiseen.

Tuulituho- ja lumituholuokkien perusteet (Kemppainen 2016-06-14):

- 1. Luokka:
Tähän luokkaan kuuluvilla johtoalkioilla ei ole tarvetta metsäkäsittelyille.
- 2. Luokka:
Johtoalkioilla joiden puiden keskimääräinen pituus on 9 metriä tai lehtipuiden pituus on yli 9 metriä.
- 3. Luokka:
Lehtipuiden pituus on yli 11 metriä ja puiden määrä, eli runkoluku on suurempi kuin 800 kappaletta hehtaarilla.
- 4. Luokka:
Johtoalkiot saavat tämän luokan, jos niiden ensiharvennustarvetilavuus on suurempi kuin 110 kuutiometriä hehtaarilla, joiden runkoluku on suurempi kuin 1300 kappaletta hehtaarilla ja puiden keskimääräinen pituus on välillä 10 – 15 metriä.
Tämän luokituksen saavat myös johtoalkiot, joilla harvennustarvetilavuus on suurempi kuin 145 kuutiometriä hehtaarilla, joiden keskimääräinen pituus on suurempi kuin 15 metriä ja runkoluku on suurempi kuin 650 kappaletta hehtaarilla.
- 5. Luokka:
Johtoalkio saa tämän luokan, kun se täyttää ensin luokan 3 tai 4 vaatimukset ja sen jälkeen sillä todetaan tuulituhoriski, jolloin sähkölinjan ja taimikon väliin jää 10 metriä tai vähemmän reunametsää.

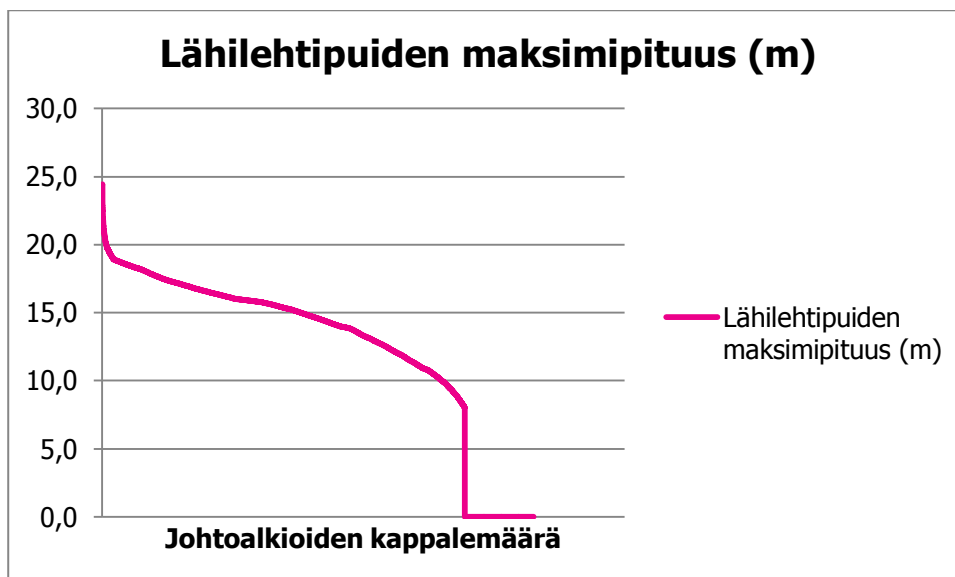
Tarkastelemalla luokkien jakautumista kuvaajasta 1 käy selväksi, etteivät suurimman riskin luokat 4 ja 5 muodosta niin pientä ryhmää, että niille olisi helppo antaa enemmän painoarvoa vierimetsänkäsitteilyssä. Koska nämä luokat käsittävät lähes 50 prosenttia johtoalkioista, ei tämän tiedon perusteella pelkästään voida kohdistaa käsittelyä näille alueille. Tämä attribuutti kuitenkin antaa hyvän lähtökohdan jatkossa tehtäviä tutkimuksia varten, sillä käyttämällä luokkia 4 ja 5 voidaan rajata analysoitavan massan määrää. Samalla sitä voidaan käyttää osana prioriteetti järjestyksen luomista vierimetsänkäsitteilyjen kohdentamiseen, jolloin luokat 4 ja 5 omaavat alkioit saavat korkeamman prioriteetin.



KUVIO 1. Tarkasteltujen alueiden lähimetsäriskiluokitus

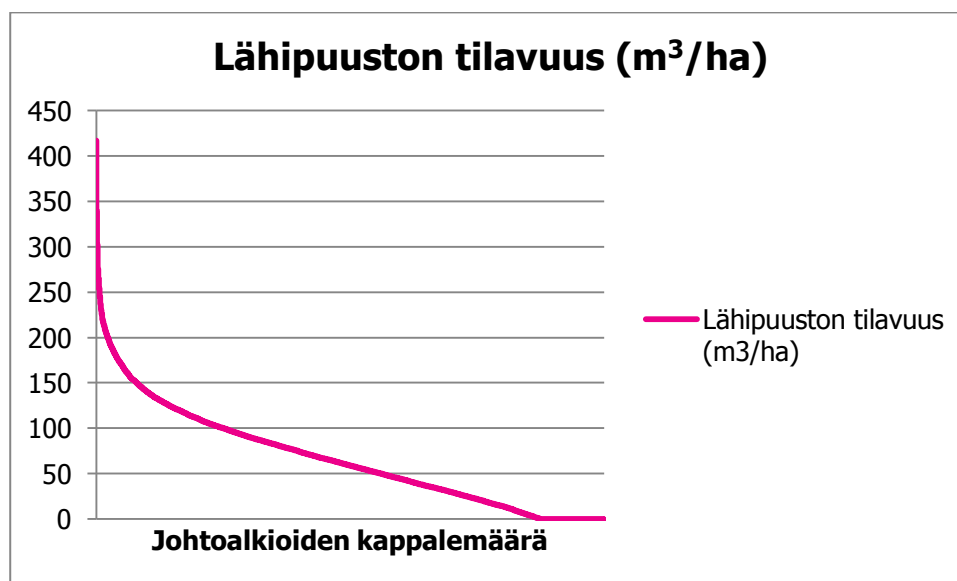
Lähilehtipuiden maksimipituutta tarkasteltiin data-aluekohtaisesti Excelissä. Järjestämällä lähilehtipuiden maksimipituus (m) -attribuutti arvot suurimmasta pienimpään ja tekemällä siitä kuvaaja, voidaan nähdä kuinka puiden pituus alueella jakautuu.

