



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Mikael Fransman

Sähkönjakeluverkon analyysipohjainen kunnossapitosuunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

6.5.2020

Tekijä Otsikko	Mikael Fransman Sähkönjakeluverkon analyysipohjainen kunnossapitosuunnitelu
Sivumäärä Aika	25 sivua + 1 liitettä 6.5.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Johtaja ja perustaja Toni Seppänen Lehtori Tuomo Heikkinen
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Insplan Oy:lle. Opinnäytetyön tarkoitus oli tutkia, mitkä asiat vaikuttavat verkkoyhtiöiden tekemiin jakeluverkkonsa saneerauspäätöksiin ja miten laajentaa Insplan Oy:n tarjoamaa kuntotarkastuspalvelua.</p> <p>Työ aloitettiin haastattelemalla yhteistyökumppaneitamme ja selvittämällä eri verkkoyhtiöiden toimintatapoja ja tarpeita, jonka jälkeen tutustuttiin sähköverkon kunnossapidon teoriaan, olemassaoleviin sähkönsiirtolaitteistoa koskeviin lakeihin ja standardeihin sekä Power Grid -verkkotietojärjestelmän käyttöön.</p> <p>Opinnäytetyön tavoite oli laatia toimintamalli, joka palvelee verkkoyhtiötä kunnonhallintaprosessissa käsittäen kuntotarkastukset, analyysit, tulevien saneeraushankkeiden oikeanaikaisen toteutusajankohdan ja laajuuden sekä saneerattavien alueiden suunnittelmisen ja rakennuttamisen.</p>	
Avainsanat	Jakeluverkko, Analyysi, Kunnossapito, Kuntotarkastus.

Author Title Number of Pages Date	Mikael Fransman Analysis Based Maintenance Planning of the Electricity Distribution Network 25 pages + 1 appendix 6 May 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Toni Seppänen, Director and Founder Tuomo Heikkinen, Senior Lecturer
<p>This thesis work was commissioned by Insplan Oy. The purpose of the thesis work was to research which factors are the most relevant for making decisions about the redevelopment of distribution networks and to expand Insplan Oy's field of inspection concerning the condition of the power distribution grid.</p> <p>The work started by interviewing Insplan business companions and by sorting out different electrical distribution companies' needs and modes of operations. The work continued with the exploration of the theory of electricity network maintenance, the laws and standards that affect electricity distribution equipment and the use of the Power Grid network information system.</p> <p>The aim of this thesis work was to elaborate an operating model that serves the electrical distribution companies. The result is a model that includes inspection of the condition of the power distribution grid, analysis, right timing and extent of future redevelopments of the power distribution grid. It also deals with the planning and construction of areas to be renovated.</p>	
Keywords	Distribution network, Analysis, Maintenance, Inspection.

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Lait ja säädökset	2
2.1	Sähköturvallisuuslaki	2
2.2	Sähkömarkkinalaki	3
3	Jakeluverkon kunnossapito	5
3.1	Kuntotarkastus	6
3.2	Prosessikuvaus	6
3.3	Jakeluverkon kuntotietoja	7
3.4	Maastotarkastukset	8
3.5	Kuntoluokitukset	10
3.6	Lentotarkastukset	12
3.7	Verkostolaskentaa	12
3.8	Etäluettavat sähkömittarit	14
3.9	Asiakaspalaute	15
4	Analyysi	15
4.1	Sähkötekniinen analyysi	16
4.2	Verkon laskenta	17
4.3	Tarkastustulosten analyysi	20
5	Pohdintaa	24
	Lähteet	25

Liite 1. Esimerkki PJ-pylvään tarkastuslomakkeesta PowerGrid-verkkotietojärjestelmässä.

1 Johdanto

Sähkö on tärkeä osa yhteiskuntaamme ja mahdollistaa modernin yhteiskunnan toiminnan. Sähköä tuotetaan voimalaitoksissa ja se kuljetetaan siirtoverkoilla ja jakeluverkoilla sähkökäyttäjille. Hyvän sähkön laadun perusta on hyvin suunniteltu ja toteutettu kunnossapito.

Tämä opinnäytetyö tehtiin Insplan Oy:lle käytettäväksi osana kuntotarkastusprosessia. Opinnäytetyön aihe valittiin syksyllä 2019 yhdessä Insplan Oy:n perustajien kanssa, kun halusimme kehittää kuntotarkastuspalveluamme kattavammaksi. Työ rajattiin koskemaan kuntotarkastusten ja suunnittelun välissä tapahtuvaan prosessiin. Työssä perehdytään jakeluverkon kuntotarkastuksiin, tarkastuslaadun tärkeyteen ja analyysin tekemiseen.

Insplan on energia- ja infrastruktuurialan projektinjohtotalo ja tilaajan edunvalvoja, joka on perustettu vuoden 2015 alussa. Insplan toimii koko Suomen alueella. Kiinteät toimipisteet sijaitsevat Porvoossa, Helsingissä, Imatralla, Joensuussa, Seinäjoella, Turussa ja Kuusamossa. Lisäksi Insplanilla on henkilöedustusta Tampereella, Jyväskylässä, Lappeenrannassa, Hollolassa, Suonenjoella ja Kouvolassa. Yritys työllistää tällä hetkellä noin 50 asiantuntijaa.

Insplanin perustajat ovat toimineet useita vuosia energia-alan yrityksissä johtotehtävissä. Heillä on laaja kokemus erilaisista projekteista. Tilaajan tarpeiden tunteminen ja palveluiden laadukas tuottaminen ovat Insplanille tuttua.

Insplan Oy:n toiminta perustuu kolmeen eri liiketoiminta-alueeseen, jotka ovat

- sähköverkko
- tietoliikenneverkko
- valaistusverkko.

2 Lait ja säädökset

2.1 Sähköturvallisuuslaki

Sähkönjakeluverkot kuuluvat sähkölaitteistoluokkaan 3 c, eli verkonhaltijan jakelu- ja siirtoverkko sekä muu vastaava verkko, jolloin seuraavia vaatimuksia on noudatettava.

Sähköturvallisuuslaki määrittelee, että sähkölaitteiston haltija on vastuussa laitteiston turvallisuudesta, sen ylläpitämiseksi tarvittavasta kunnossapidosta ja siitä, että laitteisto täyttää tämän lain vaatimukset. Sähkölaitteiston haltija on huolehdittava siitä, että laitteiston kuntoa ja turvallisuutta tarkkaillaan ja että havaitut puutteet ja viat poistetaan riittävän nopeasti. (Sähköturvallisuuslaki 1135 2016: §47.)

Sähköturvallisuuslain mukaan sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että luokien 2 ja 3 sähkölaitteistolle laaditaan sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Sähkölaitteiston haltija vastaa siitä, että kunnossapito-ohjelmaa noudatetaan. Kunnossapito-ohjelmaa laadittaessa tulee ottaa huomioon sähkölaitteiston käyttöympäristöstä aiheutuvat tarpeet. (Sähköturvallisuuslaki 1135 2016: §48.)

Kunnossapito-ohjelmaan sisällytetään myös haltijalle kuuluvat tarkastukset ja tarkistukset, joita sähkölaitteistojen vaatimustenmukaisuuden valvonta edellyttää. Ohjelmaan sisällytetään kunnossapitoon kuuluvina mm. seuraavaa niihin kuuluvine huolto-, kunnossapito- ja korjaustöineen:

Riittävä sähköturvallisuuden edellyttämä kunnon ja vikojen valvonta

Perussuojaus ja mekaaninen suojaus

Vikasuojaus (suojalaitteiden asetteluarvot)

Toimenpiteet palo- ja räjähdysvaaran ehkäisemiseksi

Ilmajohtojen turvaetäisyyden, vapaa johtoaukea ja kiipeämisen esto

Sähköpylväiden kunto ja lahoisuustarkastus

Sähkötilojen lukitukset, niihin pääsy ja varoituskilvet

Maadoitukset ja potentiaalintasaukset. (Tukes ohje 16-2017: 3.)

Luokan 3 sähkölaitteistolle määräaikaistarkastus on tehtävä viiden vuoden välein. Sähkölaitteiston haltijan tulee huolehtia laitteiston määräaikaistarkastuksesta. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016: §49.)

Määräaikaistarkastuksessa tulee riittävässä laajuudessa pistokokein tai muulla soveltuvalla tavalla varmistua siitä, että:

1) sähkölaitteiston käyttö on turvallista, kunnossapito on riittävää turvallisuuden ylläpitämiseksi ja laitteistolle on tehty kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet;

2) sähkölaitteiston käyttöön ja hoitoon tarvittavat välineet, piirustukset, kaaviot ja ohjeet ovat käytettävissä;

3) sähkölaitteiston laajennus- ja muutostöistä on asianmukaiset tarkastuspöytäkirjat.

Määräaikaistarkastuksen voi tehdä 75 §:ssä tarkoitettu valtuutettu laitos tai valtuutettu tarkastaja. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016: 50§.)

2.2 Sähkömarkkinalaki

Jakeluverkko on suunniteltava ja rakennettava, ja sitä on ylläpidettävä siten, että:

1) verkko täyttää järjestelmävastaavan kantaverkonhaltijan asettamat verkon käyttövarmuutta ja luotettavuutta koskevat vaatimukset;

2) jakeluverkon vioittuminen myrskyn tai lumikuorman seurauksena ei aiheuta asemakaava-alueella verkon käyttäjälle yli 6 tuntia kestävää sähkönjakelun keskeytystä;

3) jakeluverkon vioittuminen myrskyn tai lumikuorman seurauksena ei aiheuta muulla kuin 2 kohdassa tarkoitettulla alueella verkon käyttäjälle yli 36 tuntia kestävä sähkönjakelun keskeytystä.

Jakeluverkonhaltija voi määrittää käyttöpaikkaan sovellettavan tavoitetason 1 momentin 3 kohdasta poiketen paikallisten olosuhteiden mukaisesti, jos:

1) käyttöpaikka sijaitsee saarella, johon ei ole siltaa tai vastaavaa muuta kiinteää yhteyttä taikka säännöllisesti liikennöitävää maantielauttayhteyttä; tai

2) käyttöpaikan vuotuinen sähkönkulutus on ollut kolmen edellisen kalenterivuoden aikana enintään 2 500 kilowattituntia ja 1 momentin 3 kohdan vaatimuksen täyttämisen edellyttämien investointien kustannukset olisivat käyttöpaikan osalta poikkeuksellisen suuret sen muista käyttöpaikoista etäisen sijainnin vuoksi. (Sähkömarkkinalaki 588/2013: §51.)

Jakeluverkonhaltijan on laadittava jakeluverkkoansa koskeva kehittämissuunnitelma, joka sisältää toimenpiteet, joiden toteuttaminen johtaa 51 ja 119 §:ssä säädettyjen vaatimusten täyttämiseen ja ylläpitämiseen jakeluverkossa. Kehittämissuunnitelma on päivitettävä kahden vuoden välein. (Sähkömarkkinalaki 588/2013: §52.)

Kehittämissuunnitelman tulee sisältää kahden kalenterivuoden jaksoihin jaoteltuina yksityiskohtaiset toimenpiteet, jotka parantavat järjestelmällisesti ja pitkäjänteisesti jakeluverkon luotettavuutta ja varmuutta ja jotka toteuttamalla jakeluverkko täyttää 51 ja 119 §:ssä säädetty vaatimukset. Kehittämissuunnitelmassa on verkon käyttäjien kohtuullisten tarpeiden mukaisesti kiinnitettävä huomiota sellaisten sähkökäyttöpaikkojen sähkösaannin varmistamiseen, joihin on sijoittunut yhteiskunnan johtamisen tai turvallisuuden, väestön toimeentulon taikka elinkeinoelämän toimintakyvyn varmistamisen kannalta tärkeitä toimintoja ja palveluita. Kehittämissuunnitelmaan sisältyvien sähköjohtojen sijoittelussa on mahdollisuuksien mukaan hyödynnettävä yhteisiä reittejä muiden yhdyskuntateknisten verkkojen kanssa. (Sähkömarkkinalaki 588/2013: §52.)

