



Satakunnan ammattikorkeakoulu

Matti Hällfors

SÄHKÖNJAKELUVERKON TARKASTUS JA PAIKANNUS

Tekniikka Pori

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Sähkövoima ja automaatiotekniikka

2008

SÄHKÖNJAKELUVERKON TARKASTUS JA PAIKANNUS

Hällfors, Matti
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkövoima ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2008
Kerkkäinen, Yrjö
UDK: 621.316.1, 658.581
Sivumäärä: 26

Asiasanat: Satelliittipaikannus, sähköjakelu, huolto, kunnossapito

Opinnäytetyön aiheena oli Sallila Sähkönsiirto Oy:n sähköverkon huolto ja kunnossapito -laitteiston käyttöönotto, sekä tutkittiin laitteiston soveltuvuutta dokumentointiin ja suunnitteluun. Aluksi tutustuttiin lainsäädäntöön ja suosituksiin verkostotarkastuksista, jotta saatiin tietää tarkastusten todellinen käyttötarkoitus.

Tämän jälkeen tutustuttiin tarkastusten toimintaan aikaisemmin ja niiden tuloksiin, sekä tutkittiin vikatilastoja verkon heikkojen kohtien löytämiseksi. Tarkastettavaa alutta on sen verran paljon, että tarkastuksesta täytyy saada heti alussa mahdollisimman tehokas.

Laitteistona käytössä oli Trimblen -GPS, sekä Panasonic:n CF-19 -kannettavatietokone. Molemmissa laitteissa oli GPS, joten niiden tarkkuuksia pystyi vertailemaan, sekä yleisesti selvitettiin GPS:n ja sen koordinaattien korjauksen toiminta.

Yhtiöllä on käytössä verkkotietojärjestelmänä Open++ Integra ja ABB teki siihen lisäosana kunnonhallintasovelluksen, jotta saataisiin kaikki tieto verkosta yhteen järjestelmään. Kunnonhallintasovelluksessa on komponenttitasolta alkaen kohde, tarkastuskohde, kuntokohde ja havainto. Tarkastuskohteesta alkaen tehtiin hierarkia, jota ei voi muuttaa tarkastusten alettua.

Tarkastajalle rakennettiin sellainen kuntohierarkia tarkastuksiin, joilla saataisiin tarkastus tehokkaaksi ja osittain myös kerättyä tietoa verkon rakenteesta. Hierarkiassa on paljon hyviä ominaisuuksia vanhasta pöytäkirjasta ja Senerin verkostosuosituksista.

Päätteeksi tehtiin ohjeistus tarkastajalle hierarkiasta, laitteiston käytöstä ja verkon dokumentoinnista GPS:n avulla, sekä tutkittiin laitteiston käyttöä suunnittelussa.

INSPECTION AND RADIO DETERMINATION OF AN ELECTRIC GRID

Hällfors, Matti

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in electrical engineering

May 2008

Kerkkäinen, Yrjö

UDC: 621.316.1, 658.581

Number of Pages: 26

Key Words: satellite radiodetermination, distribution of electricity, service, maintenance

The purpose of this thesis was the deployment of maintenance equipment for Sallila Sähkönsiirto Oy's electric grid. The thesis also includes the study of the suitability of the equipment for documenting and designing. At first legislation and references of grid inspections were studied. So the real purpose of inspections was clarified.

After this previous inspections and results were examined. Statistics of grid errors were studied to find the weak spots. The area to be inspected is so large that the inspection process must be as efficient as possible from the start.

The used equipment was Trimble GPS and Panasonic CF-19 laptop. Both devices had GPS, so comparing accuracy between both devices was possible. We also solved how GPS and its coordinate correction system operates.

The company has the Open++ Integra network information system and ABB has made a condition management software add-on for it. With this it was possible to get all the information from the grid to one system. The condition maintenance system has four major components: object, inspected object, condition object and observation. Starting from an inspected object a hierarchy was made which can't be changed after inspections have started.

For the inspector, a condition hierarchy was built, which makes it possible to make inspections efficient and partly to get information about the structure of the grid. The hierarchy has many good features from the old log sheet and Sener's grid guidelines.

Finally instructions for the inspector were made about the hierarchy, use of equipment and documenting the grid with the help of GPS.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 VERKOSTON TARKASTUS	6
2.1 Lainsäädäntö ja suositukset	6
2.2 Tarkastusten historia.....	7
2.3 Tarkastusten tulevaisuus.....	8
2.3.1 Tarkastajan toiminta.....	11
2.3.2 Tarkastusten vaikutus sähkönjakeluun	12
3 LAITTEISTO	14
3.1 Maastokannettava	15
3.2 GPS -laite	15
3.2.1 Paikannusjärjestelmä	16
3.2.2 GPS signaalin korjaus	16
3.2.3 Omia tutkimuksia GPS:n tarkkuudesta.....	17
4 OHJELMISTO	19
4.1 Verkkotietojärjestelmä	19
4.2 Kunnonhallintasovellus	20
5 KUNTOHIERARKIA.....	21
6 LAITTEISTON KÄYTTÖ VERKOSTON SUUNNITTELUSSA JA DOKUMENTOINNISSA	22
7 TUTKIMUSTULOSTEN LOPPUPÄÄTELMÄ	24
LÄHTEET	25
LIIITTEET	

1 JOHDANTO

Lopputyön aihe syntyi, kun Sallila Sähkönsiirto Oy:ssä syntyi tarve ottaa käyttöön tehokkaampi huolto ja kunnossapito -laitteisto. Alun perin projektin suunnittelu aloitettiin jo keväällä 2005, jolloin tuli lakisääteiseksi huolto ja kunnossapito-ohjelman laadinta huhtikuuhun 2005 mennessä. Laitteiston tarkoituksena on toimia kunnonhallinnassa, sekä paikannustietojen viemisessä verkkotietojärjestelmään.

Syksyllä 2005 päätettiin hankkia ABB:lta kunnonhallintasovellus Open++ Integraan, jotta saataisiin kaikki tiedot yhden verkkotietojärjestelmän taakse. Laitteistoksi päätettiin hankkia Panasonic CF-19 -maastotietokone ja GPS Trimble ProXT Pathfinder.

Alun perin tarkoitus oli tehdä sovelluksesta sellainen, että siinä voidaan suoraan käyttää HeadPowerin hierarkiaa, mutta ajatellessa asiaa päätettiin tehdä oma hierarkia. Omasta hierarkiasta saataisiin turhat tarkkuudet karsittua pois ja tarkistusta nopeutettua huomattavasti, sekä lisättyä tarkastajalle arviointivastuuta.

Kunnonhallintasovelluksessa on neljä eri tasoa, jotka ovat kohde, tarkastuskohde, kuntokohde, sekä havainto. Ainoastaan kohde on määritelty valmiiksi, joten muut täytyi rakentaa itse. Hierarkian rakentaminen alkoi selvittämällä Senerin verkkosuositusten avulla mitä asioita verkosta tarkistetaan ja sen jälkeen rakennettiin sellainen hierarkia, jolla saadaan komponenttien kunto selville. Hierarkiasta sai loppujen lopuksi tehtyä sellaisen, että sen avulla voidaan kerätä myös tietoja verkon rakenteesta, joten laitteisto toimii samalla dokumentointilaitteistona.

GPS:n käyttö on yleistynyt paljon 2000-luvulla ja järjestelmät kehittyvät kokoajan tarkemmiksi. Tämän vuoksi päätin tutkia myös laitteiston käyttöä dokumentoinnissa ja suunnittelussa.

2 VERKOSTONTARKASTUKSET

2.1 Lainsäädäntö ja suositukset

Jakeluverkon huollosta ja kunnossapidosta on määrätty seuraavasti:

(Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410)

2 §

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

5 §

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

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

21 §

Ministeriö voi määrätä, että tietynlaiset sähkölaitteistot on huollettava määrävälein sekä säännöllistä huoltoa vaativien laitteistojen hoitoa varten on ennalta laadittava huolto- ja kunnossapito-ohjelmat.

Pääpaino tarkastuksissa tulee olla sähkölaitteiden ylläpitämiseksi sähkölain momentin viisi mukaisina ja myös sen mukainen järjestys, jota voi hyödyntää korjauksien kiireellisyyksien määrittelyssä. Laitteiston kunnossapidossa tärkein asia on, ettei laitteisto aiheuta vaaraa terveydelle tai omaisuudelle. Sähkölaissa ei ole määritelty tarkkoja huoltoväli aikoja, mutta huolto- ja kunnossapito -ohjelma täytyy olla laadittuna.