Kuviosta 2 voidaan huomata, kuinka vähän alle 10 metriä pitkiä lehtipuita aineisto käsittää. Käytännössä melkein kaikki johtoalkiot ovat jo tämän riskin vaikutuspiirissä. Tällöin riskin suuruuden arviointi eri johtoalkioiden välillä muuttuu vähemmän merkitseväksi. Tällä attribuutilla voitaisiin poistaa analyysistä kaikki ne johtoalkiot, jotka ovat alle 10 metrisiä, joten ne eivät aiheuta riskiä ilmajohtole. Tätä attribuuttia voidaan käyttää jatkossa analyyseissä, joissa on käytettävänä enemmän johtoalkioita, jolloin näiden alle 10 metriä pitkien johtoalkioiden lukumäärä saattaa olla merkittävämpi.



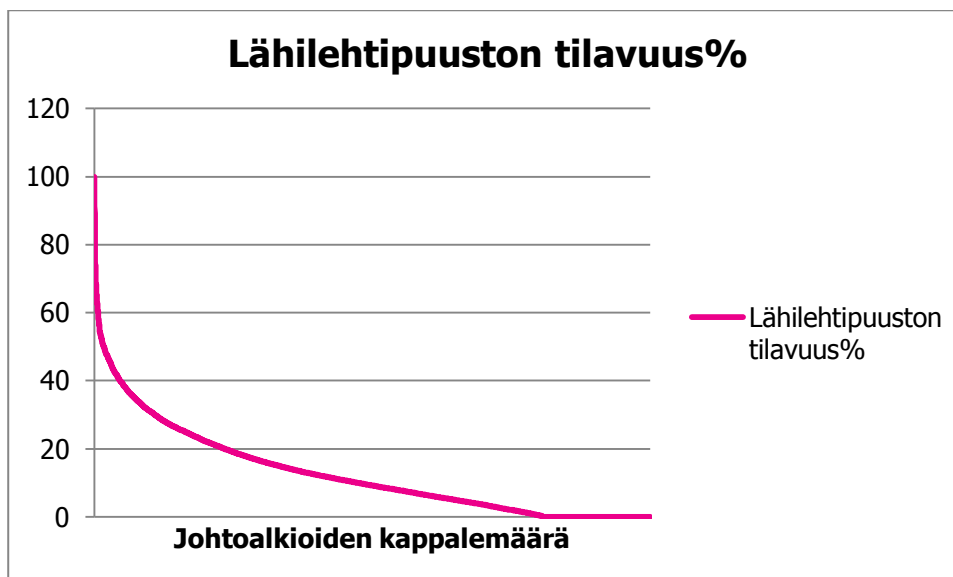
KUVIO 2. Tarkasteltujen alueiden lähilehtipuiden maksimipituus

Lähipuuston tilavuus (m^3/ha) -attribuutista saadaan käsitys, kuinka paljon hehtaarin alalla on puuta (kuvio 3). Tämä tieto yksistään ei auta ymmärtämään, minkä laatuista metsä on. Puut saattavat olla harvassa ja järeitä, puuta on tiuhassa ja ne kasvavat riukumaisina tai jotain siltä väliltä.



KUVIO 3. Tarkasteltujen alueiden lähipuuston tilavuus kuutioina hehtaarille

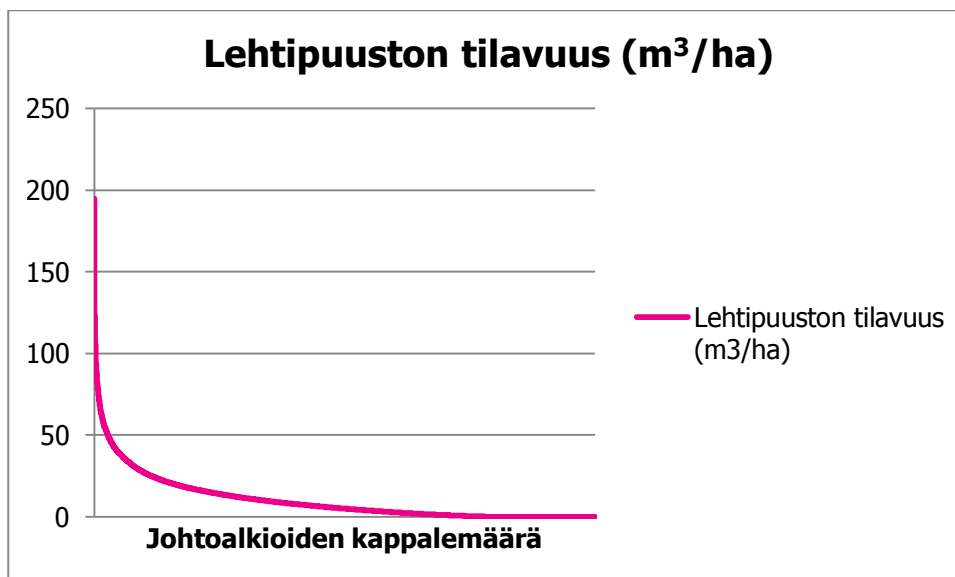
Lähilehtipuuston tilavuus (%) kertoo, kuinka suuri osuus johtoalkion ympärillä olevasta metsästä on lehtipuustoa (kuvio 4). Lehtipuuvaltainen metsä on riskialttiimpaa lumituhojen aiheuttamille sähkökatkoille, mutta tämä tieto ei anna tarkkaa kuvaa siitä, kuinka paljon metsää tai lehtipuita johtoalkiolla on.