Kehittämissuunnitelma ja siihen tehtävät muutokset on toimitettava Energiamarkkinavirastolle. Energiamarkkinavirastolla on oikeus kuuden kuukauden kuluessa suunnitelman vastaanottamisesta päätöksellään vaatia jakeluverkonhaltijaa tekemään muutoksia kehittämissuunnitelmaan, jos on syytä epäillä, että kehittämissuunnitelmaan sisältyvät toimenpiteet eivät johda 51 ja 119 §:ssä säädettyjen vaatimusten täyttämiseen tai jos kehittämissuunnitelma ei täytä 2 momentissa säädettyjä vaatimuksia. (Sähkömarkkinalaki 588/2013: §52.)

Energiamarkkinavirasto voi antaa tarkempia määräyksiä kehittämissuunnitelmassa annettavista tiedoista sekä suunnitelman toimittamisesta Energiamarkkinavirastolle. (Sähkömarkkinalaki 588/2013: §52.)

Jakeluverkonhaltijan on täytettävä 51 §:n 1 momentin 2 ja 3 kohdassa säädetyt vaatimukset vastuualueellaan viimeistään 31 päivänä joulukuuta 2028. Vaatimusten on täytyttävä viimeistään 31 päivänä joulukuuta 2019 vähintään 50 prosentilla jakeluverkon kaikista käyttäjistä vapaa-ajan asunnot pois lukien ja viimeistään 31 päivänä joulukuuta 2023 vähintään 75 prosentilla jakeluverkon kaikista käyttäjistä vapaa-ajan asunnot pois lukien.

Energiamarkkinavirasto voi jakeluverkonhaltijan hakemuksesta jatkaa vähintään 75 prosenttia jakeluverkon käyttäjistä koskevaa täytäntöönpanoaikaa painavista syistä enintään 31 päivään joulukuuta 2025 ja erittäin painavista syistä enintään 31 päivään joulukuuta 2028 sekä kaikkia jakeluverkon käyttäjiä koskevaa täytäntöönpanoaikaa painavista syistä enintään 31 päivään joulukuuta 2032 ja erittäin painavista syistä enintään 31 päivään joulukuuta 2036. Täytäntöönpanoajan jatkamisen edellytyksenä on, että jakeluverkonhaltija on osoittanut, että 51 §:n 1 momentin 2 ja 3 kohdassa säädettyjen vaatimusten täyttäminen edellyttää jakeluverkonhaltijalta lain voimaantuloajan tilanteen mukaan määritettynä jakeluverkonhaltijoiden keskiarvoa merkittävästi suuremman osuuden keski- ja pienjännitejohdoista muuttamista ilmajohdoista maakaapeleiksi ja että jakeluverkonhaltija joutuu vaatimusten täyttämiseksi uusimaan ennenaikaisesti merkittävän määrän jakeluverkkoa. Hakemus täytäntöönpanoajan jatkamisesta on tehtävä viimeistään 31 päivänä joulukuuta 2017. (Sähkömarkkinalaki 588/2013: §119.)

3 Jakeluverkon kunnossapito

Kunnossapidon tarkoitus on pitää sähkölaitteisto vaaditussa kunnossa. Kunnossapito voi koostua ”ennakoivasta kunnossapidosta”, jota tehdään tavanomaisen käytännön mukaisesti laitteiden rikkoutumisen ehkäisemiseksi ja laitteiden pitämiseksi hyvässä kunnossa tai ”korjaavasta kunnossapidosta”, joka tehdään rikkoutuneen osan korjaamiseksi tai vaihtamiseksi. (Standardi SFS 6002 2015 + A1:2018: 34.)

Kunnossapito on jakeluverkkoyhtiöiden yksi tärkeimmistä osa-alueista. Jakeluverkkoyhtiöiden päätehtävä on huolehtia verkon kunnosta, turvallisuudesta ja toimitusvarmuudesta. Kunnossapidon avulla ylläpidetään verkon arvoa. Kunnossapidolla halutaan myös varmistaa, että sähkö pysyy hyvänlaatuisena. Hyvällä laadulla tarkoitetaan, että asiakas saa rahallensa vastineeksi hyvänlaatuista jännitettä ilman vioista aiheutuvia keskeytyksiä.

Verkon kuntotietoja saadaan suorittamalla erilaisia määräaikaisten ja kunnossapitotarkastuksia, mutta tietoja voidaan myös saada asiakashavaintona tai asentajilta töiden yhteydessä. Uuden verkon rakentamisvaiheessa voi myös tehdä työmaatarkastuksia ja tällä tavalla jo rakennusvaiheessa ehkäistä mahdollisia vikakohtia.

Verkkoyhtiöt teettävät tänä päivänä myös takuutarkastuksia, mitä tarkoittaa sitä, että ulkopuolinen puolueeton tarkastaja käy tarkistamassa uudet verkon rakenteet, ja ilmoittaa verkkoyhtiölle havainnostaan. Takuutarkastuksien tarkoitus on varmistaa, että uusi verkko on rakennettu viimeisimpien standardien mukaan ja että asennukset on tehty suunnitelmien mukaisesti.

Verkon sähköiset arvot voidaan laskea verkkotietojärjestelmän omalla laskinohjelmalla. Laskin käyttää hyväkseen verkkotietojärjestelmään tallennettuja tietoja eri sähköverkon komponenteista. Kuluttajien sähkönkäyttöä voidaan myös seurata etäluettavien kWh-mittareiden ansiosta ja tiedot käytetään hyväksi laskennassa. Etäluettavien mittareiden ansiosta voidaan aina laskea verkon kuntoa viimeisimmillä kulutustiedoilla.

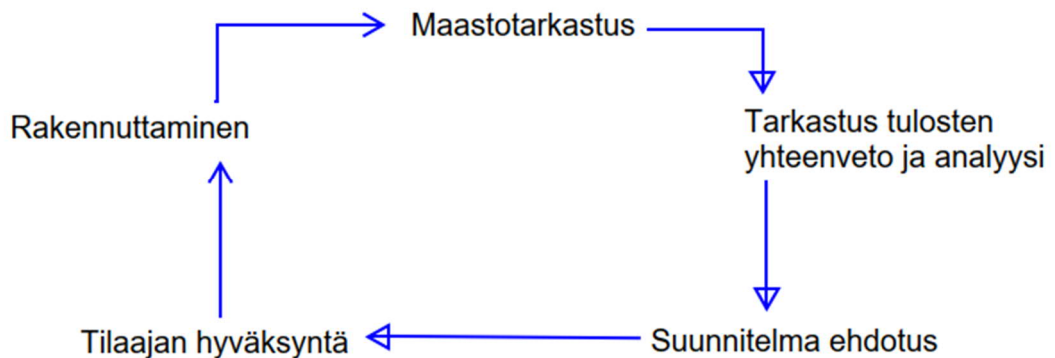
3.1 Kuntotarkastus

Tarkastustulosten analyysin tekemiseen tarvitaan mahdollisimman tarkkaa tietoa tarkastettavan kohteen kunnosta. Kunnossapitotarkastuksissa kerätään jakeluverkon komponenttien kuntotietoja ja ominaisuustietoja. Tavoite on saada mahdollisimman ajantasainen ja tarkka kuvaus verkosta käytettävään verkkotietojärjestelmään. Tällä tavalla helpotetaan kunnossapitoprosessin toteutumisen kokonaisuutena ja mahdollistetaan oikein ajoitettujen korvausinvestointien tekemisen.

3.2 Prosessikuvaus

Tarkastusprosessi alkaa tarkastusalueen rajauksella. Tilaaja määrittää, mitkä alueet tulisi käydä läpi ja mitkä rakenteet tulisi tarkastaa. Tilaajan aluemäärittämisen jälkeen jaetaan tarkastettava alue pienempiin osiin. Tarkastettavat alueet ovat monesti hyvin suuret, jolloin on tarpeellista käyttää useampia tarkastajia. Välttääksemme rakenteiden päällekkäisiä tarkastuksia, annamme jokaiselle tarkastajalle omat alueet. Jakamalla alueet pienempiin osiin voidaan myös jatkuvalla syötöllä suorittaa analyyskejä sekä verkostolasentaa, kun tarkastetut alueet palautetaan niiden valmistuttua. Aluerajaukset tehdään verkkotietojärjestelmässä. Rajauksella tarkoitetaan, että perustetaan useampi eri tarkastusalue ja tehdään niistä kopioita, eli replikoita. Replikat siirretään maastotietokoneelle havaintojen täyttämistä varten. Samaan aikaan, kun tarkastaja käy läpi verkon rakenteita

maastossa, hän lisää kuntotietoja tarkastettavasta kohteesta verkkotietojärjestelmän replikaversioon. Koko alueen tarkastamisen jälkeen tarkastaja palauttaa replikan verkkotietojärjestelmään. Palautettuaan replikan verkkotietojärjestelmään voidaan käydä läpi havainnot ja analysoida tulokset. Kuntohavainnoista poimitaan kiireellisemmät kohteet ensin pois ja tehdään niistä työkarttoja sähköverkostoasentajille. Kiireellisiä kohteita voivat olla esimerkiksi erittäin huonoja pylväitä tai sellaisia ilmajohtoalueita, jotka ovat heti raivaamisen tarpeessa. Tarkastajat ilmoittavat kuitenkin verkkoyhtiölle heti sellaisia viikoja, jotka ovat ihmisille tai eläimille vaarallisia. Havainnoista, jotka eivät ole niin kiireellisiä, tehdään erilaisia kunnossapitosuunnitelmaehdotuksia, jotka sitten esitetään verkkoyhtiölle. Teknisellä analyysillä tuodaan verkkoyhtiölle esiin sellaisia alueita, missä verkonsassa on huonoja sähköisiä arvoja tai ovat ylikuormitettuja tai muusta syystä ovat sähköisesti huonossa kunnossa. Nämä alueet analysoidaan tarkemmin ja tehdään suunnitelmaehdotuksia tarvittavista toimenpiteistä, jolla saadaan sähköverkko vahvistettua ja sähkön laatua parannettua. Tilaajan hyväksynnän jälkeen suunnitellaan saneeraukset huolella, jonka jälkeen rakennuttaminen alkaa.



Kuva 1. Kunnossapitoprosessi

3.3 Jakeluverkon kuntotietoja

Jakeluverkon rakenteiden kuntotietoja saadaan tekemällä maastotarkastuksia, suorittamalla lentotarkastuksia helikopterilla, hyödyntämällä verkkotietojärjestelmän laskentasovellusta, tarkastelemalla etäluettavien mittareiden antamia tietoja ja vastaanottamalla

palautetta asiakkailta. Näillä edellä mainituilla menetelmillä saadaan kerättyä monipuolista tietoa jakeluverkkoon, mikä auttaa tekemään oikeita päätöksiä valittaessa seuraavia saneerattavia alueita.

3.4 Maastotarkastukset

Maastotarkastukset ovat yleisin tapa tarkastaa verkon rakenteita. Kaikki verkon rakenteet käydään fyysisesti läpi ja rakenteille annetaan kuntoluokitus sen kunnon mukaan.

Kerättäviin tietoihin kuuluu tietoja pylväiden valmistusvuosista, pituuksista ja luokista. Pylväiden tarkastusten yhteydessä lisätään tarkastussovellukseen tietoja niiden lahoisuusasteista, halkeamista, kallistumista ja maadoituksista. (Joni Temmilä, Projektipäällikkö, Insplan Oy, Porvoo, Haastattelu, 13.12.2019.)