Tarkastustiheydestä on annettu seuraavanlaiset suositukset:

(Sener Verkostosuositus TA 1:97)

- 1. Suurjänniteavojohto ja ulkokytkin laitos, suojarieistysten ja maadoitusjohtimien kunnan tarkastuksineen 3 vuoden välein*
- 2. Keskijänniteilmajohto, muuntamo sekä sisäkytkinlaitos maadoitusjohtimien kunnontarkastuksineen 6 vuoden välein*
- 3. Suurjännite ja keskijänniteverkon ylivirta- ja maasulkusuojausten tarkastusten suojarieleet ilman itse valvontaa 3 vuoden ja itsevalvonnan omaavat 6 vuoden välein.*
- 4. Pienjänniteverkoston mukaan lukien ulkovalaistusverkosto ja jakokeskusten kunnan sekä ylivirta ja maasulkusuojausten tarkastukset 6 vuoden välein*
- 5. Maadoitusimpedanssin (-resistanssin) mittaus
Yhden maadoitusjohtimen varassa 6 vuoden välein
Useamman maadoitusjohtimen varassa 12 vuoden välein*
- 6. Puu pylväiden lahoisuustarkastukset 25-30 vuoden välein*

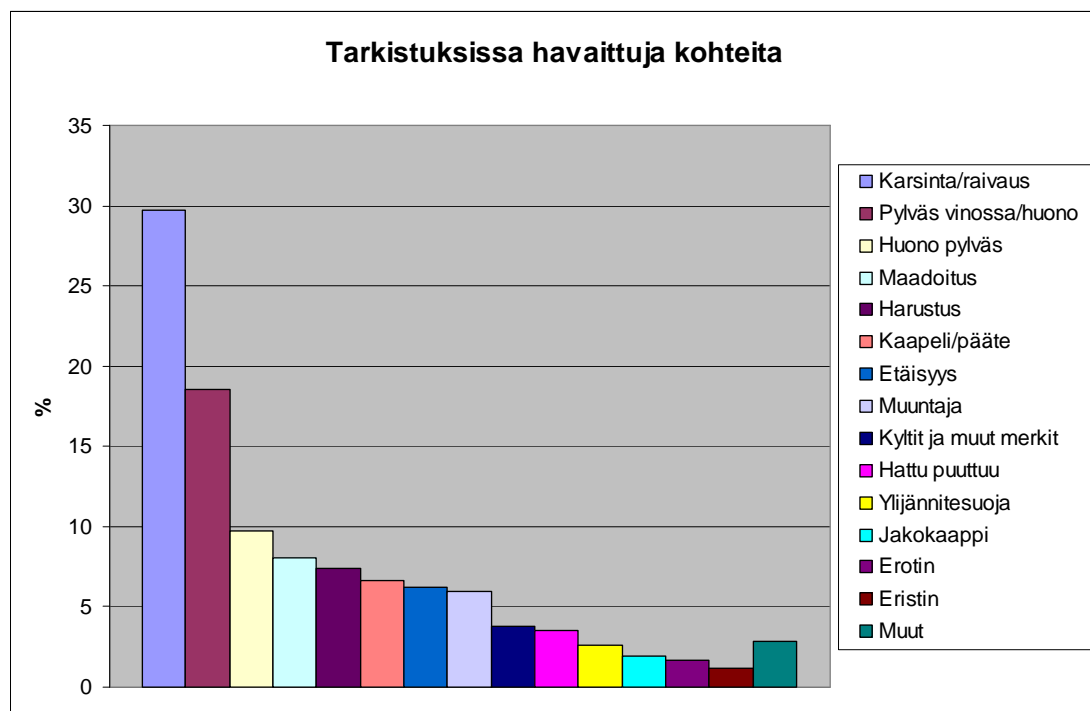
Tarkastustiheyden suosituksia noudattamalla saadaan tarkastusvaatimus täytettyä, mutta tarkastuksissa havaitut puutteet ja viat pitää myös korjata, jotta sähköverkko on turvallinen ja sähkönjakelu häiriöttömämpi.

2.2 Tarkastusten historia

Sallilan jakeluverkko on kasvanut joka vuosi ja tällä hetkellä keskijänniteverkkoa on ylläpidettävänä noin 1440 km, josta ilmajohtoa 1380 km, sekä pienjännitelinjaa noin 2670 km ja ilmajohdon osuus noin 1590 km. Keskijännitelinjaa on rakennettu 1970–2007 välisenä aikana noin 1200 km ja sen kunnonhallinta on tärkeätä, jotta saadaan runkolinjat pysymään toimintakykyisinä ja vanhat johto-osuudet saneerattua ajallaan.

Tällä hetkellä tarkastuksia suoritetaan helikopteritarkastuksilla kolmen vuoden välein ja maasta kuuden vuoden välein.

Aikaisemmin tarkastukset on suoritettu tarkastuskansion avulla, jolloin on täytetty tarkastuspöytäkirjoja kohteista. Tein vertailua hieman siitä mitä asioita ennen on pidetty korjausta vaativina vikoina. Vanhoista tarkastuskansioista vikoja tutkimalla sai selville eri tarkastajien huomiokohteita 2000-luvulla. Tarkastuskansioita oli Huittisten ja Alastaron alueilta. Tarkastajina on ollut useita eri henkilöitä, joten saatiin tutkittua laaja-alaisesti tarkastuksia. Tarkistuskohteita on hieman yleistetty, jotta saataisiin kohteiden määrää rajattua.

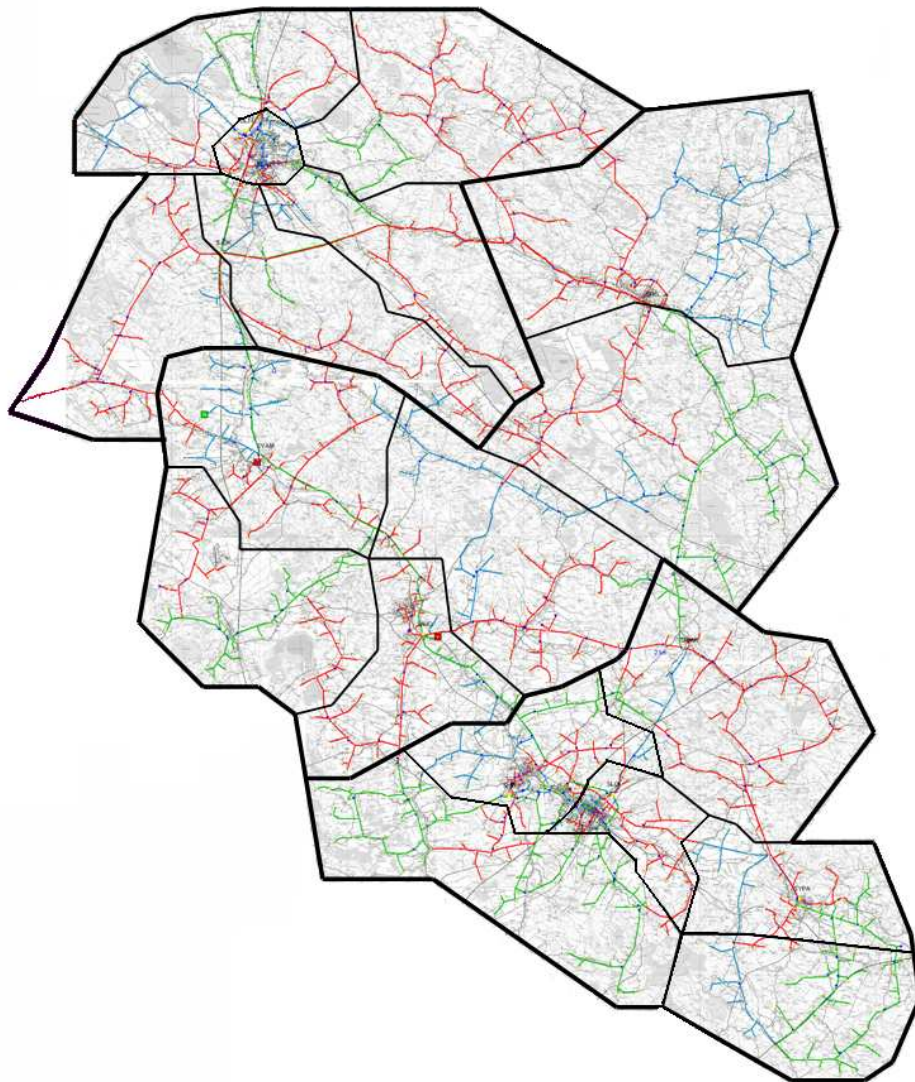


Kuvio 1. Aikaisemmissa tarkastuksissa havaittuja vikapaikkoja /1/

Karsinta/raivaus ovat suurimpia syitä vikamerkintöihin. Suurjännitepuolella suoritetaan yleensä johtokadun raivaus ja pienjännitepuolella karsinta johtoaluesopimuksista riippuen. Pylväiden kunto oli myös sellainen, josta oli tullut useampi merkintä ja näihin kahteen asiaan kannattaa varmastikin tulevaisuudessa panostaa, koska niiden viat ovat kaikkein helpoiten havaittavissa. /1/

2.3 Tarkastusten tulevaisuus

Sallilan sähkösiirto on jaettu kolmeen alueeseen ja alueet on jaettu kuuteen tarkastusalueeseen alla olevan kuvan mukaisesti. Koko alue tulee tarkastettua kuuden vuoden aikana, kun jokaisella alueella tarkastetaan yksi tarkastusalue joka vuosi.



Kuva 1. Sallilan alueet, sekä tarkastusalueet koko jakelualueella

Ensimmäisen kokonaisen tarkastuskerran jälkeen saadaan tietokannasta selville verkoston huonokuntoisimmat kohdat ja ne voidaan saneerata ensimmäisenä, jolloin toimintavarmuus paranee.