KUVIO 4. Tarkasteltujen alueiden lähilehtipuuston tilavuus prosentteina

Pelkästään prosentteina tarkasteltaessa tulisi ensimmäisenä mieleen antaa paljon painoarvoa lähelle sataa prosenttia yltäviin johtoalkioihin. Tällöin kyseessä olisi täysivaltaisesti lehtimetsä, mutta tämä tieto ei kerro minkälaisia puita ja kuinka paljon puustoa johtoalkiolla on. Kuten kuvaajasta voidaan päätellä, on johtokatuksen vierimetsät pääosin havupuista koostuvia ja lehtipuuvaltaiset metsät muodostavat pienen osan tarkasteltavien alueiden metsistä. Tällä tiedolla voitaisiin kuitenkin rajata pois ne johtoalkiot joilla lehtipuustoa ei esiinny ja näin käyttää sitä täydentämään analyysiä. Tätä tietoa käyttämällä on mahdollista etsiä lehtimetsä keskittymiä joissa lehtipuuston osuus on esimerkiksi lähellä sataa prosenttia johtoalkiolla, jolloin näille johtoalkioille voitaisiin kohdistaa yksityiskohtaisempaa tarkastelua.

Jotta päästäisiin käsiksi siihen, kuinka paljon kullakin johtoalkiolla on lehtipuita, laskettiin lähilehtipuuston tilavuus (m^3/ha) käyttämällä lähilehtipuuston tilavuus (%) - ja lähipuuston tilavuus (m^3/ha) - attribuutteja (kuvio 5). Näin päästiin kiinni siihen, paljonko lehtipuita johtoalkiolla on kuutioina hehtaareille. Tämä attribuutti antaa jo paremman kuvan johtoalkion lehtimetsästä, mutta tälläkään ei päästä käsiksi siihen, millaisia lehtipuita alkiolla on. Tällä attribuutilla voisi olla suuri merkitys tehtäessä tarkempia analyysejä, jolloin käytössä olisi erilaisia attribuutteja joilla pystyttäisiin laskemaan arvio lehtipuiden runkomääristä käyttäen apuna tätä attribuuttia.



KUVIO 5. Tarkasteltujen alueiden lähilehtipuuston tilavuus kuutioina hehtaarille

Edellä mainittujen attribuuttien analysoinnissa käytettiin Exceliä, jossa laskettiin kunkin attribuutin arvojen jakautuminen 25 prosenttiin, mediaaniin, 75 prosenttiin, maksimiin ja keskiarvoon (taulukko 11). Tällä tavalla koottua aineistoa oli helppo alkaa seulomaan ja etsimään toimintatapaa, jolla löydetäisiin vierimetsän käsittelyä tarvitsevat johtoalkiot.

TAULUKKO 11. Johtoalkioiden attribuutti arvojen jakautuminen

| | Lehtipuiden maksimi pituus (m) | Lehtipuuston tilavuus (m ³ /ha) | Lehtipuuston tilavuus (%) | Puuston tilavuus (m ³ /ha) |
|---|--------------------------------|--|---------------------------|---------------------------------------|
| 25 % | 10,8 | 0,4 | 2,0 | 21,9 |
| Mediaani | 14,6 | 5,0 | 9,2 | 58,8 |
| 75 % | 16,5 | 14,0 | 19,0 | 100,0 |
| Max | 24,4 | 194,9 | 100,0 | 416,9 |
| Johtoalkioiden attribuuttien ka. | 12,5 | 10,3 | 12,7 | 66,8 |

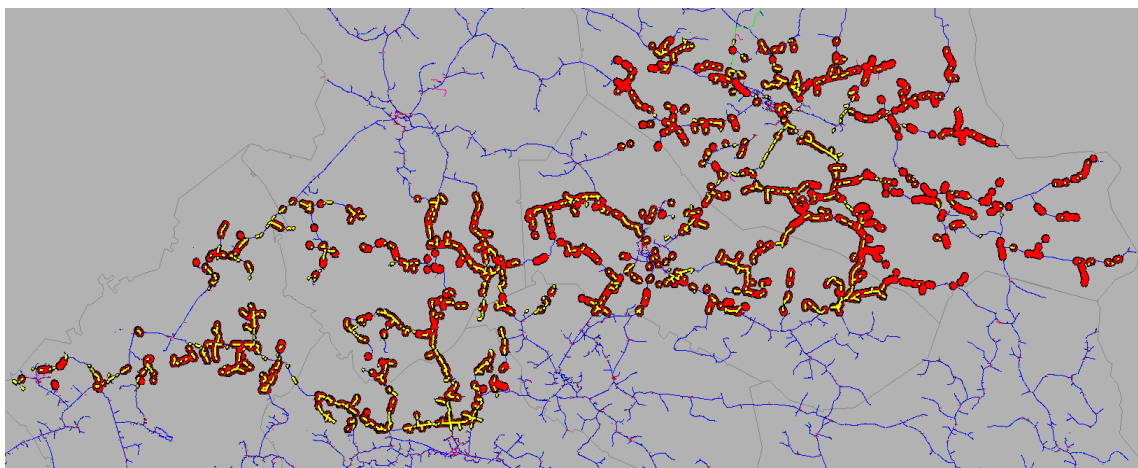
5.3.2 Metsäaineistojen käyttö analyysissä

Kerrostamalla näitä attribuutteja Trimble NIS:ssä Finder työkalulla oli tarkoitus saada näkyvään johtoalkiot, joissa eri attribuutit kohtaisivat ja näin osoittaisivat, missä vierimetsä aiheuttaisi suuremman riskin ilmajohdolle.