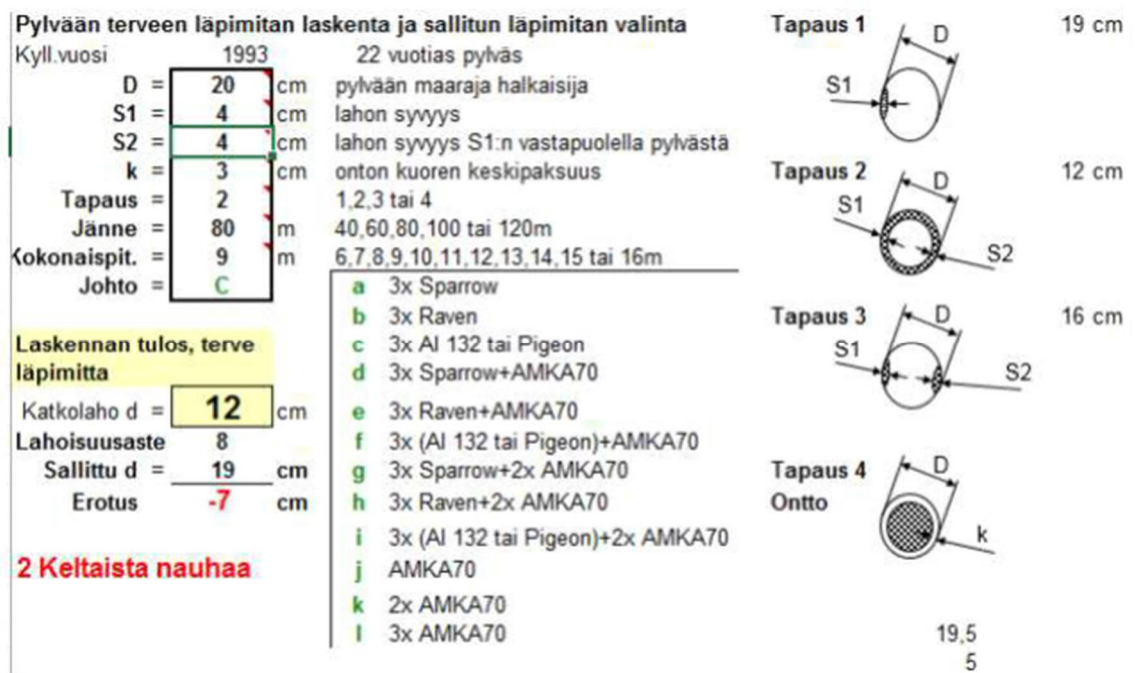
Johtotyyppien ja johtolaatuja tarkastaessa huomioidaan säieviat, johdinkireydet ja liitokset sekä muita mahdollisia johtoihin liittyviä huomionarvoisia asioita, kuten esimerkiksi vieraita esineitä johdoissa. (Joni Temmilä, Projektipäällikkö, Insplan Oy, Porvoo, Haastattelu, 13.12.2019.)

Puuttuvat tai puutteelliset tiedot kytkimien valmistajasta ja mallitiedosta lisätään tarkastussovellukseen. Tarkastellaan lähtöjen osoitteet ja sulaketiedot sekä korjataan väärät merkinnät ja päivitetään verkkotietojärjestelmän tiedot vastaamaan todellisuutta. Mahdollisista sekasulakkeista tehdään merkintää tarkastussovellukseen. (Joni Temmilä, Projektipäällikkö, Insplan Oy, Porvoo, Haastattelu, 13.12.2019.)

Muuntamoista, erottimista ja jakokaapeista lisätään tarkastussovellukseen tietoja niiden valmistajasta ja malleista, mikäli ne eivät ole tiedossa. Edellä mainituista rakenteista tarkastellaan niiden maatäytöt, tunnuksiset, varoitusmerkinnät, osoitmerkinnät, muuntajan öljyvuodot ja suojaetäisyydet. (Joni Temmilä, Projektipäällikkö, Insplan Oy, Porvoo, Haastattelu, 13.12.2019.)

Johtokatuja tarkastuksissa kiinnitetään huomioita raivaus- ja oksintatarpeista, mahdollisista helikopterisahauksista tai latvasahauksista ja muusta vierimetsän hoitotarpeesta. (Joni Temmilä, Projektipäällikkö, Insplan Oy, Porvoo, Haastattelu, 13.12.2019.)

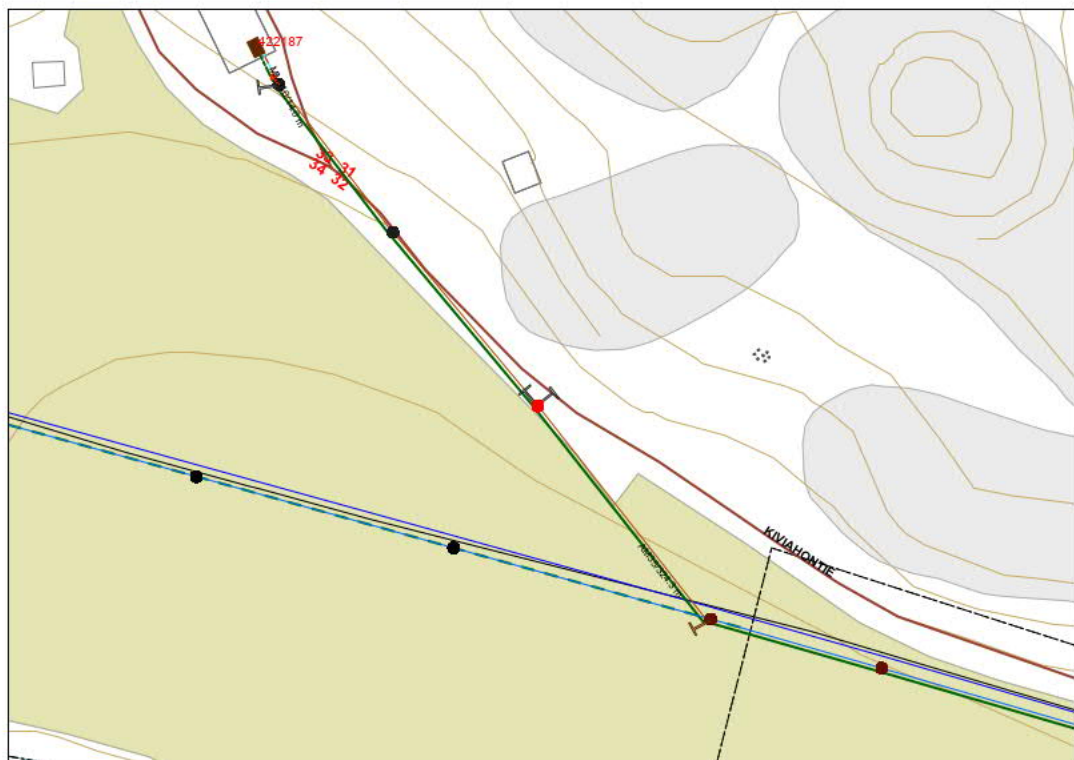
Pylväiden lahotarkastuksen varusteisiin kuuluu piikki, lapio, retkikirves, kasvukaira, porakone ja puutapit. Lahotarkastus tehdään kaivamalla pylvään tyven auki noin 20-30 cm:n matkalta, jonka jälkeen suoritetaan piikkikoe, lastunveisto, koputtelu, kairaus tai vaihtoehtoisesti poraus. Lahoisuustarkastuksen tietojen perusteella voidaan laskea verkostosuosituksen RJ 33:09 mukaan puupylvään lahoisuuden ja lujuuden. Lahotarkastukseen tarvitaan puupylvästä seuraavat tiedot: pylvään ikä, pylvään maarajan halkaisija, lahon syvyys, tarkastusmenetelmä, jänteen pituus, pylvään kokonaispituus, johtotyyppi. Näillä tiedoilla ohjelma laskee, paljonko tervettä pylvästä on jäljellä. Se myös ilmoittaa, mikäli on tarvetta asentaa keltaista varoitusnauhaa pylvään ympärille. Keltaiset varoitusnauhat varoittavat jakeluverkonasentajia pylvään huonosta kunnosta. Lahotarkastus antaa tarkemman tiedon pylvään kuntoluokasta. Analyysin tekemiseen tarvitaan mahdollisimman tarkkaa tietoa, jotta analyysi on käyttökelpoinen kunnossapitosuunnitelmien ja investointisuunnitelmien laatimiseen.



Kuva 2. Kuvassa esimerkki pylvään terveen läpimitan laskennasta verkostosuosituksen RJ 33:09 mukaan. [Kymenlaakson sähkö Oy. 1998. LAHOLASK_maastokone versio1.]

3.5 Kuntoluokitukset

Tarkastusten yhteydessä täytetään tarkastuslomakkeeseen tietoja verkon komponentista. Jokaisella eri tarkastettavalla komponentilla on omat arvot ja lomakkeelle tulisi täyttää kaikki kohdat, jotka sopivat tarkastettavalle komponentille. Kuntoluokat on valmiiksi määritetty tilaajan verkkotietojärjestelmässä. Valmiiksi määritetyt kuntoluokitukset auttavat tarkastusdatan suodattamisessa, kun tehdään verkon kunnosta yhteenveto, kun maastotarkastukset ovat päättyneet. Seuraavassa esimerkissä tarkastellaan, minkälaisia tietoja pystyy täyttämään yhdelle tarkastettavalle PJ-pylväälle.



Kuva 3. Tarkastettava PJ-pylväs.

Kun tarkastettava komponentti on valittuna, yllä olevassa kuvassa punainen pallo, voidaan aloittaa täyttämään tarkastuslomake. Esimerkki tarkastuslomakkeesta löytyy liitteestä 1.

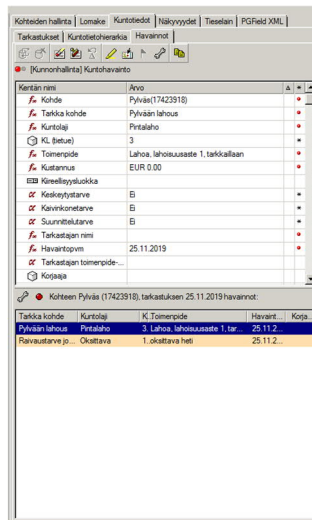
Tarkastuslomakkeen täytettyä voidaan tehdä kuntotarkastusalueelle kuntohavainto kyselyn, jolloin voidaan tarkastella koko tarkastusalueen rakenteet yhdestä taulukosta.