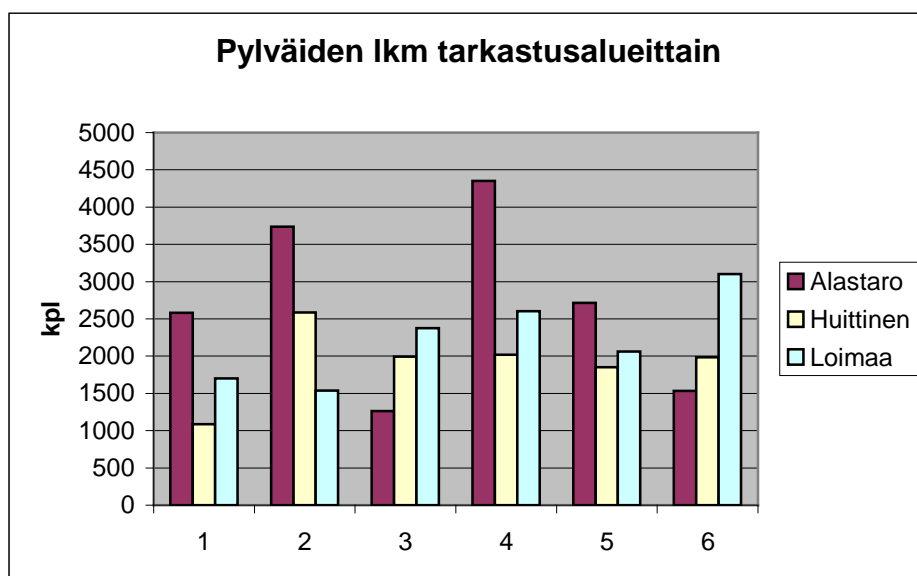
Verkkotietojärjestelmän tietoja vuonna 2007:

Avojohto	1167000 metriä
PAS	223000 metriä
Maakaapeli	49000 metriä

Pylväiden määrä:

Keskijännite	13000 kpl
Pienjännite	25300 kpl
Yhteiskäyttö	2800 kpl

Pylväitä pystyy tarkastamaan noin 70 päivässä, joten kaikkien pylväiden tarkastamiseen kuluu aikaa noin 420 päivää.



Kuvio 2. Pylväiden määrät alueittain, sekä tarkastusalueittain

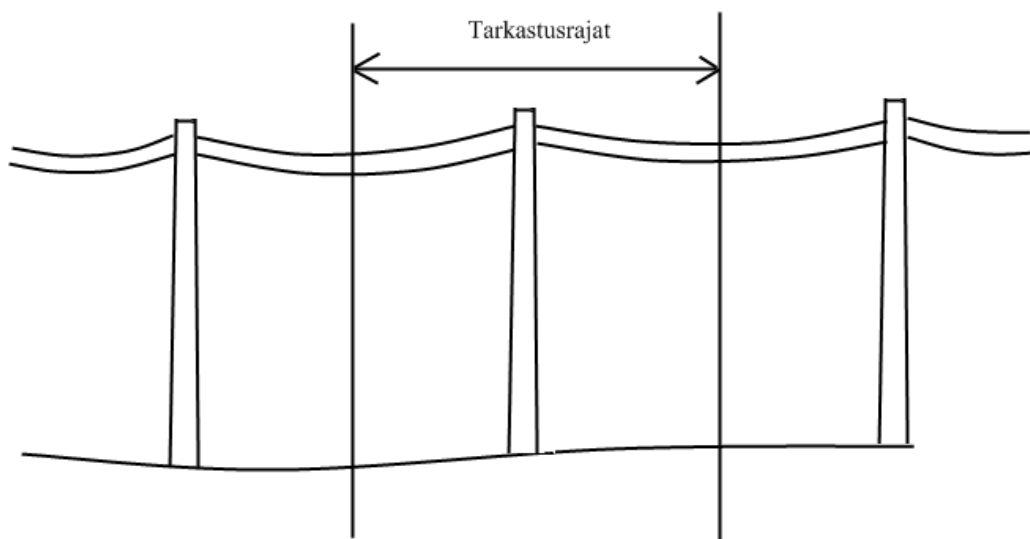
Tarkastusaluejako on tehty muuntajien lukumäärän perusteella, joten tästä syystä pylväiden lukumääriin on tullut hieman epätasaisuutta. Taajama-alueilla pylväiden käyttö on vähäisempää, joka näkyy kuviossa. Näillä alueilla on yleensä enemmän

jakokaappeja kuin taajaman ulkopuolella, joten tarkastettavien komponenttien määrät hieman tasoittuvat.

2.3.1 Tarkastajan toiminta

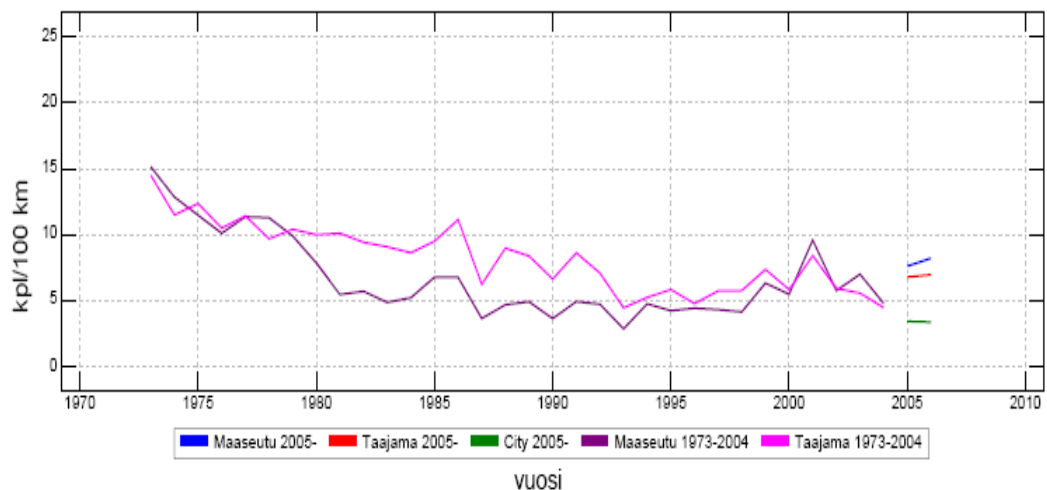
Tarkastajan tulee tuntea sähköverkon rakenne ja komponentit, sekä pystyä arvioimaan niiden kunto yleensä ainoastaan silmämääräisellä tarkastuksella. Tarkastaja korjaa tarkastuksen yhteydessä helposti korjattavat viat ja raportoi ainoastaan sellaisista vioista, joita ei pysty itse tarkastuksen yhteydessä korjaamaan.

Tarkastusalueella käydään lävitse pien- ja suurjännitelinjat. Tarkastaja aloittaa johtohaaran päästä ja etenee pylväs kerrallaan linjaa tarkastaen tarkastuslaitteisto mukanaan. Pylväs on linjaosuudella se komponentti, johon tehdään tarkastusrajojen sisäpuolella olevien komponenttien havainnot, sekä ensimmäisellä kerralla merkitään pylvaiden paikat GPS:n avulla. Muuntajien, erottimien ja jakokaappien kunto arvioidaan samantapaisesti niiden omilla hierarkioillaan. Tarkastajan ohjeita pylväällä on liitteessä 1. /9, 10, 12/



Kuva 2. Pylvään kohdalla tarkastettavat komponentit

2.3.2 Tarkastusten vaikutus sähkön jakeluun



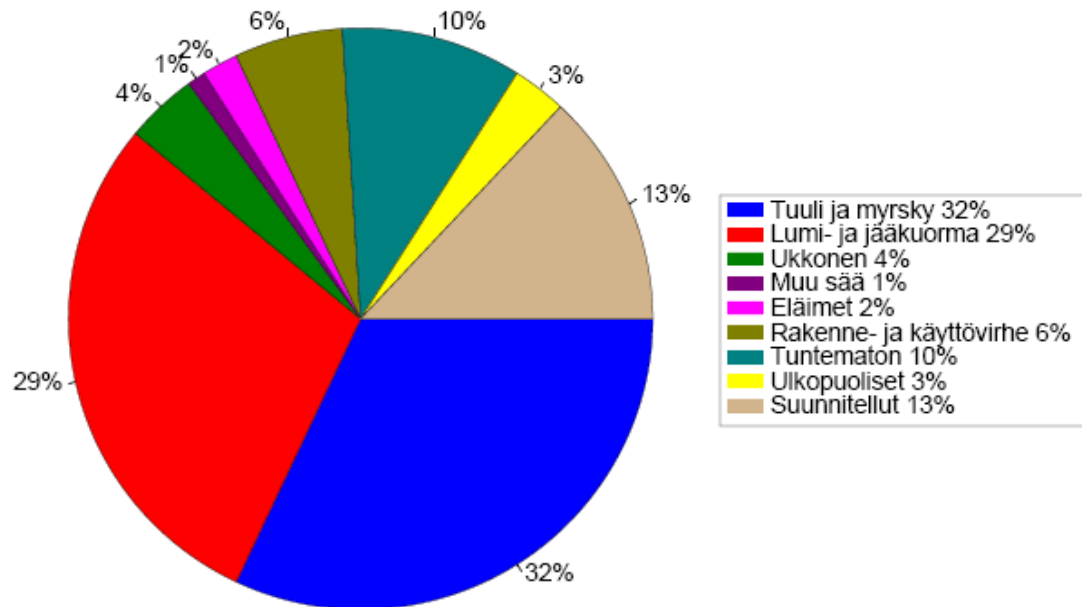
Kuvio 3. Energiateollisuuden 2006 vuoden keskeytystilaston mukainen keskijänniteverkon vikakeskeytystaajuus /1/

Energialiiton tilaston perusteella keskeytysten määrä on laskenut huomattavasti 80-luvun jälkeen ja siitä eteenpäin pysynyt jo useamman vuoden samalla tasolla. Tulevaisuudessa sähkön toimivuuden pitäisi olla vieläkin parempi, joten vanhojen johto-osuuksien kunnossapitoon täytyy panostaa. Sähköverkkoa ei ole mahdollista rakentaa häiriöttömäksi, mutta sen kunnossapidolla saadaan häiriöiden määrää pienennettyä.