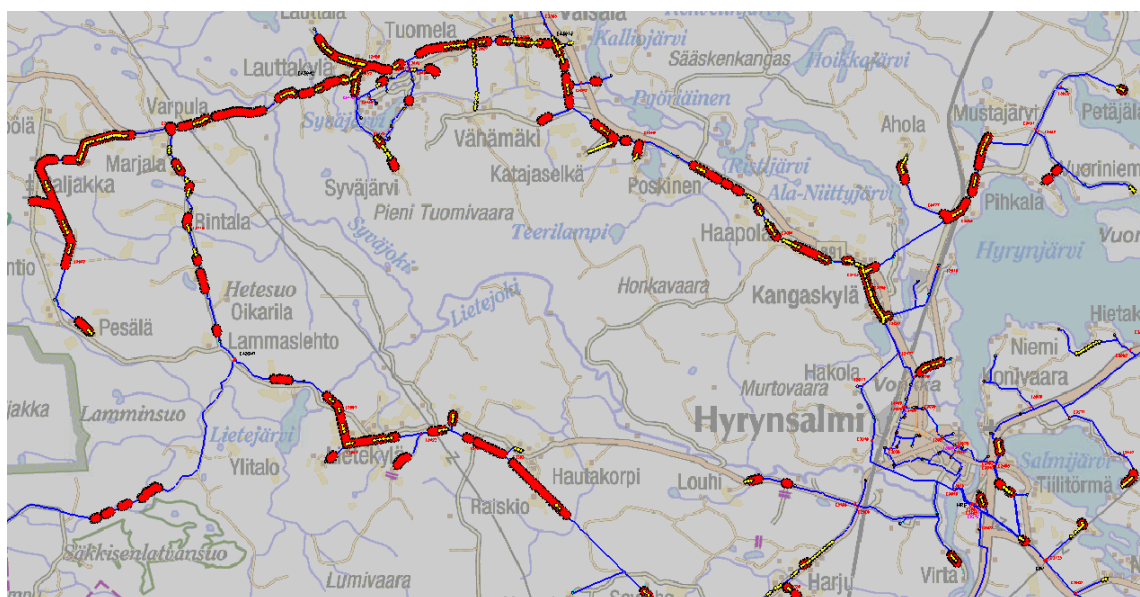
Vertailemalla mitä eri attribuutit kertovat vierimetsän tilasta, valittiin parhaiten sitä kuvaaviksi lehtipuuston tilavuus (m³/ha) ja lehtipuiden maksimipituus (m). Analyysissä valittiin tarkasteltaviksi yli 75 prosentin rajan ylittävät johtoalkiot. Tällä oli tarkoitus hakea suurimman metsäriskin kohteet.

Koska lehtipuuston tilavuutta (m³/ha) ei löytynyt valmiina Trimble NIS:ssä, täytyi tieto muuttaa taikymetritiedostoksi, joka sitten voitiin ladata taustakartan päälle. Lehtipuuston tilavuuden (m³/ha) rajaksi tuli 14 kuutiometriä hehtaarilla ja lehtipuiden maksimipituudeksi 16,5 metriä.

Metsäkeskukselta saatu aineisto, joka näkyy kuvassa 18, käsitti Vaalan, Puolangan, Paltamon, Hyrynsalmen ja Suomussalmen alueet. Lehtipuuston tilavuus näkyy kuvissa 18 ja 19 punaisena ja lehtipuiden maksimipituus keltaisena.



KUVA 18. Lehtipuuston tilavuuden ja maksimipituuden johtoalkiot yli 75 prosentin arvoilla. Punainen kuvaa tilavuus -attribuuttia ja keltainen pituus -attribuuttia.



KUVA 19. Tarkennus attribuuttien kerrostumisesta

Kuvaa 18 tarkasteltaessa huomataan, kuinka paljon tutkitut attribuutit kerrostuvat päällekkäin ja muodostavat alueita, joissa metsän käsittelytarvetta olisi. Kuvasta 19 nähdään attribuuttien kerrostuminen lähempää tarkasteltuna. Pelkästään nojaamalla tähän materiaaliin ei kannata tehdä suunnitelmia vierimetsän käsittelyä tarvitsevista alueista, koska käytettävissä olevia attribuutteja on vähän ja niiden soveltuvuudesta riskin luokitteluun ei ole kokemuksia.

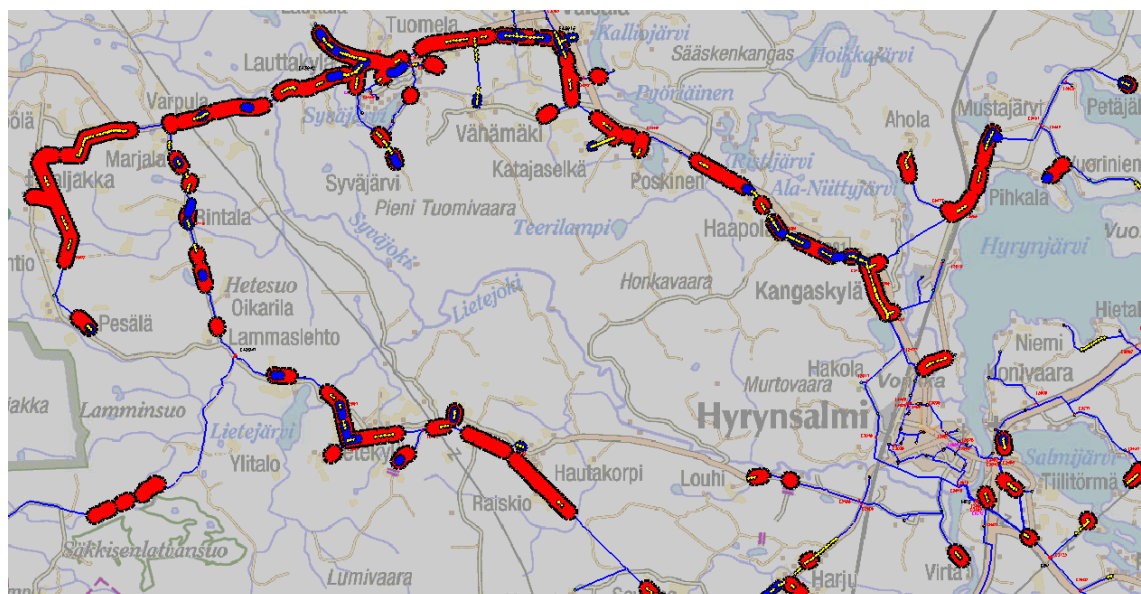
Analyysi rajasi tarkasteltavan aineiston 1092 kilometristä 211 kilometriin, missä vierimetsänkäsittely olisi tarpeen. Tarvittaisiin lisää tietoa ja tutkimusta, kuinka lehtipuuston tilavuus tarkalleen ottaen kasvattaa vierimetsäriskin suuruutta ja voidaanko sitä yleensä käyttää sen arvioinnissa. Lehtipuuston maksimipituus taas antaa vääristyneen kuvan johtoalkion lehtipuiden pituudesta, koska periaattees-