Taulukosta valitaan ne kohteet, jotka vaativat korjausta ja siirretään ne edelleen asentajille korjattaviksi.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Kohde	Tarkka kohde	Kuntolaji	Kl tietue	Kiireellisyys okka	Havainnon tyyppi	Toimenpide	Investointi?	Lisätiedot
2	Pylyväsi17447647	Pylyväsi laihous	Pintalahou	2		Kolmen vuoden Vaatii korjausta	Pj-pylyväsi vaihto	Ei	
3	Pylyväsi17460665	Raivaustarve johtalueella	Raivattava	1		Mahdollisimman Vaatii korjausta	raivattava heti	Ei	2 linjan koruista koivu
4	Pylyväsi19452464	kj-pylyväsi pylyväsi	tikankoloja	4		Ei toimenpiteitä	pieniä käykojia	Ei	
6	Pylyväsi17392953	Pylyväsi laihous	Pintalahou	2		Kolmen vuoden Vaatii korjausta	Pj-pylyväsi vaihto	Ei	vanha nauha pylyvässä. Ollut väärä tyvimitta. Ei löytynyt enemää laihou
7	Pylyväsi17460448	Pylyväsi muu vilka	Halkeama	3		Vaatii tarkkailua	Korjaus harkinnan mukaan	Ei	
8	Pylyväsi173944181	Latarakenne/eristin	Rikkonainen	3		Vaatii tarkkailua	tarkkailaan	Ei	harus hirttä
9	Pylyväsi19452937	kj-johtalue eteenpäin	oksinainen	3		Kahden vuoden Vaatii korjausta	oksettava 2-vuoden sisällä	Ei	pari kuusen oksaa
10	Pylyväsi17446598	Raivaustarve johtalueella	Raivattava	1		Mahdollisimman Vaatii korjausta	raivattava heti	Ei	
11	Pylyväsi17447731	Raivaustarve johtalueella	Oksettava	1		Mahdollisimman Vaatii korjausta	oksettava heti	Ei	Kymmenkunta haavan ja pihlajan oksaa
12	Pylyväsi17393951	Raivaustarve johtalueella	Raivattava	1		Mahdollisimman Vaatii korjausta	raivattava heti	Ei	Lepikko
13	Pylyväsi17391666	Pylyväsi muu vilka	Pylyväsi puuttuu	2		Ei toimenpiteitä	Pj-latarakenteen korjaus	Ei	
14	Pylyväsi17447353	Raivaustarve johtalueella	Oksettava	1		Mahdollisimman Vaatii korjausta	oksettava heti	Ei	
15	Pylyväsi20338936	kj-pylyväsi pylyväsi	tikankoloja	4		Ei toimenpiteitä	pieniä käykojia	Ei	
16	Pylyväsi109434523	kj-pylyväsi pylyväsi	tikankoloja	3		Vaatii tarkkailua	kohtalaisia käykojia	Ei	
17	Pylyväsi19452554	kj-pylyväsi varoituskilvet/HEB	puuttuu	1		Mahdollisimman Vaatii korjausta	kiinnitettävä varoituskilpi	Ei	
18	Pylyväsi17449127	Latarakenne/eristin	tikankoloja	4		Ei toimenpiteitä	pieniä käykojia	Ei	
19	Pylyväsi17392941	Raivaustarve johtalueella	Reunapuun poistettava	1		Mahdollisimman Vaatii korjausta	Reunapuun poisto	Ei	Iso koivu reilu 10cm linjasta. 2 raitaa n.10cm linjasta toinen iso ja toinn
20	Pylyväsi19450554	Raivaustarve johtalueella	Oksettava	2		Vuoden sisällä Vaatii korjausta	oksettava 1-vuoden sisällä	Ei	muutama männyn oksa
21	Pylyväsi169261138	Raivaustarve johtalueella	Oksettava	2		Vuoden sisällä Vaatii korjausta	oksettava 1-vuoden sisällä	Ei	Muutama kuusenoksa
22	Pylyväsi17447388	Raivaustarve johtalueella	Oksettava	1		Mahdollisimman Vaatii korjausta	oksettava heti	Ei	
23	Pylyväsi22204669	Raivaustarve johtalueella	Reunapuun poistettava	1		Mahdollisimman Vaatii korjausta	Reunapuun poisto	Ei	Iso koivu vajaa 20cm linjasta
24	Pylyväsi24050080	kj-johtalue eteenpäin	Vierimetsän hoitotarve	2		Vuoden sisällä Vaatii tarkkailua	vierimetsän harvennushaku	Ei	muutama johtoväli lehtipuita toisella sivulla
25	Pylyväsi18912796	Pylyväsi muu vilka	Pylyväsi puuttuu	2		Ei toimenpiteitä	Pj-latarakenteen korjaus	Ei	
27	Pylyväsi22236276	Raivaustarve johtalueella	Raivattava	1		Mahdollisimman Vaatii korjausta	raivattava heti	Ei	lepikkoa linjan alla
28	Pylyväsi24050244	kj-pylyväsi laihattu	puuttuu	1		Ei toimenpiteitä	uusia	Ei	
29	Pylyväsi17392433	Pylyväsi laihous	Pintalahou	1		Vuoden sisällä Vaatii korjausta	Pylyväsi vaihto, laihousaste	Ei	
30	Pylyväsi15748236	kj-pylyväsi laihattu	puuttuu	1		Ei toimenpiteitä	uusia	Ei	
31	Pylyväsi109434081	Raivaustarve johtalueella	Oksettava	2		Vuoden sisällä Vaatii korjausta	oksettava 1-vuoden sisällä	Ei	muutama kuusen oksa
32	Pylyväsi17974026	Latarakenne/eristin	tikankoloja	4		Ei toimenpiteitä	pieniä käykojia	Ei	
33	Pylyväsi17447425	Muut huomiot	Muut huomiot	2		Vuoden sisällä Vaatii korjausta	korjataan	Ei	puhelinjohtim purettu ja jäänyt maastoon
34	Pylyväsi22237465	Raivaustarve johtalueella	Oksettava	3		Kahden vuoden Vaatii korjausta	oksettava 2-vuoden sisällä	Ei	Muutamia kuusen oksia
35	Pylyväsi19392009	Raivaustarve johtalueella	Oksettava	1		Mahdollisimman Vaatii korjausta	oksettava heti	Ei	Muutamia männyn ja kuusen oksia
36	Pylyväsi17392137	Raivaustarve johtalueella	Oksettava	2		Vuoden sisällä Vaatii korjausta	oksettava 1-vuoden sisällä	Ei	kymmenkunta kuusen oksaa
37	Pylyväsi17447474	Raivaustarve johtalueella	Oksettava	2		Vuoden sisällä Vaatii korjausta	oksettava 1-vuoden sisällä	Ei	
38	Pylyväsi17460755	Pylyväsi laihous	Pintalahou	3		Vaatii tarkkailua	Läho, laihousaste 1, tarkk	Ei	
39	Pylyväsi17973936	Raivaustarve johtalueella	Oksettava	2		Vuoden sisällä Vaatii korjausta	oksettava 1-vuoden sisällä	Ei	muutama kuusen oksa
40	Pylyväsi19453881	kj-pylyväsi pylyväsi	tikankoloja	4		Ei toimenpiteitä	pieniä käykojia	Ei	
41	Pylyväsi17460812	Raivaustarve johtalueella	Oksettava	3		Kahden vuoden Vaatii korjausta	oksettava 2-vuoden sisällä	Ei	muutama kuusen oksa

Kuva 4. Osa kuntotietokyselyn tuloksista.

Komponentin kaikki tarkastukset ja havainnot saadaan näkyviin valitsemalla kartalta ha-
luttu komponentti. Näytölle aukeaa seuraavanlainen näkymä. Asentajat voivat tästä nä-
kymästä tarkastella kohteen lisätietoja ja korjauksen päätyttyä merkitä viat korjatuksi.



Kuva 5. Pj-pylvään havainnot.

3.6 Lentotarkastukset

Ilmajohdoverkkoa voi kätevästi tarkastaa lentämällä helikopterilla johtokatuja pitkin. Yleensä lentotarkastuksia tehdään ainoastaan keskijännitejohdoille ja sitä suurempijännitteisille ilmajohtoille. Helikopterilentotarkastuksia suorittamalla saadaan nopeasti tietoja verkon kunnosta. Helikopterilenton aikana tarkastetaan ilmajohtojen, orsien, erottimien, eristimien kuntoa sekä raivaustarpeita. Havainnoista tehdään merkintöjä verkkotietojärjestelmään ja havaintoon lisätään yleensä myös kuvamateriaalia, jotka otetaan lennon aikana. Helikopterilentotarkastuksia tehdään monesti raivaustarpeiden kartoittamiseen. Helikopterilla voidaan myös tehdä laserkeilauksia, jolloin saadaan tarkka 3D-malli ilmajohtorakenteista. Tällä tavalla voidaan tarkastella esimerkiksi säievikoja tarkemmin. Yleensä säieviat etsitään kuitenkin muiden maastotarkastuksien yhteydessä.

3.7 Verkostolaskentaa

Sähköverkoston suorituskykyä voidaan tarkastaa laskemalla haluttua verkonosaa. Laskentaa voidaan suorittaa verkkotietojärjestelmän integroidulla laskentasovelluksella. Laskentatulokset ovat numeerisia ja tuloksissa voi esiintyä myös mittausdataa. (Lakervi & Partanen 2008: 217.)

Jännitteenalenemat vaikuttavat asiakkaiden sähkön laatuun ja keskijänniteverkossa jakelumuuntajien ensiöjännitteen tasoon. Laskettavan verkonosan kokonaistehon ollessa suurimmillaan saadaan selville eri solmupisteiden ja johto-osien jännitteenalenemat. (Lakervi & Partanen 2008: 218.) Jännitteenaleneman suuruuden merkittävimmät tekijät ovat verkon kuorma, johtimen pituus ja impedanssi.

Jännitejousto, joka on jännitejäykkyyden käänteissuure, ilmaisee tarkasteltavan solmupisteen prosentuaalisen jännitteenaleneman kasvun, kun teho kasvaa tietyn verran. Jännitejousto ilmoitetaan yksiköllä %/MW. Jännitejoustoa tuntemalla pystyy arvioimaan uusien sähkökäyttäjien ja ominaiskulutuksen kasvun vaikutuksia jännitetasoon. Suuri jännitejousto ilmaisee myös taipumusta äkillisille jänniteenvaihteluille. (Lakervi & Partanen 2008: 218.)

Johtojen kuormituksia voidaan verrata sallittuihin kuormitusvirtoihin. Oikein mitoitettu johto ei ole yhtä altis vaurioille kuin alimitoitettu johto. Ylimitoittamista kannattaa kuitenkin välttää, sillä se ei ole kustannustehokasta. Laskentatuloksia tarkastelemalla voidaan suunnittelussa mitoittaa johdot optimaalisesti ja tällä tavoin välttää kalliita ylimitoituksia. (Lakervi & Partanen 2008: 218.)

Teho- ja energiahäviöt esiintyvät erityisesti suuripoikkipintaisissa johtimissa. Havaitsemalla häviöitä voidaan pohtia, olisiko kustannustehokasta vaihtaa johtimen optimaalimpaan vaihtoehtoon vertaamalla häviöiden pienentymisestä saavutettavia säästöjä ja vaihtokustannuksien summaa. (Lakervi & Partanen 2008: 218.)

Oikosulkuvirtojen suuruutta verrataan johtimien ilmoitettuihin oikosulkukestoisuuksiin. Tällä tavalla ongelmalliset johto-osat paljastuvat. Ongelmalliset kohdat sijaitsevat useimmiten uusien syöttöpisteiden läheisyydessä. Oikosulkukestoisuudet tulisi tarkistaa aina, kun verkkoon on tehty muutoksia. (Lakervi & Partanen 2008: 218.)

Maasulkuvirta on tärkeitä tietää määritettäessä releasetteluja tai maadoitusresistanssien ohjearvoja. (Lakervi & Partanen 2008: 218.)

Keskeytyskustannuksia ja käyttövarmuuteen liittyviä indeksiä saadaan laskettua keski-jännitejärjestelmän luotettavuuden ja tilastoinnin avulla. Mikäli jonkun alueen keskeytyskustannukset ovat normaalia suuremmat, on harkittava erilaisia toimenpiteitä, joilla saadaan käyttövarmuutta parannettua. Keskeytyskustannuksia voidaan pienentää esimerkiksi raivaamalla johtokadut asentamalla kauko-ohjattavia erottimia, rakentamalla uusia rengasyhteyksiä, siirtämällä ilmajohdot tien varsiin tai maakaapeloimalla. (Lakervi & Partanen 2008: 218.)

3.8 Etäluettavat sähkömittarit

Etäluettavat sähkömittarit antavat paljon tietoja kuluttajan sähkönkäytöstä, ja ne ovat osa älykästä sähköverkkoa. Mittareiden tyypilliset toiminnot ovat tuntienergiamittaus, jännitteen laadun mittaus ja rekisteröinti, keskeytyksen rekisteröinti, hälytykset, sähkön kytkentä ja katkaisu sekä kuormanohjaus (Lakervi & Partanen 2008: 258).

Tuntienergiamittauksia voidaan hyödyntää yksittäisen kuluttajan kuormitusmallin määrittämiseen. Verkon tehonjaon laskennasta saadaan tällöin paremmin vastaamaan todellisuutta. Suunnittelulaskennassa voidaan käyttää tarkempia ja jatkuvasti päivittyviä kuormitusmalleja. (Lakervi & Partanen 2008: 258.)

Jännitetasomittaukset kertovat verkon todellisen tilan ja näitä tietoja hyödyntämällä voidaan verkostolaskentaa kehittää. Jännitelaatuun parantavia investointeja voidaan tällöin kohdistaa tarkemmin niihin alueisiin, missä jännitteen laatu on heikolla tasolla. (Lakervi & Partanen 2008: 258.)

Etäluettavat sähkömittarit on varustettu kuluttajan sähkön syötön katkaisemiseen ja kytkemiseen. Sähkön voi katkaista manuaalisesti mittarin ohjausnappeja painamalla tai valvomosta etäyhteyden avulla. Mittarin manuaalinen katkaisu ohjausnapeilla on järkevää silloin, kun mittari sijaitsee vanhan mallisessa sähkökeskuksessa, missä pääkytkin katkaisee myös mittarin sähköt. Kohteet, joissa yleensä katkaistaan sähköt pitkäksikin aikaa, ovat vapaa-ajan asunnot. Valvomo ei saa edellä mainituista kohteista tietoa mahdollisista vioista, mikäli mittarit eivät ole sähköissä. Mittareiden avulla voidaan saada tie-

dot pj-verkon nollajohdinviioista, yksi- ja kaksivaiheviioista, yli- ja alijännitteistä ja keskijänniteverkon johdinkatkeamista, jota kj-verkon suojaus ei pysty tunnistamaan (Lakervi & Partanen 2008: 259).