Sähköverkko ikääntyy kokoajan, joten saneerausjärjestys saadaan tietoon tarkastuksilla. Parhaassa tapauksessa saadaan tietokannasta selville vikaisimmat johtoalueet, joten ne voidaan saneerata kokonaan ja pelkästään yksittäiset viat johto-osuuksilla korjataan.

Johto-osuuksien tarkastuksissa täytyy muistaa, ettei olla tarkistamassa uutta linjaa. Tästä syystä kannattaa huomioida vain sellaiset viat, joista voi olla hengenvaaraa,

häiriötä sähköjaketulle tai jonka korjauksella saadaan sähköverkon toiminta-aikaa pidennettyä huomattavasti. /11/



Kuvio 4. Energiateollisuuden 2006 vuoden keskijänniteverkon keskeytysten aiheuttajat /2/

Keskeytystilastoiden perusteella yli puolet asiakkaiden keskeytyksistä on syntynyt tuulen, myrskyn, lumen ja jääkuorman vaikutuksesta. Voidaan olettaa, että ainakin tuuli ja myrskytuhoja saadaan pienennettyä, kun pidetään johtoalueet kunnossa.

Tarkastuksissa kerätään tietoa johto-osuuksien raivaustarpeesta, koska metsätuhotyöryhmän raportin perusteella kannattaa metsien oikeanlaiseen hoitoon panostaa, jotta saataisiin minimoitua myrskytuhot. Hyvin hoidetulla johtokadulla ei ole sellaisia puita, jotka voivat kaatua voimakkaalla tuulella linjan päälle tai muuten vahingoittaa sitä /2, 3/.

3 LAITTEISTO

Tarkastajan laitteistona on Panasonic CF-19 ja Trimblen GPS. Kannettavaan hankittiin kuljetusteline, jotta sen kantaminen saatiin mahdollisimman mukavaksi, sekä GPS:lle hankittiin reppu, johon GPS -laitteen sai hyvään paikkaan.

Johtoja laitteistojen välille ei tarvita, koska käytetään langatonta bluetooth -yhteyttä. Laitteiston ongelmana on sen paino, joka hankaloittaa kulkemista maastossa, joten se hieman hidastaa tarkastuksen suorittamista.



Kuva 3. Tarkastajan laitteisto

3.1 Maastokannettava

Panasonic CF-19 on suunniteltu maasto-olosuhteissa käytettäväksi kannettavaksi tietokoneeksi, koska siinä on iskun kestävä runko ja se on IP54 suojattu. Kannettava on läpäissyt MIL-STD-810F testit, johon kuuluu pudotustesti, tärinätesti, vedenpitävyydesti ja lämpötilatesti. Kannettavassa on GPS-moduuli, joka mahdollistaa erillisen GPS:n pois jättämisen, kun ei ole tarvetta suurelle tarkkuudelle. /4/

Käyttökokemuksia:

Konetta on mahdollista käyttää normaalina kannettavana tai sitten kosketusnäytöllisenä. Kosketusnäytöllisessä asennossa painopiste on lähempänä käyttäjää, joten se on mukavampi kuljettaa siinä asennossa. Aurinkoisella säällä ja sateessa käyttö on hankalaa, koska näkyvyys on huono. Kantolaite kannettavassa on hyvä, mutta laitteen paino hieman vaikeuttaa kulkemista maastossa.

3.2 GPS-laite

Trimble ProXT Pathfinder on tarkka GPS laite, jonka avulla on tarkoitus ryhtyä dokumentoimaan verkkoa. Laitteessa ei ole omaa päätettä, joten se tarvitsee erillisen kommunikointilaitteiston, joka tässä tilanteessa on maastokannettava. Käyttö on yksinkertaista, koska nappeja ei ole kuin yksi, jota käytetään päälle asettamiseen, sekä bluetooth:n käyttöön. Käyttö kannettavan kanssa sujuu helposti bluetooth – yhteyden avulla, jolloin ei tarvita ylimääräisiä kaapeleita. Laitteelle on suoritettu MIL-STD-810F testeistä pudotustesti, tärinätesti ja iskutesti. /5/

Käyttökokemuksia:

Laitteelle tarvitsee 4 satelliittia ennen kuin se antaa minkäänlaista tietoa ulos ja alustus kestää aika kauan. Yhteyden muodostamisessa oli aluksi ongelmia, mutta kun yhteys onnistui, niin se myös toimi. GPS kiinnitetään repun telineeseen, jotta saadaan mahdollisimman hyvä näkyvyys satelliiteille. Lisäksi repussa voi kuljettaa myös helposti muuta tavaraa ja vara-akkuja maastossa.

3.2.1 Paikannusjärjestelmät

GPS eli Global Positioning System on Yhdysvaltain puolustusvoimien kehittämä paikannusjärjestelmä, jonka kehitys aloitettiin 1980-luvun alussa. Toukokuussa 2000-luvulla Yhdysvallat poisti GPS:n signaalin tarkkuutta häirinneen SA-moodin ja siitä saatiin siviilikäyttöön lisää tarkkuutta. Tällä hetkellä GPS:n tarkkuuteen vaikuttaa satelliittien kellovirhe, ilmakehän muutokset, heijastukset ja vastaanottimen tarkkuus.

Kolmiulotteiseen paikannukseen tarvitaan neljä satelliittia ja jokainen satelliitti lähettää kahta signaalia, tarkkaa C/A- koodia ja P-koodia. C/A-koodi on siviilikäytössä ja tarkkuus on 5-10 metriä. GPS:n etäisyys satelliitista voidaan mitata signaalin kulkuajan avulla tai laskemalla kokonaisten aallonpituuksien määrä. Paikannustarkkuutta voidaan parantaa toisella tunnetulla pisteellä, jolloin saadaan virhelähteitä poistettua.

Muita GPS:n kanssa kilpailevia paikannusjärjestelmiä ovat Neuvostoliiton 1996 valmistunut Colonass, sekä Eurooppalaiset paikannusjärjestelmät ENSS ja GNSS.
/6, 8/

3.2.2 GPS signaalin korjaus

Ilman korjausta signaaliin vaikuttaa useita virhelähteitä, kuten satelliitin ratavirhe ja kellovirhe, sekä ilmakerrokset. Ionisfäärin virhe paikannukseen saattaa olla 1-10 metriä ja troposfäärin 2 metriä. Lisäksi vastaanottimen virhettä saattaa syntyä antennin vaihekeskipisteen paikasta ja sen kellovirheestä.

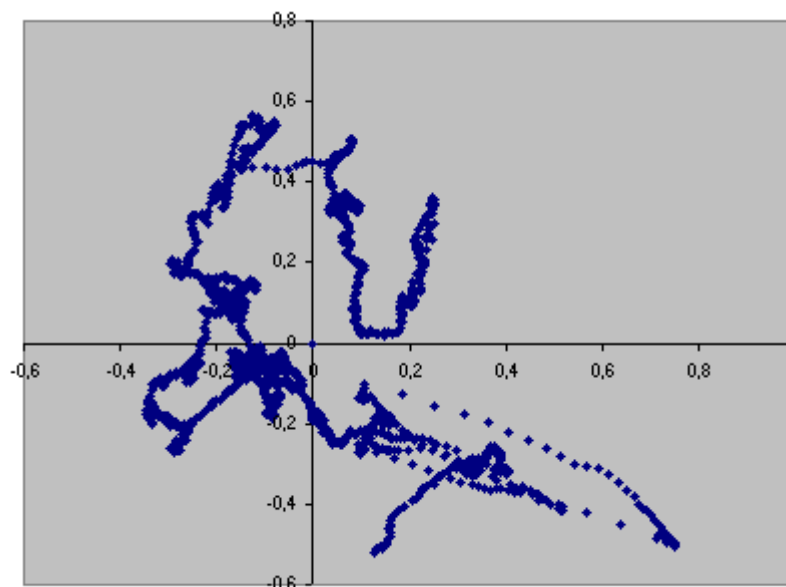
Erilaisia signaalin korjausmenetelmiä on kehitelty, jotta saataisiin tarkempia paikannuksia. Suomessa yleisesti käytössä olevia reaaliaikaisia korjauspalveluita on Fokus ja VRS-korjaus. Reaaliaikaisessa korjauksessa tukiasema lähettää korjaustiedon liikkuvalle vastaanottimelle. Fokus on yleisradion tuottama signaali, jossa korjaussignaali kulkee radioaalloilla ja toinen vaihtoehtoinen reaaliaikainen korjausmenetelmä on vastaanottaa VRS-korjaus GPRS:n välityksellä. Jälkikorjaustarve syntyy silloin, kun reaaliaikainen korjausta ei ole saatavilla.