sa yksittäinen pitkä lehtipuu pystyy määrittämään alkion riskin. Näitä attribuutteja voitaisiin käyttää vain vierimetsän käsittelyn päätöksen teon tukena, eikä varsinaisena käsittelypaikkojen osoittajana. Vaikka ei ole selvää kuinka suurta riskiä nämä arvot edustavat, niitä voitaisiin käyttää rajaamaan tarkasteltavien johtoalkioiden määrää tulevissa parempaan tarkkuuteen pyrkivissä analyyseissä.

Analyyysiä voitaisiin parantaa hankkimalla lisää metsädataa Luonnonvarakeskukselta ja soveltamalla sitä samalla tavalla kuin edellä on tehty. Myös tarkemmat ja perustellummat raja-arvot parantavat analyysin osuvuutta. Analyysiä tukevia dataa voisivat olla puuston keskiläpimitta (cm), puuston keskipituus (dm) ja puuston pohjapinta-ala (m²/ha). Esimerkiksi jakamalla puuston pohjapinta-alan keskiläpimitalla saataisiin arvio runkoluvusta hehtaarilla. Pelkästään käyttämällä edellä mainittuja dataa voitaisiin saada suuntia, ovatko puut riukumaisia ja kuinka tiheäkasvuista metsä on, joka taas tukee käsitystä riukumaisina kasvavista puista.

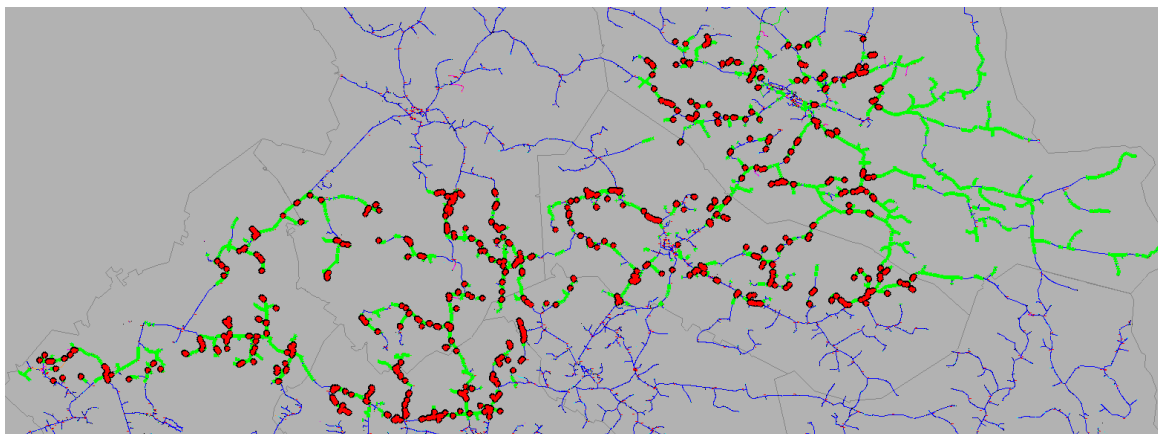
Lataamalla metsäriskiluokituksen luokat 4 ja 5, jotka muodostavat yli 75 prosentin osuuden luokituksen saaneista johtoalkioista ja kerrostamalla sen aikaisemman analyysin kanssa, vertailtiin kuinka näiden muodostamat alueet poikkesivat toisistaan.

Kuvassa 20 metsäriskiluokitusta osoittavat johtoalkiot ovat väriltään siniset. Metsäriskiluokitus antaa tarkemman kuvan käsittelyä vaativista alueista, kuten nähdään kuvasta 20, jossa osassa johtoalkioista aikaisempi analyysi näyttää käsittelyn tarvetta ja metsäriskiluokitus ei. Tällä yhdistelmällä saadaan parempaan tarkkuuteen pystyvä analyysi, jota voidaan käyttää pohjana uusien analyysien suunnitteluun, kun käytössä on enemmän erilaisia metsäattribuutteja.



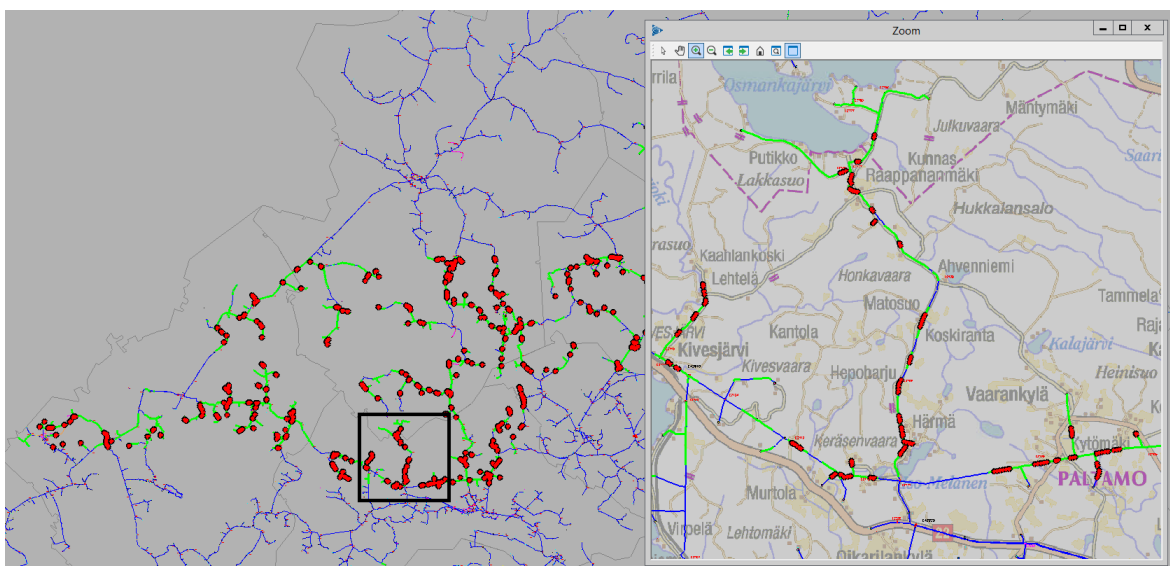
KUVA 20. Metsäriskiluokituksen luokat neljä ja viisi saaneet johtoalkiot ovat sinisiä