3.9 Asiakaspalaute

Asiakaspalaute on myös tärkeä osa verkon kunnossapidossa. Jakeluverkot ovat siellä, missä asiakas on, joten on myös luonnollista, että asiakkaat ilmoittavat mahdollisista rakenneviioista tai sähkön laatuun liittyvistä havainnoistaan. Rakenneviioilla tarkoitan, että esimerkiksi puu voi maata linjalla ja tällä tavalla rasittaa mekaanisesti ilmajohtoa ja pylväsrakennetta. Jakeluverkon viioista voi ilmoittaa verkkoyhtiölle puhelimitse tai vaihtoehtoisesti sähköisesti verkkoyhtiön kotisivujen kautta. Kaikilla verkkoyhtiöillä on vuorokauden ympäri toimiva vikailmoituspalvelu sekä viankorjauspalvelu.

4 Analyysi

Jakeluverkon analyysin tarkoitus on tuoda tilaajan tietoisuuteen jakeluverkon heikoimmat kohdat ja optimoida saneerauksien toteutusajankohdat niin, että verkon saneeraus on mahdollisimman kustannustehokas ja perusteltu. Sähkötekniinen analyysi voidaan käytännössä tehdä milloin vain, mutta kuntotarkastustulosten analyysi tulisi tehdä vasta, kun tuoreita tuloksia on käytettävissä verkkotietojärjestelmässä. Sähkötekniisen analyysin perusteella pystyy tekemään yleissuunnitelmia verkon tulevaisuuden rakentamisen tavoitteista, mutta ilman todellista tietoa verkon tämänhetkisestä kunnosta ei kannata tehdä suuria investointihankkeita. Vika datan sisällyttäminen analyysiin on myös järkevää, jotta voidaan poistaa mahdolliset viioille herkät verkon kohdat pois. Analyysin tulisi siis käsittää sähkötekniisen analyysin, kuntotarkastustulosten analyysin ja vika datan tarkastelun, jotta verkonsaneerauksien investointipäätökset tulisivat tehdyksi oikeilla perusteilla.

4.1 Sähkötekniinen analyysi

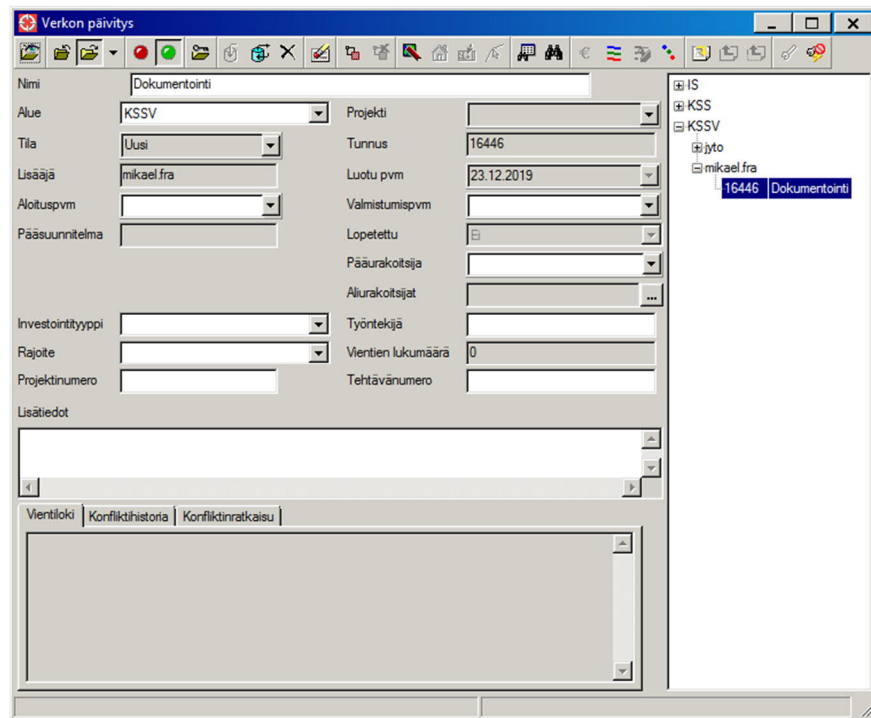
Sähkötekniinen analyysi tehdään laskemalla ja tarkastelemalla laskentatuloksia. Verkko-tietojärjestelmissä on sisäänrakennettu laskentasovellus, joten käytännössä valitaan alue, jota halutaan laskea, jonka jälkeen tulokset ilmestyvät näytölle. Laskentatuloksista voidaan tarkastella, missä verkon osassa löytyy sähkötekniisesti huonokuntoisia kohtia. Laskentatulokset käytetään tukena, kun ehdotamme tilaajalle seuraavat saneerattavat alueet. Laskennan tuloksiin tulisi kuitenkin suhtautua kriittisesti.

Jakeluverkon sähkötekniisesti huonoja kohtia löytyy yleensä niistä verkon osista, joissa johtojen tai kaapeleiden pituudet ovat erityisen pitkiä tai johtimien poikkipinnat ovat ali-mitotettuja. Tällaiset verkon osat paljastuvat sähkötekniisellä analyysillä tarkastelemalla jännitteenalenemaa ja oikosulkuvirtojen suuruutta. Jännitteenalenema johtuu kuormituk-sen suuruudesta, impedanssista ja johtimen pituudesta. Jakeluverkon koko siirtotien jän-nitteenalenema on keskijännitejohdon, jakelumuuntajan ja pienjännitejohdon jännittee-nalenemien summa (Lakervi & Partanen 2008: 38). Laskennallisen yksivaiheisen oiko-sulkuvirran matala arvo paljastaa ylipitkiä tai poikkipinnaltaan ohuita johtoja. Johtopituu-den ollessa pitkä johdon impedanssi suurenee, jolloin vikasuojauksen toimivuus vaadi-tussa ajassa ei enää toimi. Jakelumuuntajien kuormitusasteet ovat myös keskeisessä roolissa, kun tarkastellaan jakeluverkkoa sähkötekniisestä perspektiivistä.

Keskeytyskustannukset, eli keskeytyksistä aiheutunut haitta, lasketaan keskeytysten lu-kumäärien ja keskeytysaikojen sekä keskeytysten yksikköhintojen perusteella. Keskey-tyksistä aiheutunut haitta on eräänlainen laatukannustin, jonka tarkoituksena on kannus-taa verkonhaltijaa kehittämään sähkönsiirron ja -jakelun laatua. Verkonhaltijaa kannus-tetaan saavuttamaan vähintään sähkömarkkinalain edellyttämä toimitusvarmuustaso. (Energiavirasto 2018: 66.). Keskeytyksien aiheuttamat haitat, eli KAH-arvot, ovat suu-rimmat siellä, missä on eniten kuluttajia. KAH-arvot saadaan alemmaksi pitämällä ilma-johtokadut raivattuna korvaamalla ilmajohdot maakaapeleilla tai vaihtoehtoisesti siirtä-mällä vanhat ilmajohdot tien varteen ja panostamalla automaattioratkaisuihin.

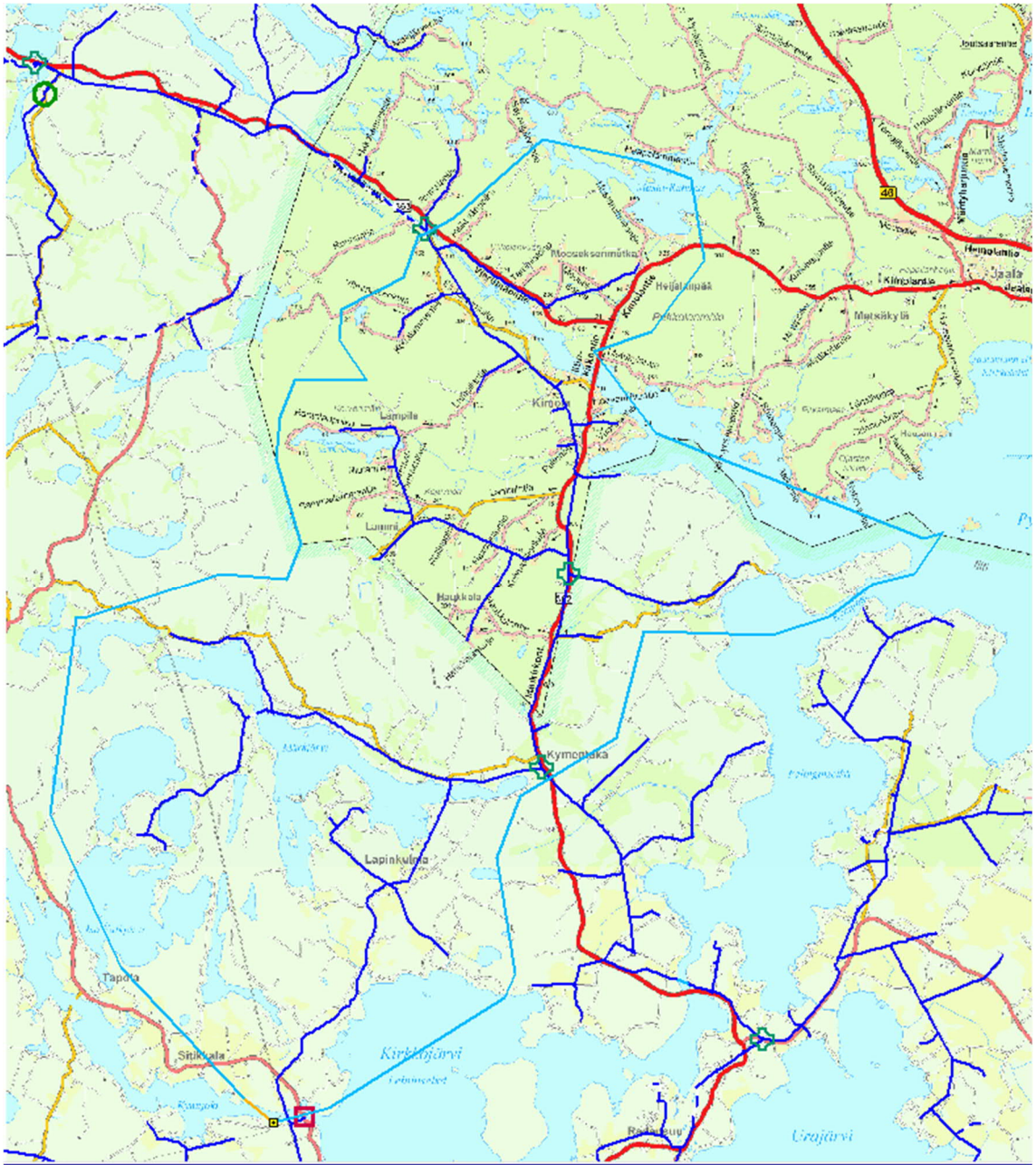
4.2 Verkon laskenta

Laskentaa tulisi tehdä suunnitelman sisällä ja sen tulisi olla kirjoitustilassa, eli yläpalkin vihreä pallo tulisi olla aktivoituna. Olemme huomanneet, että tulokset antavat virheellisiä tuloksia, mikäli laskenta tehdään TOP-tilassa. TOP-tila näyttää tämänhetkisen käytössä olevan verkon.