Testeissä on selvinnyt, että Etelä-Suomen alueella ei tarvita jälkikorjausta vaan käytetään reaaliaikaista korjausta, jolloin signaalin virheet korjataan jo maastossa. Tällä hetkellä VRS-korjaus on parhaiten sopiva korjausmenetelmä ja se perustuu GPRS:n välityksellä lähetettyyn paikannustietoon ja vastaanotettuun korjaukseen.

Korjaukset eivät ole täysin reaaliaikaisia, koska korjaussignaalin toimittamiseen vastaanottimeen kuluu aikaa ja se heikentää tulosta, mutta luultavasti riittävän tarkkoja käyttötarkoitukseen. /7, 8/

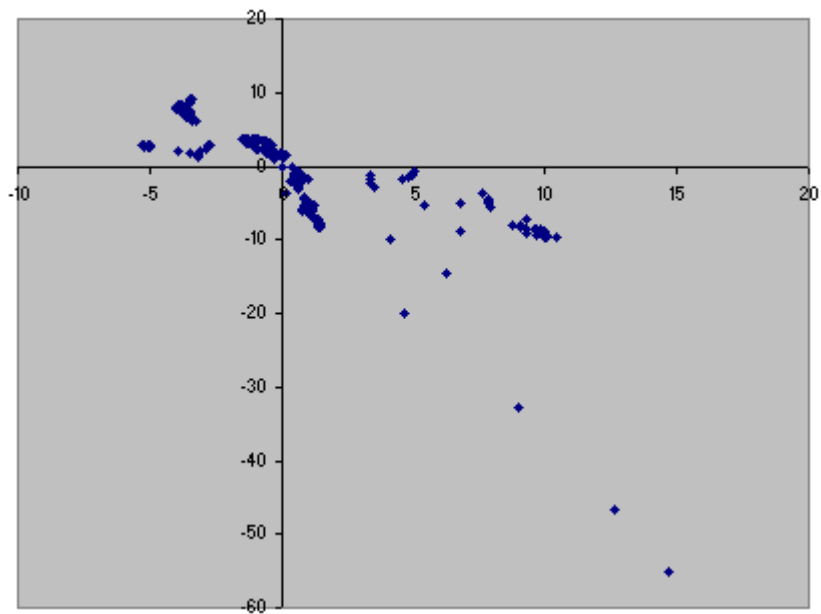
3.2.3 Omia tutkimuksia GPS:n tarkkuudesta

Testasin Trimblen ja Panasonic GPS:ien paikannuksen paikallaan pysyvyyttä noin puoli tuntia. Vastaanotin oli samassa paikassa koko mittauksen ajan, mutta silti koordinaatit vaihtelivat. Sää oli pilvetön ja aurinkoinen, sekä ajankohta noin kello 12.00.



Kuvio 5. Trimblen GPS:n paikannustarkkuus (asteikko metreinä)

Trimblen paikannustarkkuus vaihtelevuus oli hieman yli metrin huonoimmillaan, joten sen tarkkuus on jo aika hyvä pienelläkin ajalla. Korjauksen kanssa Trimblen GPS:llä saadaan verkko hyvinkin tarkasti dokumentoitua oikeisiin paikkoihin.



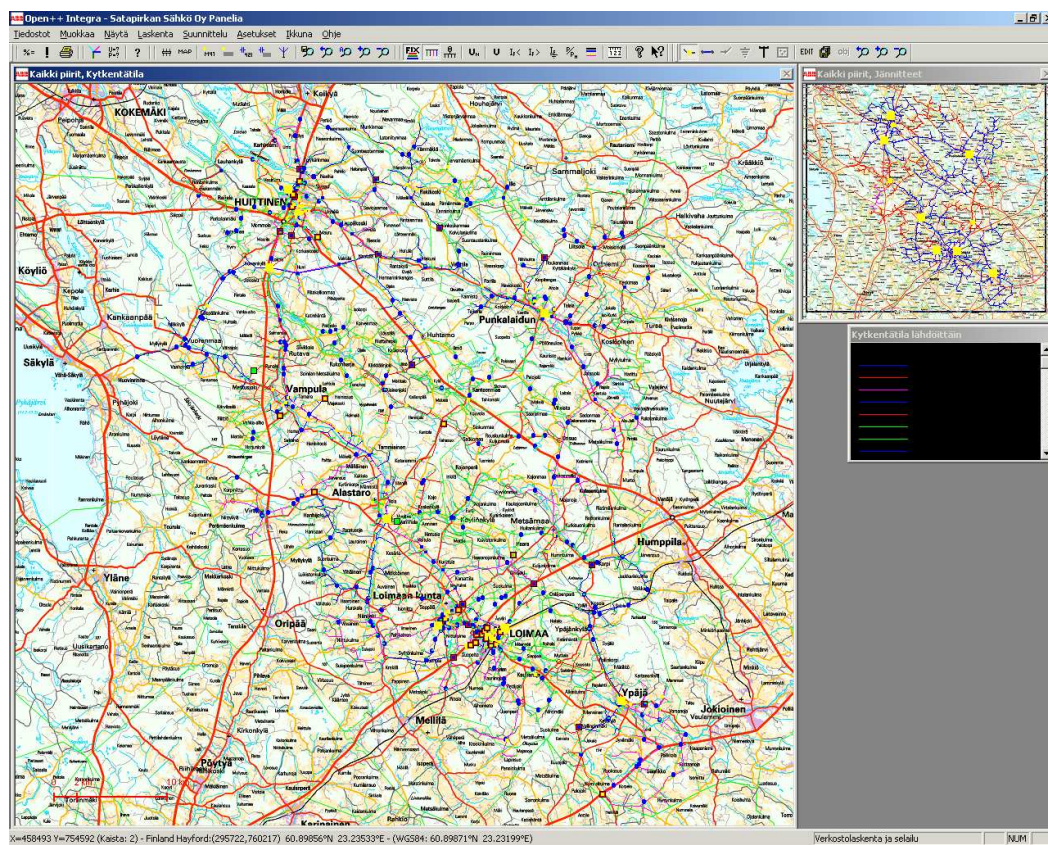
Kuvio 6. Panasonic:n integroidun GPS:n paikannustarkkuus (asteikko metreinä)

Panasonic GPS vaihtoi paikkaa hyvin paljon ja näyttää sopivan kuntotarkastuksiin ainoastaan silloin, kun ei tarvitse dokumentoida verkkoa. Suunnitteluun ja dokumentointiin se ei sovellu epätarkkuutensa johdosta.

4 OHJELMISTO

4.1 Verkkotietojärjestelmä

Sallilassa on käytössä ABB:n Open++ Integra 4.2 verkkotietojen ylläpitoon, jonka tietoja käytetään myös käytöntuessa. Integran verkkomalli perustuu SQL tietokannassa olevista komponenttilistoista ja niihin on luotu erilaisia laskentoja helpottamaan verkon ylläpitoa ja suunnittelua. Jokainen tietokannassa olevista johtimista ja kaapeleista on luotu tekemällä kaksi solmua alkusolmu ja loppusolmu, sekä niiden väliin on mahdollista luoda välipisteitä.



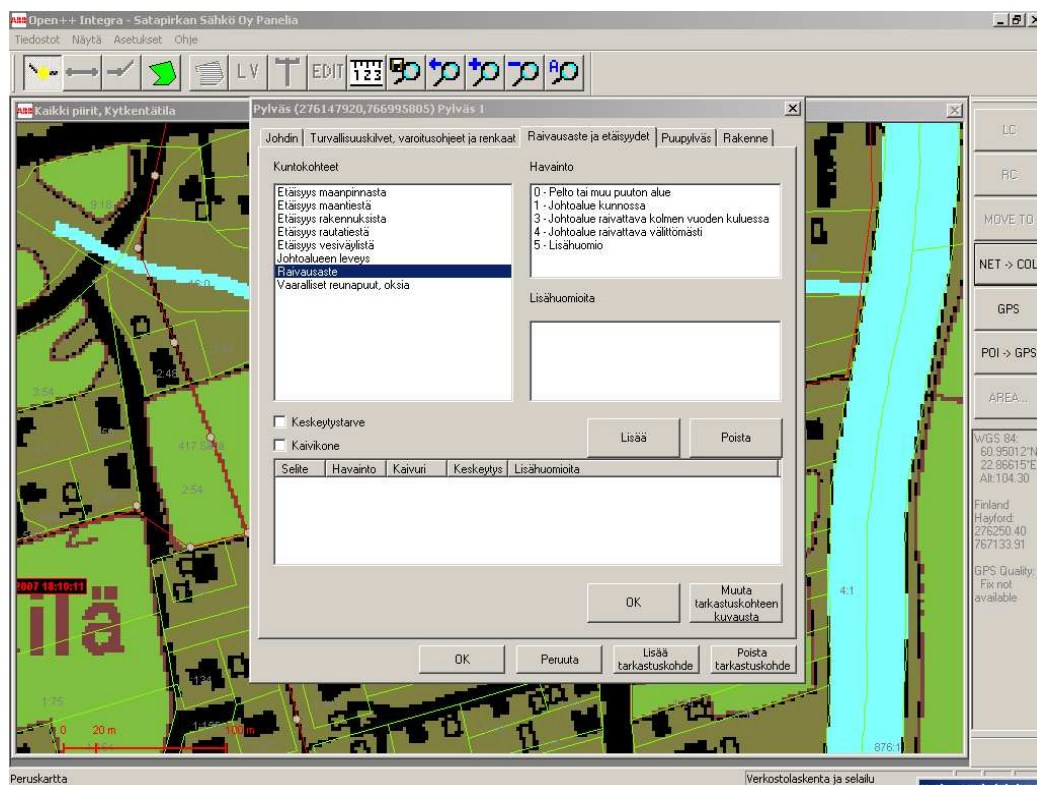
Kuva 4 Sallilan verkkonäkymä Open++ Integrossa