Vaikka metsäriskiluokitukset 4 ja 5 antavat tarkemman kuvan käsittelyn tarpeesta, ovat niiden merkkeamat alkiot hajallaan (kuva 21) ja niitä on paljon verrattuna pienempiin metsäriskiluokkiin. Kuvassa voidaan nähdä punaisia pistekeskittymiä, jotka kertovat tarpeesta kohdistaa käsittelyä johdolle.



KUVA 21. Metsäriskiluokitus. Luokat 0 - 3 vihreällä ja 4 - 5 punaisella

Kuitenkin tarkentamalla näihin keskittymiin nähdään, kuinka vähän korkean riskiluokan omaavia johtoalkioita tarkastellulla johdolla on (kuva 22). Parhaimman suuntaa antavan käsityksen tällä attribuutilla saa, kun etsii potentiaalisia käsittelykohteita tarkastelemalla aineistoa kauempaa.



KUVA 22. Tarkennettu kuva keskittymästä. Oikeanpuoleinen kuva tarkennus mustan neliön rajaa- malta alueelta

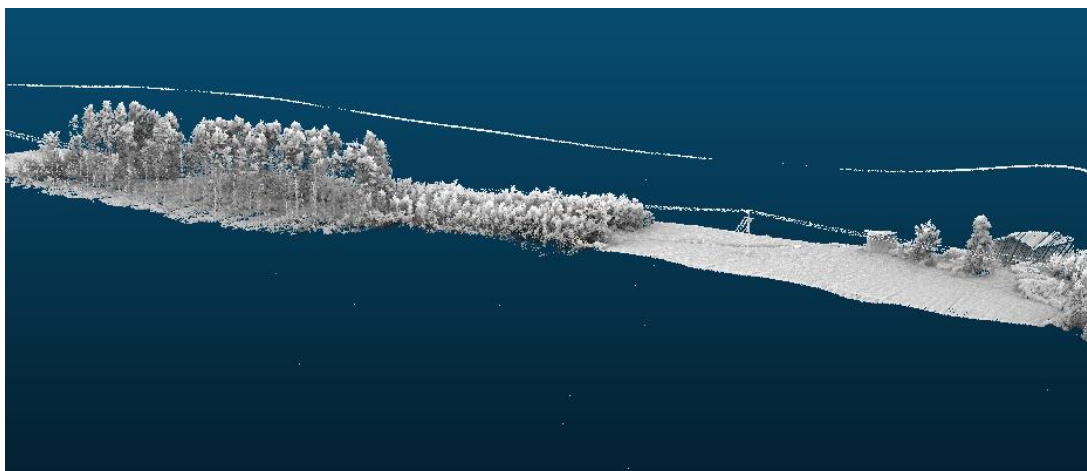
Käytettävissä olleista Metsäkeskuksen metsäattribuuteista ei pystytä tekemään luotettavaa analyysityökalua vierimetsänkäsittelyjen kohdistamiseen johto-osuuksille haja-asutusalueilla. Saatuja tuloksia voidaan käyttää apuna rajaamaan tarkasteltavia johtoalkioita suunniteltaessa tarkempia analyysejä ja tukemassa päätöstä kohdistaa vierimetsänkäsittelyjä johto-osuuksille. Seuraavaksi käsitellään työstä saadut tulokset.

6 TULOKSET

Asemakaava-alueita päädyttiin tarkastelemaan topologiallisella menettelyllä, jolloin ne laitettiin prioriteettijärjestykseen ja merkittävimmäksi tiedoksi valittiin alueen sähkönkulutus. Todettiin tämän hetkisten Metsäkeskukselta saatujen aineistojen olevan huonosti soveltuvia asemakaava-alueiden tarkasteluun aineiston vähyydestä johtuen. Kartoittamalla asemakaava-alueiden pääsyöttlähtöjen pituuksia, saatiin niiden mitaksi 1045 kilometriä. Analysoinnilla lopulliseksi käsiteltäväksi pituudeksi tuli noin 160 kilometriä. Jos ehdotetut kauko-ohjattavat erottimet rakennettaisiin, olisi käsiteltävää pituutta noin 150 kilometriä.

Asemakaava-alueiden ulkopuolisien alueiden tarkasteluun käytetty aineisto kattoi 1092 kilometriä koko keskijänniteverkosta, jolla on mittaa 7583 kilometriä, eli siis noin 14 prosenttia. Tämän aineiston pohjalta pyrittiin löytämään koko verkkoon soveltuva analyysityökalu, jolla pystyttäisiin metsäriskiä arvioimaan. Käytävissä olleista tiedoista pyrittiin löytämään metsäriskiä parhaiten kuvaavat attribuutit, mutta todettiin, että luotettavaa analyysiä ei pystytty tekemään. Analyysin pohjalta voidaan kuitenkin arvioida miten suureen osaan verkkoa vierimetsänkäsittelyä tarvitsisi tehdä. Analyysin tarkkuutta voitaisiin parantaa hankkimalla lisää metsä dataa Luonnonvarakeskukselta, esimerkiksi puuston keskiläpimitta (cm), puuston keskipituus (dm) ja puuston pohjapinta-ala (m²/ha). Lisäaineistojen avulla voitaisiin jatkossa verkkotietojärjestelmästä löytää sellaiset johtoalkiot, joille olisi syytä esimerkiksi tehdä laserkeilaus tarkempaa metsäriskin analysointia varten.