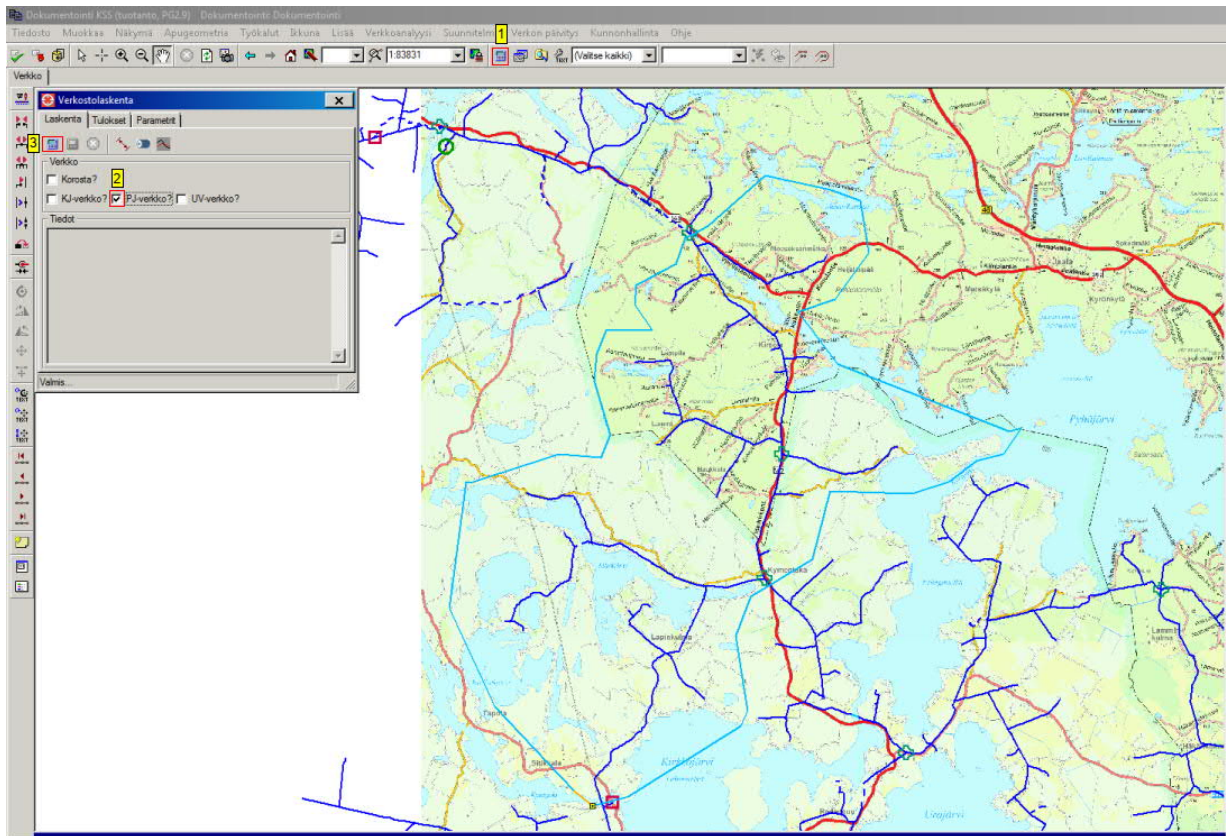
Kuva 6. Suunnitelman valinta.

Seuraavaksi rajataan alue pienemmäksi. Rajaus tehdään aktivoimalla apugeometriatila, ja piirtämällä alueen rajat kartalle. Vaaleansinisen alueen sisällä oleva alue tulee nyt mukaan laskentaan.



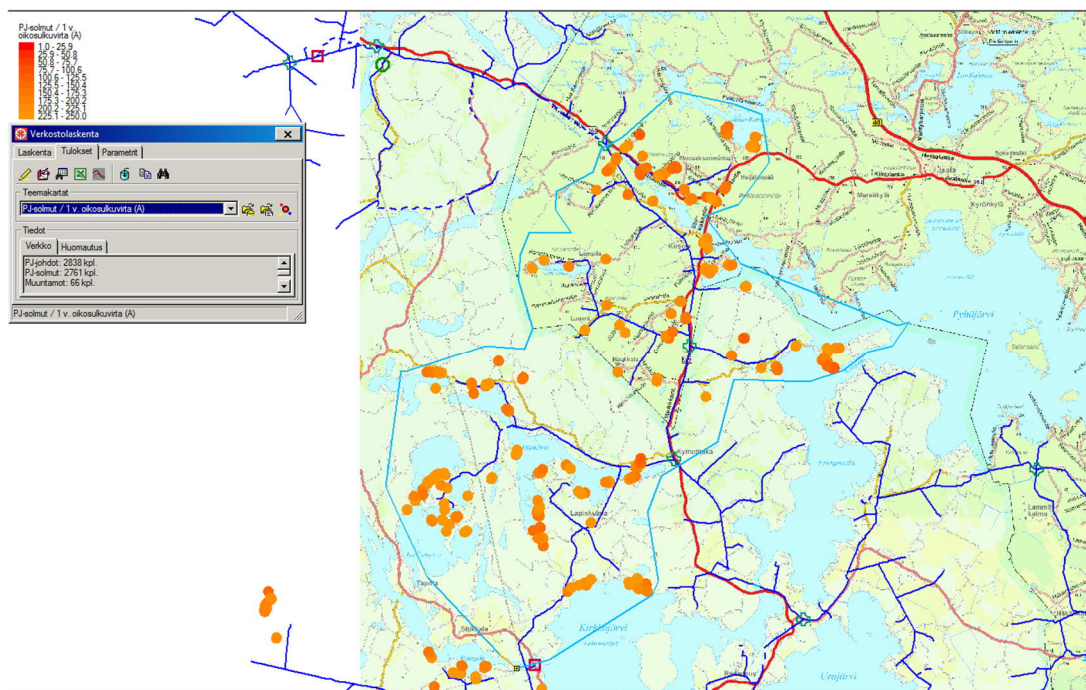
Kuva 7. Aluerajaus laskentaa varten.

Kun aluerajaus on tehty, voidaan aloittaa laskenta.



Kuva 8. Laskennan aloitusjärjestelyt.

Laskennan valmistuttua voidaan alkaa tarkastelemaan tuloksia. Tuloksia voi tarkastella erilaisilta teemakartoilta tai vaihtoehtoisesti Excel-taulukkona. Parametrejä muuttamalla voidaan myös rajata teemakartan tuloksia, jolloin ohjelma näyttää vain tiettyjen arvojen sisällä olevia tuloksia. Rajaamalla tuloksia on helpompaa löytää tulosmassasta heikoimmat verkon osat.



Kuva 9. Verkonosat, jossa 1-vaiheinen oikosulkuvirta on alle 250 A. Yksi pallo vastaa yhtä solmukohtaa.

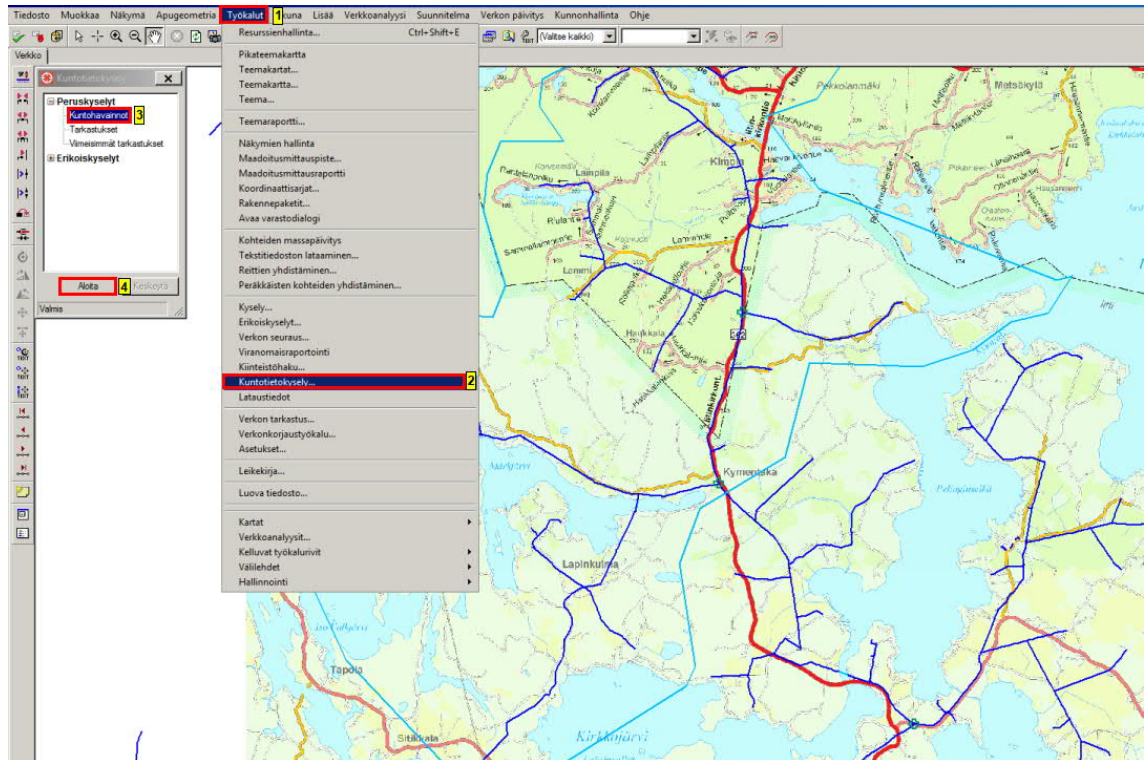
4.3 Tarkastustulosten analyysi

Tarkastusalueiden valmistuttua viedään replikat verkkotietojärjestelmään, jonka jälkeen voidaan alkaa tarkastelemaan verkon kuntoa kokonaisuutena. Kuntoanalyysin tarkoitus on löytää ne alueet, jossa on tarvetta vaihtaa useampaa pylvästä tai muuten tehdä merkittäviä korjaustoimenpiteitä, jotta verkon kunnosta tulisi taas hyväksyttävälle tasolle. Näistä alueista tehdään saneerausehdotuksia tilaajalle. Yksittäiset viat, jotka eivät ole saneerausehdotusalueilla, menevät korjauslistoille ja työn alle mahdollisimman pian kuntotarkastusten päätyttyä.

Saneerausalue-ehdotukset koostuvat teemakartoista. Teemakarttojen visuaalisella esitystavalla on helppo nähdä ja esittää tilaajalle, missä kohtaa heidän verkostaan löytyy erilaisille häiriöille alttiita verkonosia.

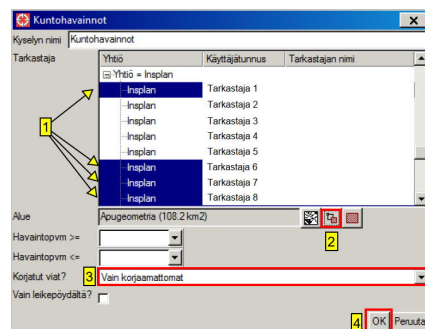
Seuraavassa esimerkissä tarkastellaan, miten kuntohavaintojen teemakarttoja luodaan.

Ensimmäiseksi rajataan alue samalla tavalla kuin laskennassa. Kun tarkasteltava alue on rajattu, valitsemme kuntotietokyselyn ja kuntohavainnot.



Kuva 10. Kuntotarkastusalue ja kuntotietokysely.

Seuraavassa vaiheessa valitsemme tarkastajat, poimitaan alue apugeometriasta, valitaan vain korjaamattomat havainnot ja suoritetaan kysely painamalla OK.