Ensimmäiset tiedot nykyisen verkon rakenteesta on siirretty sähköiseen muotoon Saltillassa vuonna 1985 ja siitä lähtien verkkoa on ylläpidetty sähköisessä muodossa. Mahdollisimman tarkka kopio verkon todellisesta rakenteesta ja kunnosta helpottaa vikojen löytymistä ja saneerauksia.

Lisäksi maakaapeleiden yleistymisen on tuonut tarpeen tarkalle dokumentaatiolle, koska ilmajohdin on helposti havaittavissa jälkeinpäin, mutta maakaapelilla se ei ole mahdollista. Tulevan järjestelmän avulla kaapelit saadaan GPS:n avulla oikeaan sijaintiinsa ja verkkomallia voidaan käyttää suoraan kaapeleiden paikantamisessa.

4.2 Kunnonhallinsovellus

Sovellus on rakennettu verkkotietojärjestelmän pohjalle, joten kuntotiedot on mahdollista saada näkyviin myös verkkotietojärjestelmä käytössä. Ohjelmaan kerätään kunto- ja paikkatiedot maastosta, jonka jälkeen kannettava liitetään verkkoon ja replikoidaan kuntotiedot päätietokantaan. Tarkempia tietoja ohjelman käytöstä on liitteessä 2.



Kuva 5. Kunnonhallintasovelluksen tarkastus näkymä pylväällä

5 KUNTOHIERARKIA

Kuntohierarkian laadinta aloitettiin määrittelemällä sopivat tarkastuskohteet, kuntokohteet ja havainnot, joilla saadaan nopeasti ja yksinkertaisesti suoritettua tarkastukset. Hierarkian määrittelyssä siitä saatiin tehtyä sellainen, että kerätessä kuntotietoja saadaan myös verkon rakennetta selville. Heti alussa oli selvää, että kannattaa kerätä ainoastaan tieto, jolla on merkitystä verkon kunnan kannalta ja tästä syystä päätettiin ottaa käyttöön ainoastaan kuusi eri kuntoisuusluokkaa ja käyttää mahdollisimman paljon ”kunnossa” ja ”ei kunnossa” -vaihtoehtoja.

Taulukko 1. Esimerkki hierarkian rakenteesta

Kohde	Tarkastuskohte	Kuntokohte	Havainto
Pylväs	Puupylväs	Lahoisuus	0 - Terve
			4 - Pahoin lahonnut
	Rakenne	Pylväshattu	0 - Kunnossa
			4 - Puuttuu tai rikki
		Sidosten kunto	0- Kunnossa
			4 - Ei kunnossa
	Harus	Koukut ja tapit	0 - Kunnossa
			4- Ei kunnossa
		Sijoitus	0- Kunnossa
			4 - Ei kunnossa
		Kiristimet	0 - Kunnossa
			4- Ei kunnossa

Senerin verkostosuosituksissa oli suosituksia eri kohteiden tarkastuksiin, joten se auttoi luomaan tarkastettavien kohteiden listan. Tarkastettavien kohteiden lisääminen onnistuu tulevaisuudessakin, mutta kuntoisuusluokkien muuttaminen rikkoo kokonaisuuden.

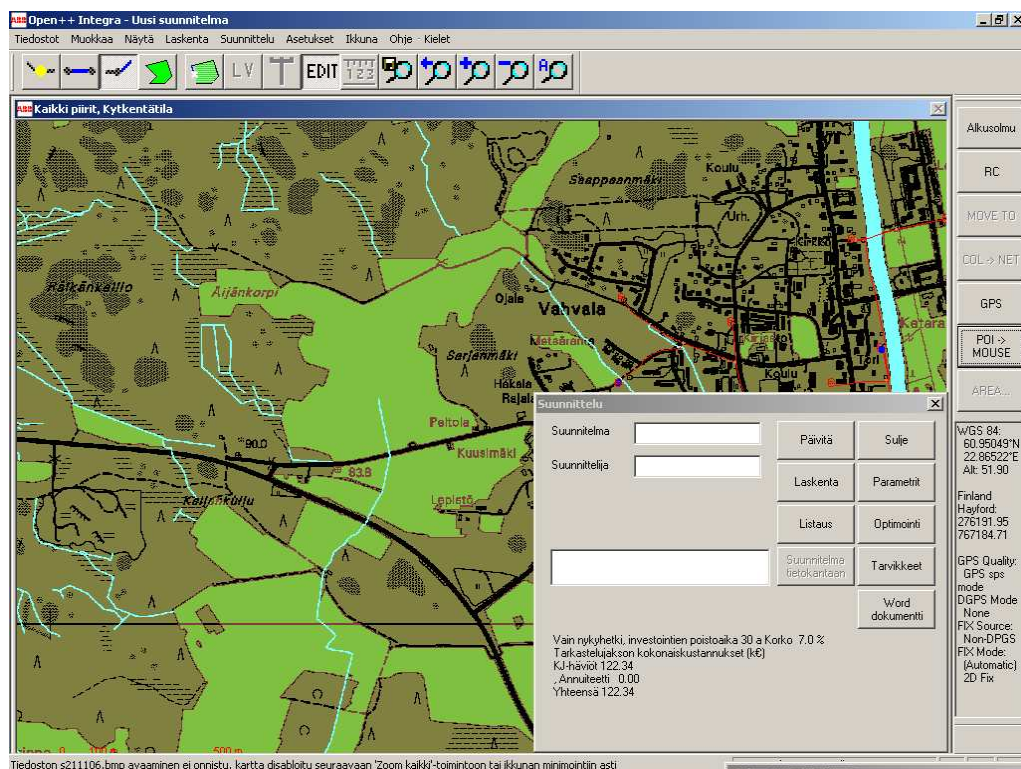
Pylväitä on kohteina eniten ja pylväällä tarkastetaan siinä kiinni olevat johdot puoleen väliin jännettä, sekä kaikki komponentit siltä väliltä. Pylväälle tehtiin tarkastusohjeet tarkastuskohteille hierarkiasta (LIITE 3). Jakokaapille ohjeistus hierarkiasta on sama kuin pylväällä, mutta tarkastuskohteet ovat eri (LIITE 4). /9, 10, 11, 12/

Eroittimen tarkastushierarkia on tehty sellaiseksi, että saadaan selville erottimesta sen tarkastusmenetelmä, sekä rakenne (LIITE 5). Muuntamon tarkastushierarkiasta saadaan selville muuntamon tyyppi, rakenne ja kuntotiedot. (LIITE 6). /12/

6 LAITTEISTON KÄYTTÖ VERKOSTON SUUNNITTELUSSA JA DOKUMENTOINNISSA

GPS:n käyttö verkoston dokumentoinnissa tulee olemaan tärkeä työkalu, ja suunnittelussa se nopeuttaa, kun ei tarvitse käyttää avoimilla paikoilla mittanauhaa tai etäisyysmittaria.

Laitteisto voidaan ottaa jo ensimmäisellä kerralla mukaan, kun ollaan suunnittelemassa uutta linjaosuutta. Sen avulla voidaan piirtää suunnitelma samaan aikaan, kun kuljetaan linjaosuutta ja voidaan ottaa huomioon sellaiset tekijät, jotka puuttuvat kartalta. Synkässä metsässä täytyy ottaa huomioon myös se, että puiden rungot voivat aiheuttaa heijastumia, jotka vääristävät GPS:n paikkaa.



Kuva 5 Suunnittelu GPS:n avulla

GPS:n avulla suunnitteleminen tehdään, kuten normaalisti verkkotietojärjestelmällä suunnitelmien teko, mutta käytetään samalla hyväksi GPS-työkälu-palkista koordinaattitietoa, jolla luodaan alkusolmu, välipisteet ja loppusolmu.

Tutkiessani GPS:n käyttöä suunnittelussa mittasin pylväiden välit GPS:n avulla, sekä vertasin saamiani tuloksia linjauksessa mitattuihin etäisyyksiin. Tuloksista päätellen GPS on käyttökelpoinen laite suunnittelussa ja sen avulla on mahdollista tehdä linjauksia. Virheiden lähteitä voi olla useita, koska GPS-mittaukset on tehty valmiille linjalle ja perinteinen mittaus linjatessa.