Asemakaava-alueilta saaduista tuloksista todettiin olevan tarvetta tarkasteltujen johtokatuja laserkeilaukseen, minkä tuloksena päädyttiin teettämään helikopterilla laserkeilauslentoja kesän 2016 aikana noin 270 kilometrille, joihin kuuluu myös joitain asemakaava-alueiden ulkopuolisia alueita. Näiden laserkeilausaineistojen sekä mahdollisten 3D-ohjelmistojen avulla on tarkoitus jatkossa tarkentaa vierimetsien käsittelymallia LSV:ssa. Laserkeilatusta pistepilvikuvasta (kuva 23) voidaan erottaa sähköjohdin ja sitä reunustavat puut tarkasti, jolloin voidaan nähdä ovatko puut havupuita vai lehtipuita ja miten umpeenkasvanut johtokatu on.



Kuva 23. Flyspect-järjestelmällä muodostettu laserkeilattu pistepilvikuva (Laitinen 2016-08-14).

Seuraavassa luvussa on tehty yhteenveto tämän opinnäytetyön sisällöstä.

7 YHTEENVETO

Sähkömarkkinalakiin tullut muutos vuonna 2013 määräsi sähköverkkoyhtiöitä parantamaan sähköjakeluverkon toimitusvarmuutta asettamalla aikarajat, joita sähkökatko ei saisi ylittää tuulen, myrskyn ja lumikuorman seurauksena. Verkkoyhtiöiden täytyi tehdä sähköjakeluverkon kehittämissuunnitelma, josta kävi ilmi millaisilla strategisilla toimintatavoilla kukin verkkoyhtiö tulee pääsemään näihin tavoitteisiin. Normaaleihin ilmajohtoverkon kunnossapitotoimiin kuuluvat johtokadun raivaaminen ja oksiminen säännöllisesti. Samaisessa määräyksessä sähkömarkkinalaki antoi verkonhaltijoille paremmat mahdollisuudet hyödyntää vierimetsänkäsittelytoimenpidettä. Vierimetsän käsittely on vielä kohtalaisen uusi ja vähän käytetty metsänhoidollinen toimenpide, jonka vuoksi sen vaikutuksista ja kohdistamisesta oikeille johto-osuuksille ei ole paljoa kokemusta.

Vierimetsänkäsittely ei ole aikaisemmin ollut LSV:llä suunnitelmallista. Kahden pilottihankkeen avulla on tarkoitus tuoda tämä toimintamalli osaksi LSV:n kunnossapito- ja investointitoimintaa. Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli löytää tapoja analysoida johtokadun viereisen metsän aiheuttamia riskejä ja joilla voitaisiin arvioida minne käsittelyjä tulisi kohdentaa. Koska sähkömarkkinalaki asettaa eri aikarajat asemakaavoitetuille alueille ja niiden ulkopuolisille alueille, analysoitiin vierimetsän käsittelytarve molemmille erikseen.

Asemakaava-alueiden analysoinnissa tarkastellut alueet päädyttiin laittamaan prioriteettijärjestykseen alueen vuosittaisen sähkönkulutuksen mukaan, jolloin suurimman sähkönkulutuksen alue oli järjestyksessä ensimmäisenä. Asemakaava-aluetta syöttävien lähtöjen vertailuun käytettiin tietoja niiden etäisyydestä tieverkkoon, lähdön pituutta, puiden aiheuttamia vikoja ja verkostopäälliköiden vastuualueiltaan tekemiä havaintoja. Edellä mainittuja tietoja hyödyntämällä saatiin rajattua realistinen määrä keskijänniteverkkoa, jonne vierimetsäkäsittelyä voitaisiin kohdistaa ja samalla huomattiin potentiaalisia kohteita, minne sijoittaa kauko-ohjattavia erottimia sähköntoimitusvarmuuden parantamiseksi.

Asemakaava-alueiden ulkopuolisten alueiden analysointi tehtiin käyttämällä Metsäkeskukselta saatua metsää kuvaavia tietoja. Tämä metsäaineisto kattoi noin 14 prosenttia LSV:n keskijänniteverkosta. Näiden aineistojen hyödyllisyyttä tutkittiin käyttämällä Trimble NIS -verkkotietojärjestelmää, jossa aineiston jakautumista keskijänniteverkossa voitiin tarkastella. Tässä analysoinnissa käytetyistä metsätiedoista hyödyllisin todettiin olevan metsäriskiluokitus, jota voitaisiin käyttää tukemassa päätöksiä vierimetsänkäsittelyn kohdistamisessa. Jotta vierimetsän laadun arviointi onnistuisi käytettävissä olevilla aineistoilla, tarvittaisiin Metsäkeskukselta näiden lisäksi lisää erilaisia metsäaineistoja.

Tehtäessä päätöstä vierimetsänkäsittelystä on otettava huomioon käsiteltävän johtokadun johdon ikä ja sille suunnitellut tulevat investoinnit, jotta saataisiin maksimaalinen pitoajallinen hyöty suoritetusta vierimetsäkäsittelystä. Ja haluttaessa tarkentaa analyysiä, tarvittaisiin yksityiskohtaisempaa tietoa ja ymmärrystä metsien toimintafysiikasta, sekä metsissä vaikuttavista syy-seuraussuhteista. Analyysiä voidaan parantaa myös tekemällä tarkemmin valikoituja laserkeilauksia johtokaduille ja käyttämällä niistä saatua aineistoa 3D-ohjelmistoissa vierimetsän tilan arviointiin.