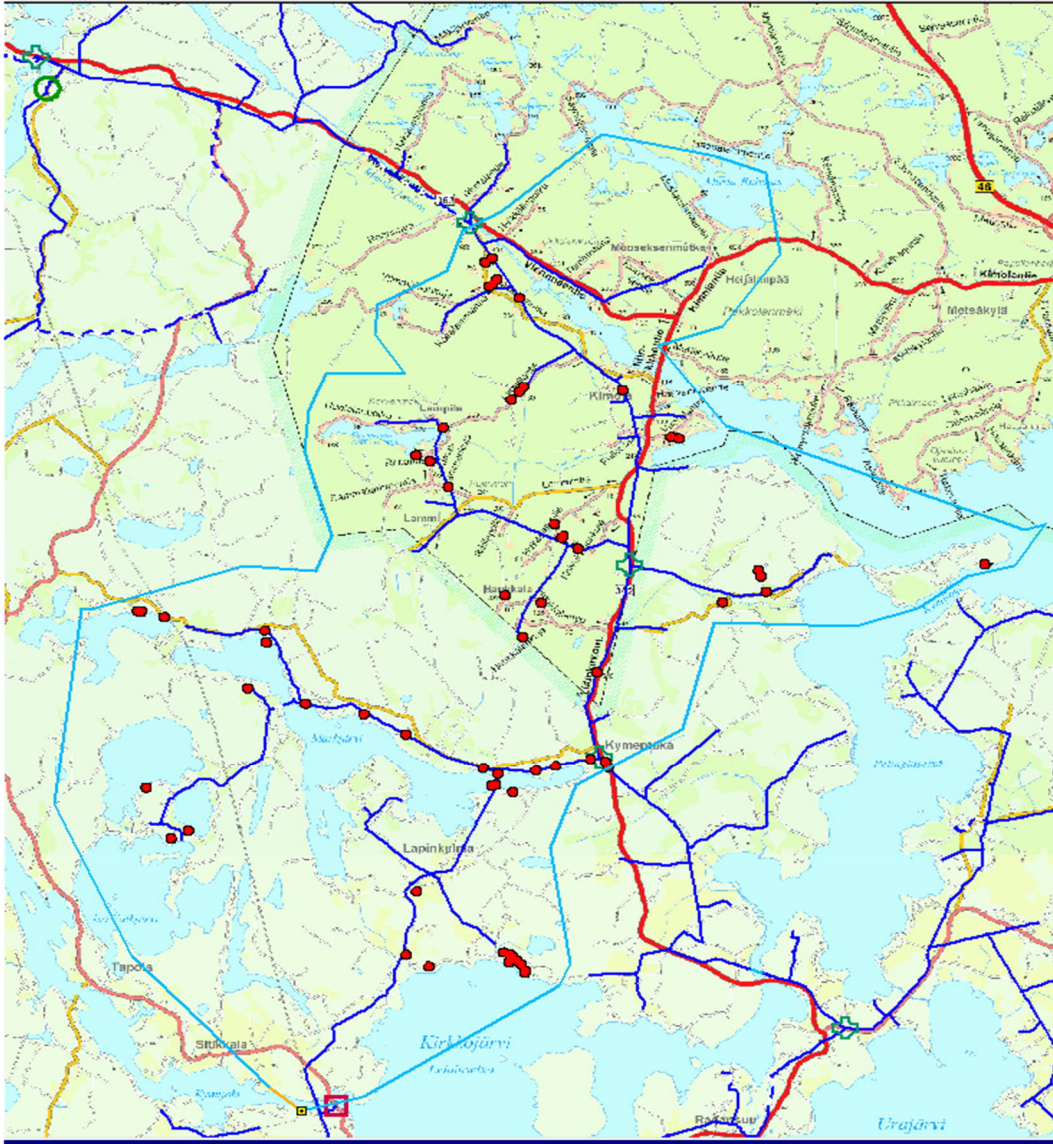
Kuva 11. Kyselyn määrytykset.

Kyselyn tulokset ilmestyvät näytölle pitkänä listana. Listan voi suodattaa ja poimia ne kohteet, joita halutaan tarkastella tarkemmin kartalla. Valituista kohteista muodostetaan teemakarttoja.

Nimi	Kohde	Tarkka kohde	Kurttilaj	KL (beta)	Kivellä	Havainnon tyyppi	Totesimppi	Investoin	Lähtökohde	Tarkastajan nimi	Havaintopäivä	Tarkastajan totesimppi-ehdotus	Korjauks
Pyhälin	1742424	Kyfitoulu esteenp.	raivaus	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	raivattava 2 vuoden k.	E			12.11.2019		
Pyhälin	1742606	Kähdän suu vika	huurommen vuoto	1	Kähdän.	Vaati korjauksia	tyhjennys vuoto	E			08.11.2019		
Haukipolte	1934770	Haukipolte	harjunnepi löylylä	1	Kähdän.	Vaati korjauksia	korjattava	E			27.11.2019		
Kuntokäsitteet	1932916	Raivaustarve pihkoku.	Raivauspuu poistettava	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	nouppout poistettava.	E			26.11.2019		
Kuntokäsitteet	191691523	Raivaustarve esteenp.	okannen	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			06.12.2019		
Kuntokäsitteet	17431579	Raivaustarve pihkoku.	okattava	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			10.12.2019		
Kuntokäsitteet	19332759	Raivaustarve pihkoku.	okattava	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			26.11.2019		
Kuntokäsitteet	19425875	Kyfitoulu esteenp.	okannen	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			07.11.2019		
Kuntokäsitteet	17392374	Raivaustarve pihkoku.	Raivaus	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	raivattava 2 vuoden k.	E			26.11.2019		
Kuntokäsitteet	17000523	Raivaustarve pihkoku.	okattava	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			26.11.2019		
Kuntokäsitteet	194916329	Kyfitoulu esteenp.	okannen	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	mehiliskäpälä suutaan	E			26.11.2019		
Kuntokäsitteet	17402191	Välivärikä	Sulakkeen merkintä	2	Kähdän.	Vaati korjauksia	Merkinnän kopuu	E			07.11.2019		
Kuntokäsitteet	1939516	Kyfitoulu esteenp.	okannen	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			03.12.2019		
Kuntokäsitteet	194945919	Kähdän suu vika	kolliutut	2	Kähdän.	Vaati korjauksia	Typpijalan vuoto	E			26.11.2019		
Kuntokäsitteet	17429270	Raivaustarve pihkoku.	okattava	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			10.12.2019		
Kuntokäsitteet	17448323	Haukipolte	harjunnepi löylylä	1	Kähdän.	Vaati korjauksia	korjattava	E			13.11.2019		
Kuntokäsitteet	19177798	Kyfitoulu esteenp.	okannen	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			27.11.2019		
Kuntokäsitteet	17433519	Kyfitoulu esteenp.	vaaralliset nurmikat	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	nouppout poistettava.	E			10.12.2019		
Kuntokäsitteet	17407142	Haukipolte	harjunnepi löylylä	1	Kähdän.	Vaati korjauksia	korjattava	E			04.12.2019		
Kuntokäsitteet	17426882	Haukipolte	harjunnepi löylylä	1	Kähdän.	Vaati korjauksia	korjattava	E			04.12.2019		
Kuntokäsitteet	17451148	Raivaustarve pihkoku.	Raivauspuu poistettava	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	nouppout poistettava.	E			13.11.2019		
Kuntokäsitteet	19429225	jakokoppa	jakokoppa	2	Kähdän.	Vaati korjauksia	laakkaan	E			02.12.2019		
Kuntokäsitteet	17402346	Raivaustarve pihkoku.	okattava	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			13.11.2019		
Kuntokäsitteet	17054190	Raivaustarve pihkoku.	okattava	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			27.11.2019		
Kuntokäsitteet	17427178	Kyfitoulu esteenp.	okannen	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			18.11.2019		
Kuntokäsitteet	174343591	Raivaustarve pihkoku.	vaaralliset nurmikat	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			22.11.2019		
Kuntokäsitteet	108434952	Raivaustarve pihkoku.	okattava	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			18.11.2019		
Kuntokäsitteet	19422754	jakokoppa	Lähtien merkinnät	2	Kähdän.	Vaati korjauksia	Merkinnän kopuu	E			26.11.2019		
Kuntokäsitteet	22331942	Raivaustarve pihkoku.	Raivaus	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			18.11.2019		
Kuntokäsitteet	17973801	Raivaustarve pihkoku.	okattava	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			06.11.2019		
Kuntokäsitteet	191691420	Raivaustarve pihkoku.	Raivaus	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	raivattava 2 vuoden k.	E			18.11.2019		
Kuntokäsitteet	17051471	Kyfitoulu esteenp.	okannen	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			06.12.2019		
Kuntokäsitteet	25103179	Välivärikä	Sulakkeen merkintä	2	Kähdän.	Vaati korjauksia	Merkinnän kopuu	E			20.11.2019		
Kuntokäsitteet	17433211	Raivaustarve pihkoku.	okattava	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			10.12.2019		
Kuntokäsitteet	170005198	Raivaustarve pihkoku.	okattava	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			27.11.2019		
Kuntokäsitteet	19426020	Keukon merkinä	Lähtien merkinnät	2	Kähdän.	Vaati korjauksia	Merkinnän kopuu	E			06.11.2019		
Kuntokäsitteet	19429225	jakokoppa	jakokoppa	2	Kähdän.	Vaati korjauksia	laakkaan	E			02.12.2019		
Kuntokäsitteet	1934142	Pyhälin suu vika	Kähdän	2	Kähdän.	Vaati korjauksia	nouppout poistettava.	E			27.11.2019		
Kuntokäsitteet	17391843	Raivaustarve pihkoku.	okattava	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			26.11.2019		
Kuntokäsitteet	191773493	Kyfitoulu esteenp.	vaaralliset nurmikat	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	nouppout poistettava.	E			18.11.2019		
Kuntokäsitteet	17010206	Raivaustarve pihkoku.	Raivaus	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			06.12.2019		
Kuntokäsitteet	1041138	Kyfitoulu esteenp.	okannen	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			20.11.2019		
Kuntokäsitteet	103992025	Kyfitoulu esteenp.	okannen	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	mehiliskäpälä suutaan	E			27.11.2019		
Kuntokäsitteet	17664633	Pyhälin suu vika	Kähdän	2	Kähdän.	Vaati korjauksia	Typpijalan vuoto	E			22.11.2019		
Kuntokäsitteet	17010234	Raivaustarve pihkoku.	okattava	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			04.12.2019		
Kuntokäsitteet	1942754	Kyfitoulu esteenp.	okannen	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			06.11.2019		
Kuntokäsitteet	191691395	Raivaustarve pihkoku.	okattava	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			26.11.2019		
Kuntokäsitteet	17448323	Raivaustarve pihkoku.	Raivaus	3	Kähdän.	Vaati korjauksia	raivattava 2 vuoden k.	E			03.12.2019		
Kuntokäsitteet	18279149	Raivaustarve pihkoku.	okattava	1	Kähdän.	Vaati korjauksia	okattava 2 vuoden k.	E			26.11.2019		

Kuva 12. Tarkastusalueen kuntohavainnot.

Kuva 13. Teemakartan luonti.



Kuva 14. Teemakartta huonokuntoisista pylväistä.

5 Pohdintaa

Analyysien tarkoitus Insplanin näkökulmasta on, että kuntotarkastuspalvelu olisi avaimet käteen -periaatteella toimiva ratkaisu, jossa emme pelkästään tuo tilaajan tietoisuuteen kaikki verkossa olevat ongelmalliset kohdat, vaan esitämme myös ratkaisuja niiden korjaamiseen. Analyysissä esitämme ehdotuksia, mihin verkon kohtiin tulisi lähitulevaisuudessa panostaa saneerauksien merkeissä ja missä kannattaa pelkästään korjata olevia rakenteita.

Yksittäisten investointipäätösten ja niistä syntyvän investointiohjelman määrittämisessä keskeiseen rooliin nousee verkon taloudellinen kehittäminen aikataulullisesti ja rakenteellisesti. Tähän kuuluu, että sähkön laatu- ja turvallisuustasot ovat hyväksyttäviä, investointeja tehdään riittävän suurina kokonaisuuksina ja johdot pyritään uusimaan silloin, kun ne ovat pitoaikansa lopussa. Ilman selkeää kuvaa tulevaisuuden kehityssuunnitelmista vuosittaisten investointiohjelmien laatiminen on hapuilevaa. Verkoston kehittämisen investointeihin on käytettävissä vuosittain rajalliset resurssit. Niinpä kohteet ovat tarkoituksenmukaista asettaa kiireellisyysjärjestykseen, johon tarvittaessa voidaan tehdä olosuhteiden edellyttämiä muutoksia. (Lakervi & Partanen 2008: 223.) Tässä haluamme yhtiönä olla suurena mahdollistajana ja aidosti tukea tilaajamme tiivistä yhteistyötä tehden tekemään oikeita päätöksiä heidän jakeluverkkonsa kehittämisessä.

Kuntotarkastuksien ja kunnossapidon merkitys tulee korostumaan tulevaisuudessa vielä entisestään ja myös monipuolistumaan, kun verkkoyhtiöiden on tarjottava kuluttajilleen katkottomampaa sähkönjakelua. Jakeluverkkoon asennetaan entistä enemmän automaattioratkaisuja, joiden tarkoitus on mahdollistaa vikatilanteissa nopeampaa vianrajausta ja sähköjen palauttamista kuluttajille. Tämän takia on pidettävä huolta siitä, että automaatiolla ohjattavat komponentit ovat toimintakunnossa silloin, kun niitä tarvitaan. Nivos Palvelut Oy:n toimitusjohtaja Jarno Virtanen toteaa haastattelussani: ”Automaattioratkaisut vaativat myös säännöllisiä kuntotarkastuksia ja kunnossapitoa.”