Taulukko 2. GPS:n ja mittanauhan vertailu pylvään etäisyyksissä

Pisteet	Pituus/GPS	Pituus/perinteinen	Virhe
Alkupiste	64,5	70	7,9 %
1	88,5	87	1,7 %
2	87	87	0,0 %
3	90	90	0,0 %
4	90	90	0,0 %
5	90	90	0,0 %
6	87	85	2,4 %
7	86	86	0,0 %
8	90	90	0,0 %
9	80,5	81	0,6 %
10	81,5	81	0,6 %
11	83	81	2,5 %
12	93,5	95	1,6 %
		Keskivirhe	1,3 %

Maakaapeleiden dokumentointi tapahtuu kulkemalla mahdollisimman tarkasti kaapelia pitkin ja lisäämällä välipisteitä kaarteisiin, jotta saadaan siitä mahdollisimman todellinen. Liitteessä on ohjeistettu dokumentointi GPS:n avulla. Tarkempi ohjeistus dokumentoinnista GPS:n avulla löytyy liitteestä 2.

7 TUTKIMUSTULOSTEN LOPPUPÄÄTELMÄ

Laitteisto saatiin toimimaan oikein, mutta sen paino on ongelma tarkastuksissa ja siksi tulisi kehittää laitteistosta tarkastajalle kevyempi versio. Tarkastajan tarkastaessa 70 pylvästä päivässä matkaa tulee jo yli neljä kilometriä ja lähtöpaikalle pitää myös kävellä, joten laitteiston paino tulee tuntumaan. Tarkastushierarkian toimivuus nähdään vasta pidempi aikaisten tarkastusten kuluttua ja siihen on mahdollista tehdä pieniä säätöjä jälkeenpäin.

Suunnittelussa ja dokumentoinnissa laitteiston kanssa ei yleensä tarvitse kulkea yhtä paljon ja siihen laitteisto on erinomainen ominaisuuksineen. Linjaukseen ja muihin suunnitteluun liittyviin asioihin laitteisto yhdistää perinteisen toimistosuunnittelun ja maastosuunnittelun. Laitteiston tehokas käyttö saattaa vähentää paperikarttojen tarvetta ja nopeuttaa suunnittelua.

LÄHTEET

1. Kuntotarkastus kansioita Alastarolta ja Huittisista vuosien 2000–2001 väleiltä
2. Keskeytystilasto 2006. [verkkodokumentti]. *Energiateollisuus*. [viitattu 14.8.2008] Saatavissa: http://www.energia.fi/fi/tilastot/keskeytystilastot/keskeytystilasto2006_v1_2007-06-29.pdf
3. Maa ja metsätalousministeriön työryhmämuistio. *Metsätuhotyöryhmä*. [verkkodokumentti]. Helsinki, 2003, [viitattu 14.8.2008]. Saatavissa: http://wwwb.mmm.fi/julkaisut/tyoryhmamuistiot/2003/tr2003_11.pdf
4. Panasonic CF-19 tuotetiedot [viitattu 23.4.2008] Saatavissa: <http://www.panasonic.com/business/toughbook/fully-rugged-computers.asp>
5. Trimblen tuotetiedot. [viitattu 23.4.2008] Saatavissa: http://www.trl.trimble.com/dscgi/ds.py/Get/File-238563/022501-021-FIN_GPS_Pathfinder_ProXT_DS_0405_lr.pdf
6. Poutanen, M. *GPS-paikanmääritys*, 1998, Helsinki, Tähtitieteellinen yhdistys Ursa
7. Trimble VRS virtuaaliverkko – esite
8. Miettinen, S. *GPS käsikirja*, 2006 Porvoo, Genimap
9. Sener verkostosuositus TA 2:96 Johdon ja johtoalueen tarkastus
10. Sener verkostosuositus RJ 33:96 Puupylväiden lahoisuustarkastus ja lujuuden määrittäminen
11. Sener verkostosuositus TA 5:86 Kaapelijakokaappien ja jakokeskusten tarkastus, yleisohjeet
12. Sener verkostosuositus TA 3:98 Muuntamon / kytkemön tarkastus

LIITELUOTTELO

LIITE 1 Tarkastusohjeet pylväälle

LIITE 2 Käyttöohjeita

LIITE 3 Tarkastajan ohjeistus hierarkiasta ja pylvään tarkastushierarkia

LIITE 4 Jakokaapin tarkastushierarkia

LIITE 5 Erottimen tarkastushierarkia

LIITE 6 Muuntamon tarkastushierarkia

TARKASTUSOHJEET PYLVÄÄLLE

Ainoastaan viat merkitään ja muista tulee automaattinen tarkastusmerkintä tarkastuskohteittain, kun painaa tarkastuksessa ok. Tarkastuksia voidaan suorittaa, joko lahoisuustarkastuksina, jolloin merkitään ainoastaan lahoisuus tai sitten koko kuntotarkastuksena. Kuntotarkastusta suorittaessa merkitään lahoisuus ainoastaan silloin, kun suoritetaan lahotarkastus. Normaalisti suoritettavassa kuntotarkastuksessa ei suoriteta lahotarkastusta.

Tietokantaan tallentuu tarkastuskohteet tiedot aina, kun tarkastusdialogi avataan. Ainoastaan silloin tulee hyväksytty tarkastusmerkintä, kun hyväksytään tarkastus painamalla ok:ta ja päivämäärä tallentuu.

Pienjännite eli alle 1000 V ja suurjännite yli 1000 V tarkastuksiin käytetään pylväiden tarkastuksessa samaa hierarkiaa, jotta saadaan kuntotietojen keruu mahdollisimman tehokkaaksi. Niiden rakenne on erilainen, mutta oletuskokoonpano on rakennettu siten, että se soveltuu molempiin.

RAIVAUSASTE JA ETÄISYYDET	Tarkastuksessa arvioidaan raivaustarpeen kiireellisyys, sekä puut ja oksat, jotka saattavat aiheuttaa häiriön sähkönjakelulle. Etäisyysvaatimusten määräysten mukaisuus tulee ottaa huomioon.
JOHDIN	Tarkastetaan, ettei johdon päällä ole oksia tai vieraita esineitä, jotka saattavat aiheuttaa häiriötä sähkönjakelulle. Johdon kiristys on oltava pylväsväleillä tasainen ja riippuman kussakin johtimessa samansuuruiset. Liitoksista pyritään silmämääräisesti määrittelemään mekaaninen ja sähköinen kunto, sekä soveltuvuus. Johdon kunnossa huomioidaan mekaaniset vauriot, palonarvet ja muu kunto (esim. ruosteisuus)
PYLVÄS	Tarkastuksessa lahoisuusaste merkitään ainoastaan silloin, kun suoritetaan lahoisuus-selvitys. Kuntotarkastuksessa tarkastetaan silmämääräisesti tyven lahoisuus, latvalahous, pylvään mekaaninen kunto, kallistuma ja pylväshattu.
RAKENNE	Eristinten kunnossa muutoksia, kuten halkeamia, kiinnitys koukkuun tai tappiin heikko tai ovatko eristimet likaisia. Sidosten kunnosta tarkastetaan johtimien kiinnitys eristimiin. Tarkastetaan koukkujen ja tappien kiinnitys ja etteivät ne ole vääntyneet, sekä kannattimet ja ripustimet ovat kunnossa eivätkä ripustimet ole irronneet koukuistaan.
HARUS	Tarkastetaan, että sijoitus on tehty oikein, sekä kiristimet, kiinnitykset, kunto ja merkit ovat kunnossa.

KAAPELI

Tarkastetaan päätteen kunto ja likaisuus, jos öljyä myös öljymäärä. Tarkistetaan kaapelin mekaaninen suojaus, suojavaippa näkyvältä osalta, tukien, kaapelikanavien mekaaninen kunto, sekä kaapeleiden sijoitus kanavassa, todetaan liitosten ja jatkosten kunto.

MAADOITUS

Tarkastetaan maadoituksen mekaaninen rakenne ja kunto, sekä määräysten mukaisuus, kiinnitys, liitokset, kosketussuojaus tulee käydä myös läpi.

YLIJÄNNITESUOJA

Tarkastetaan kiinnitys, kunto ja likaisuus.

TURVALLISUUSKILVET, VAROITUSOHJEET JA RENKAAT

Tarkastetaan kilpien, ohjeiden ja renkaiden määräysten mukaisuus.

KÄYTTÖOHJEITA

LAITTEISTON KÄYTTÖKUNTOON LAITTO

Tarkastuksen lähtöpisteessä luodaan bluetooth -yhteys kannettavan ja Trimblen GPS:n välille. Tämän jälkeen avataan maastokeruusovelluksessa GPS -valikko, johon asetetaan GPS:n com -portti, sekä yhdistetään se. Sitten asetetaan päälle nykyisestä sijainnista jatkuva, paikannusmerkki verkkoikkunassa, sekä vain WGS-84 ja aloitetaan paikannus.