8 LÄHTEET

ENERGIATEOLLISUUS, 2011a. Sähkötutkimuspoolin tutkimusraportit: Sähkölínjan reunapuiden koneellinen oksinta ilmajohdon läheisyydessä työhön erityisesti suunnitellulla laitteistolla – käytön johtajan ohje, Ohje: 3.7.18. Saatavissa:

http://energia.fi/sites/default/files/ohje_koneelliseen_oksintaan_kaytonjohtajat.pdf

ENERGIATEOLLISUUS, 2011b. Sähkötutkimuspoolin tutkimusraportit: Ohje koneelliseen oksintaan sekä puun poistoon sähkölínjoilta_Työmenetelmät, Työmenetelmäohje: T4-140-4. Saatavissa:

http://energia.fi/sites/default/files/ohje_koneelliseen_oksintaan_tyomenetelmat.pdf

ENERGIATEOLLISUUS, 2011c. Johtoalueiden vierimetsien hoito. Saatavissa:

http://energia.fi/sites/default/files/Johtoalueiden_vierimetsien_hoito_opas.pdf

ENERGIIVIRASTO, Määräys sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelmasta 2014. Dnro 823/002/2013. Saatavissa:

<https://www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/Energiaviraston+m%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ys+s%C3%A4hk%C3%B6jakeluverkon+kehitt%C3%A4missuunnitelmasta2.pdf/6e6e4d2b-863d-4fc5-bb73-ab55d2594918>

ENERGIIVIRASTO, Sähköverkkoliiketoiminnan kehitys, sähköverkon toimitusvarmuus ja valvonnan vaikuttavuus 2015. 2389/402/2015 Luku 4.3. Saatavissa:

https://www.energiavirasto.fi/documents/10191/0/S%C3%A4hk%C3%B6verkkoliiketoiminnan+kehitys+s%C3%A4hk%C3%B6verkon+toimitusvarmuus+ja+valvonnan+vaikuttavuus+2015_2389_402_2015.pdf/65e3a7e5-39d8-4dc8-a055-dfe1707fc1f6

KEMPPAINEN, Harri 2016-06-14. Sähköverkon vierimetsien hoito –Attribuuttitiedot [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Kilpeläinen Kimmo.

KILPELÄINEN, Kimmo 2016-03-31. Moto-oksintaa [digikuva]. Sijainti: Kajaani: Tekijän sähköiset kokoelmat

KILPELÄINEN, Kimmo 2016-04-04. Helikopterioksintaa [digikuva]. Sijainti: Kajaani: Tekijän sähköiset kokoelmat

LAITINEN, Sami 2016-08-14. Comtiki Oy, Flyspect laserkeilaus [digikuva]. Sijainti: Comtiki Oy: Tekijän sähköiset kokoelmat

LOISTE SÄHKÖVERKKO OY, Johtoalueiden raivaus, työkohtainen selostus. Yrityksen sisäinen materiaali.

LSV 2014. Loiste Sähköverkko Oy:n sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelma. Yrityksen sisäinen materiaali.

LSV 2016. Loiste Sähköverkko Oy:n sisäinen materiaali. Ei saatavissa.

MERTECHEV, R. 2011. Linjanraivaussahan konstruktio – 3D-mallinnus ja lujuuslaskenta. Opinnäyte-työ. Tampere. Tampereen ammattikorkeakoulu, Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. 59 s. Saatavissa:

<http://publications.theseus.fi/handle/10024/26865>

MUOKATTU SFS 6002 SÄHKÖTURVALLISUUSSTANDARDIN KUVASTA. Kunnossapitotyön lopetus. SFS 6002 Luku 7.6 s.40. Kuva 1. Vahvistettu 2015-03-16. 3.painos. Helsinki: Suomen Standardisoi-misliitto.

ONNETTOMUUSTUTKINTAKESKUS. (2008). Lento-onnettomuus Kangasniemellä 8.11.2007. Tutkin-taselostus. Helsinki. 27 s. Saatavissa:

http://www.turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/sv/ilmailuonnetto-muukscientutkinta/2007/c82007l_tutkintaselostus/c82007l_tutkintaselostus.pdf

ONNETTOMUUSTUTKINTAKESKUS. (2013b). Helikopterin lento-onnettomuus sahauslennolla Tampe-reen Teiskossa 10.1.2013. Tutkintaselostus. Helsinki. 20 s. Saatavissa:

http://turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/fi/ilmailuonnettomuuk-sientutkinta/2013/l2013-01_tutkintaselostus/l2013-01_tutkintaselostus.pdf

RISTO RANTA, HANNU NIEMELÄ, 2013. Keskijännitteisten ilmajohtojen vierimetsien hoidon kehittä-minen. Saatavissa:

http://energia.fi/sites/default/files/dokumentit/ajankohtaista/Tapahtumat/2013/ST-pooli/esitys_ranta.pdf

SENER 1992. Verkostosuositus RJ 21:92 – Ilmajohtojen johtoalueet.

SÄHKÖMARKKINALAKI. 588/9.8.2013. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2016-4-12] Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130588?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=s%C3%A4hk%C3%B6markkinalaki>

SÄHKÖTYÖTURVALLISUUS 2015a. Ohjeita eri työskentelykäytännöissä sovellettavista etäisyyksistä. SFS 6002 Liite A Luku A.2 s.41. Vahvistettu 2015-03-16. 3.painos. Helsinki: Suomen Standardisoi-misliitto.

SÄHKÖTYÖTURVALLISUUS 2015b. Työskentely jännitteisten osien läheisyydessä. SFS 6002 Liite Z Luku Z.2.1 s.67. Vahvistettu 2015-03-16. 3.painos. Helsinki: Suomen Standardisoi-misliitto.

SÄHKÖTYÖTURVALLISUUS 2015c. Jännitetyön tekeminen. SFS 6002 Liite Y Luku Y.1 s.59. Vahvistettu 2015-03-16. 3.painos. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

SÄHKÖTYÖTURVALLISUUS SFS 6002 Liite Y Luku Y.1 s.59

SÄHKÖTYÖTURVALLISUUS SFS 6002 Liite Z Luku Z.2.1 s.67

TAPIO, 2013a, Keskijännitteisten sähkölinjojen vierimetsien määrä ja ominaisuudet

TAPIO, 2013b, Puuston aiheuttamat riskit sähkön jakelun toimintavarmuudelle ja metsänhoidon mahdollisuudet riskien vähentämiseen

TYÖTURVALLISUUSKESKUS, 2013. Työturvallisuusohje STO 3/2009 Työsuojelu sähköaloilla, Verkostotyöt. Saatavissa:

http://www.tyoturva.fi/files/2966/STO3_Verkostotyot.pdf