Lähteet

Energiavirasto. 8.11.2018. Valvontamenetelmät neljännellä 1.1.2016 – 31.12.2019 ja viiden- nellä 1.1.2020 – 31.12.2023 valvontajaksolla. Liite 2. Verkkoaineisto. <<https://energiavirasto.fi/documents/11120570/12766832/Valvontamenetelmät-sähkönjakelu-2016-2023.pdf/72eac45f-4fe0-6b0a-d5f7-e89ee97b89fc/Valvontamenetelmät-sähkönjakelu-2016-2023.pdf>>. Luettu: 1.2.2020.

Kymenlaakson sähkö Oy. 1998. LAHOLASK_maastokone versio1.

Lakervi, E. & Partanen, J. 2008. Sähkönjakelutekniikka. Helsinki: Helsinki University Press.

SFS 6002:2015 + A1:2018. Sähkötyöturvallisuus. Kunnossapitokäytännöt. 2018. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry.

Sähköturvallisuuslaki. 16.12.2016/1135. Verkkoaineisto. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161135>>. Luettu: 19.12.2019.

Sähkömarkkinalaki 588/2013. 9.8.2013. Verkkoaineisto. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130588>>. Luettu 1.2.2020.

Temmilä, Joni. 2019. Projektipäällikkö, Insplan Oy, Porvoo. Haastattelu 13.12.2019.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 10.1.2017. Tukes-ohje 16/2017. Sähkölaitteistot ja tarkastukset. Verkkoaineisto. <<https://tukes.fi/documents/5470659/6372867/Tukes-ohje++Sähkölaitteistot+ja+tarkastukset/a7ba0010-6bd4-4d97-a737-978db5d53dea/Tukes-ohje++Sähkölaitteistot+ja+tarkastukset.pdf>>. Luettu 3.3.2020.

Virtanen, Jarno. 2019. Toimitusjohtaja, Nivos Palvelut Oy, Mäntsälä. Haastattelu 26.11.2019.

Liite 1. Esimerkki PJ-pylvään tarkastuslomakkeesta PowerGrid-verkkotietojärjestelmässä.

<ul style="list-style-type: none"> [-] Pylväs <ul style="list-style-type: none"> [-] Dokumentointi <ul style="list-style-type: none"> [-] Dokumentointi virheellinen/puutteellinen <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 korjataan [-] Haruksen alapään kiinnitys <ul style="list-style-type: none"> [-] Haruksen alapää maan sisällä <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 2 Pj-haruksen korjaus [-] Harusankkuri <ul style="list-style-type: none"> [-] Kalliojatkosilmus auennut <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 Pj-haruksen korjaus <input type="checkbox"/> 3 tarkkaillaan [-] Kalliosilmus irti <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 Pj-haruksen korjaus [-] Nousut <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 2 Pj-haruksen korjaus <input type="checkbox"/> 3 tarkkaillaan [-] harusankkuri syöpynyt <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 2 uusitaan ankkuri <input type="checkbox"/> 4 tarkkaillaan [-] Haruseristin <ul style="list-style-type: none"> [-] Rikkinainen <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 Pj-haruksen korjaus <input type="checkbox"/> 3 tarkkaillaan [-] Väärän tyyppinen <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 4 Korjaus harkinnan mukaan [-] Harusköysi <ul style="list-style-type: none"> [-] Irti <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 Pj-haruksen korjaus <input type="checkbox"/> 3 tarkkaillaan [-] Suuri harusvirta > 2 mA <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 4 Korjaus harkinnan mukaan [-] Varoitusmerkintä puuttuu <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 2 Varoitusmerkinnän korjaus <input type="checkbox"/> 3 tarkkaillaan 	<ul style="list-style-type: none"> [-] harusvajeni löysällä <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 kiristetään <input type="checkbox"/> 2 tarkkaillaan <input type="checkbox"/> 4 ei toimenpidettä [-] ruostunut <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 2 uusitaan <input type="checkbox"/> 3 tarkkaillaan [-] tarpeeton harus <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 2 poistetaan [-] Johdin <ul style="list-style-type: none"> [-] Johto matalalla <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 johtoa korotettava heti <input type="checkbox"/> 2 johtoa korotettava <input type="checkbox"/> 4 Korjaus harkinnan mukaan [-] Päällystevaurio <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 Pj-johtimen korjaus <input type="checkbox"/> 3 tarkkaillaan [-] Säievika <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 Pj-johtimen korjaus <input type="checkbox"/> 3 tarkkaillaan [-] Vieras esine johdossa <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 Pj-johtimen korjaus <input type="checkbox"/> 3 tarkkaillaan [-] Kaapeli <ul style="list-style-type: none"> [-] Litinkotelo puuttuu <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 2 lisätään <input type="checkbox"/> 4 tarkkaillaan [-] Litoskotelo/Rikki <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 2 uusitaan <input type="checkbox"/> 4 tarkkaillaan [-] Mekaaninen suoja viallinen/puuttuu <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 2 Kaapelisuojaus korjaus <input type="checkbox"/> 3 tarkkaillaan [-] Vaurio kaapelin/johtimen eristyksessä <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 Pj-kaapelin korjaus <input type="checkbox"/> 3 tarkkaillaan 	<ul style="list-style-type: none"> [-] Vika kaapelin kiinnityksessä <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 2 Pj-kaapelin kiinnityksen korjaus <input type="checkbox"/> 3 tarkkaillaan [-] Kallioraudat <ul style="list-style-type: none"> [-] Irti <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 uusitaan <input type="checkbox"/> 2 kiinnitetään [-] ruostunut <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 uusitaan <input type="checkbox"/> 3 tarkkaillaan [-] vääntynyt <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 uusitaan <input type="checkbox"/> 3 tarkkaillaan [-] Latvarakenne/eistin <ul style="list-style-type: none"> [-] Rikkinäinen <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 Pj-latvarakenteen korjaus <input type="checkbox"/> 3 tarkkaillaan [-] tikankoloja <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 suuria käpykoloja läpi pylvään <input type="checkbox"/> 2 suuria käpykoloja <input type="checkbox"/> 3 kohtalaisia käpykoloja <input type="checkbox"/> 4 pieniä käpykoloja [-] Latvarakenne/orsi <ul style="list-style-type: none"> [-] Oren/koukun/tapin kiinnitysvika <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 Pj-latvarakenteen korjaus <input type="checkbox"/> 3 tarkkaillaan [-] Maadoitus <ul style="list-style-type: none"> [-] Haruksen alapää maadoittamatta <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 2 Maadoituksen korjaus [-] Haruksen yläpää maadoittamatta <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 2 Maadoituksen korjaus [-] Kosketus/mekaaninen suoja viallinen <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 2 Kaapelisuojaus korjaus [-] Maadoitus poikki <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 2 Maadoituksen korjaus
--	--	---

- [-] Haruksen yläpää maadoittamatta
 - 2 Maadoituksen korjaus
- [-] Kosketus/mekaaninen suoja viallinen
 - 2 Kaapelisuojausten korjaus
- [-] Maadoitus poikki
 - 2 Maadoituksen korjaus
- [-] Suojaputken korkeus väärä
 - 2 Kiinnitetään uudelleen
- [-] Väärä materiaali
 - 2 Maadoituksen korjaus
- [-] maad_johdon asennus viallinen
 - 2 korjataan
- [-] suojaputki irti
 - 1 kiinnitetään
- [-] suojaputki puuttuu
 - 1 lisätään
- [-] suojaputki rikki
- [-] Muut huomiot
 - [-] Muut huomiot
 - 1 korjataan heti
 - 2 korjataan
 - 3 tarkkaillaan
- [-] Pj-kaapelipäätte
 - [-] Suoja viallinen
 - 2 Pj-kaapelin korjaus
 - 3 tarkkaillaan
 - [-] Vika päätteen kiinnityksessä
 - 2 Pj-kaapelin kiinnityksen korjaus
 - 3 tarkkaillaan

- [-] Pylvään laihous
 - [-] Pintalahjo
 - 1 Pj-pylvään vaihto
 - 1 Pylvään vaihto, laihisuusaste 3, 2 kpl nauha
 - 2 Pj-pylvään vaihto
 - 2 Pylvään vaihto/juurituki, laihisuusaste 2, 1 kpl nauha
 - 3 Lahoja, laihisuusaste 1, tarkkaillaan
 - 4 Korjaus harkinnan mukaan
 - [-] Pintalahjo
 - [-] Sisälahjo
 - 1 Pj-pylvään vaihto
 - 1 Pylvään vaihto, laihisuusaste 3, 2 kpl nauha
 - 2 Pj-pylvään vaihto
 - 2 Pylvään vaihto/juurituki, laihisuusaste 2, 1 kpl nauha
 - 3 Lahoja, laihisuusaste 1, tarkkaillaan
 - 4 Korjaus harkinnan mukaan
 - [-] Sisälahjo
 - [-] latva laihonnut
 - 1 Pj-pylvään vaihto
 - 2 Pj-pylvään vaihto
 - 4 tarkkaillaan
- [-] Pylvään muu vika
 - [-] Halkeama
 - 1 Pj-pylvään vaihto
 - 2 Pj-pylvään vaihto
 - 3 Korjaus harkinnan mukaan
 - 4 Korjaus harkinnan mukaan
 - [-] Kallistunut
 - 1 Pj-pylvään upotus
 - 2 Pj-pylvään upotus
 - 3 tarkkaillaan
 - [-] Mekaaninen vaurio
 - 1 Pj-pylvään vaihto
 - 2 Pj-pylvään vaihto
 - 3 tarkkaillaan

- [-] Nousut
 - 1 Pj-pylvään upotus
 - 3 tarkkaillaan
- [-] Pylväshattu puuttuu
 - 2 Pj-latvarakenteen korjaus
 - 3 tarkkaillaan
- [-] nurjahtanut
 - 1 pylväs uusittava
 - 2 lisätään harustusta
 - 3 tarkkaillaan
- [-] Pylvään varoitusmerkinnät
 - [-] Hengenvaara merkintä puuttuu/epäselvä
 - 3 tarkkaillaan
 - [-] Keltainen varoitusnauha puuttuu
 - 3 tarkkaillaan
 - [-] Ryhmänumeromerkintä puuttuu
 - 2 lisätään
 - [-] Yhteiskäyttö merkintä puuttuu
 - 2 Varoitusmerkinnän korjaus
 - 3 tarkkaillaan
- [-] Raivaustarve johtoalueella
 - [-] Oksittava
 - 1 Johtoalueen oksinta ei käytössä
 - 1 oksittava heti
 - 2 oksittava 1-vuoden sisällä
 - 3 oksittava 2-vuoden sisällä
 - 4 oksittava 3-vuoden sisällä
 - [-] Raivattava
 - 1 Johtoalueen raivaus_ei käytössä
 - 1 raivattava heti
 - 2 raivattava 1-vuoden sisällä
 - 3 raivattava 2-vuoden sisällä
 - 4 raivattava 3-vuoden sisällä

- [-] Reunapuu poistettava
 - 1 Reunapuun poisto
 - 1 reunapuut poistettava heti
 - 2 reunapuut poistettava 1-vuoden sisällä
 - 3 reunapuut poistettava 2-vuoden sisällä
 - 4 reunapuut poistettava 3-vuoden sisällä
- [-] Rakennukset/puuvarastointi johtoalueella
 - [-] Lähellä, etäisyydet tarkistettava
 - 1 korjataan
 - 4 Korjaus harkinnan mukaan
- [-] Varoitustaulu johtoalueella
 - [-] Mekaaninen kunto huono
 - 4 Korjaus harkinnan mukaan
 - [-] Merkinnät epäselvät
 - 4 Korjaus harkinnan mukaan
- [-] Välivaroke
 - [-] Kytkimen korkeus väärä
 - 2 korjataan
 - [-] Sulakekoko väärä
 - 2 vaihdetaan
 - [-] Sulakekoon merkintä puuttuu
 - 2 Merkinnän korjaus
 - 3 tarkkaillaan
 - [-] Varokekytkin viallinen
 - 2 uusittava
 - 3 tarkkaillaan
- [-] Ylijännitesuojat/kipinäväli
 - [-] Maadoitus poikki
 - 2 Maadoituksen korjaus
 - 3 tarkkaillaan
 - [-] Mekaaninen vaurio
 - 2 Ylijännitesuojan vaihto
 - 3 tarkkaillaan