GPS NMEA Data

Latitude: 60.95047
 Longitude: 22.86540
 Altitude: 53.50000
 GPS Quality: GPS sps mode

Fix Mode: (Automatic) 3D Fix
 VDOP: 5.30
 HDOP: 4.50
 PDOP: 6.90

NMEA viestejä vastaanotettu: 10634

Comm Asetukset
 Comm/USB Portti: 5 Bits per s: 4800
 Yhdistä GPS Aseta Comm Lopeta

Paikanna nykyinen sijainti
 Jatkuva Vain WGS-84
 Pidä paikannusmerkki verkkoikkunassa

Käytetyt GSA satelliitit: 06 16 18 21 22 00 00 00 00 00 00 00
 Satelliitit: 12

PRN	3	6	7	8	10	15	16	18	19	21	22	24
SNR	32	37	0	28	0	0	38	34	0	48	41	0
Azimuth	280	155	320	359	26	70	219	140	286	95	176	70
Elevation	46	68	18	9	0	18	47	44	17	64	18	24

Trimble SDK

Reittipisteet

Nimi	Latitude	*	Longitude	*	Viesti	Ik...	Korkeus	K...

Tyhjennä Poista merkit Paikanna reittipiste Tallenna reittipisteet Lataa reittipisteet Hae reittipisteet

GPS Aika (GMT): Monday, April 07, 2008. 05:10:17 AM

WGS 84:
 60.95047°N
 22.86540°E
 Alt: 53.50

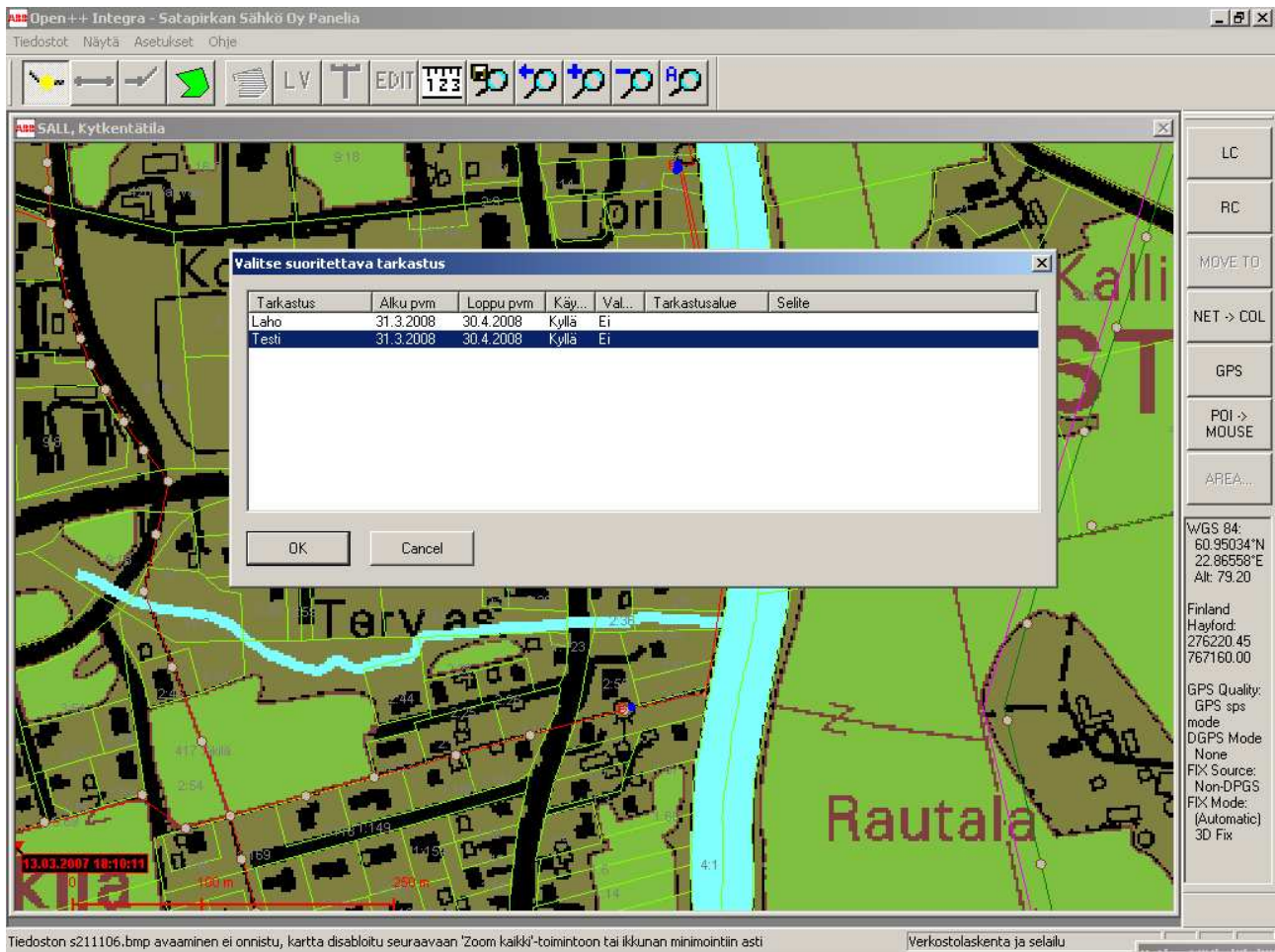
Finland
 Hayford:
 276211.80
 767175.07

GPS Quality:
 GPS sps
 mode
 DGPS Mode
 None
 FIX Source:
 Non-DGPS
 FIX Mode:
 (Automatic)
 3D Fix

X=439058 Y=760703, Kaista:2, Finland Hayford:276577,767215 - 60.95088°N 22.87544°E, WGS84: 60.95103°N 22.87207°E (Z<10km) Verkostolaskenta ja selailu

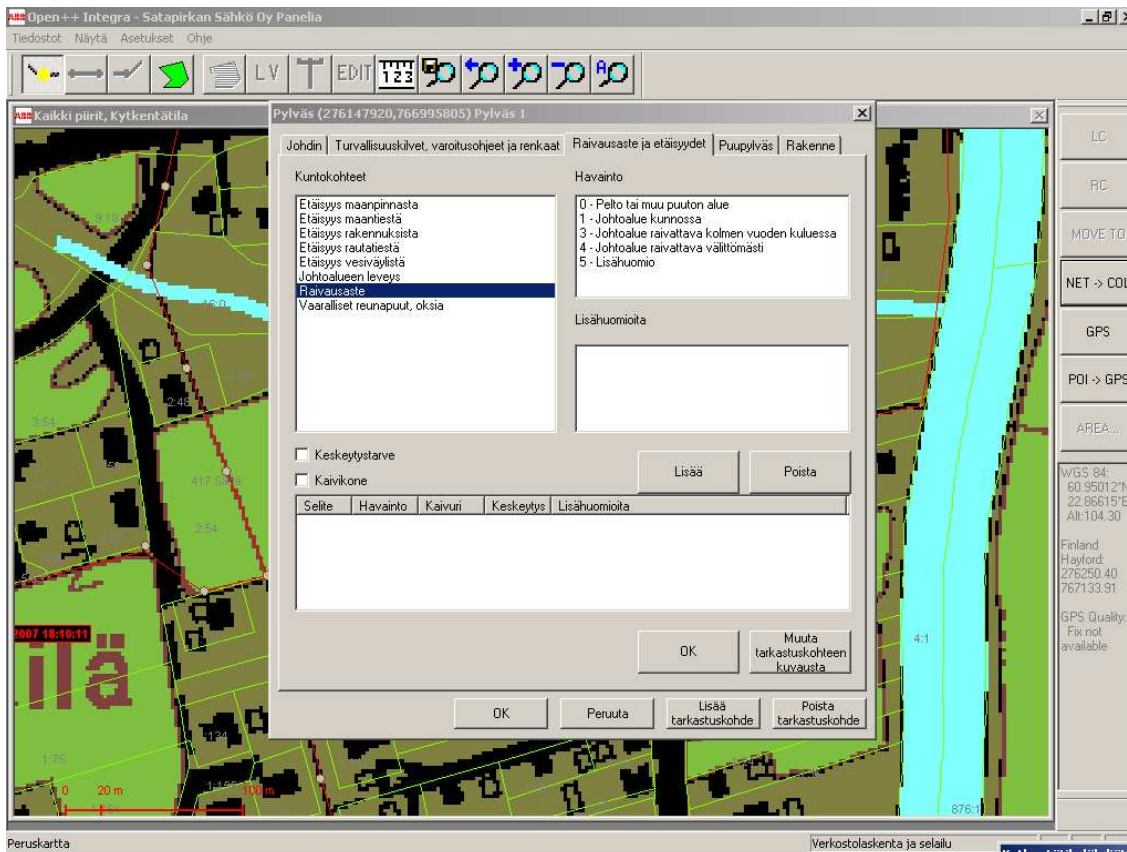
TARKASTUKSEN ALOITTAMINEN

Ennen tarkastusten aloitusta tilaksi vaihdetaan maastotietojen keruu -tila NET -> COL -näppäimellä ja valitaan se tarkastus, jota ollaan suorittamassa. Tarkastusta ei tarvitse valita erikseen, joka kerta, kun siirrytään editointi ja keruu tilojen välillä vaan oletuksena käytetään edellistä tarkastusta.



PYLVÄÄN TARKASTUS

Tarkastajan saapuessa pylvään luo ohjelma avaa automaattisesti seuraavanlaisen dialogin, jos pylväs on määritelty tietokantaan. Joissain paikoissa pylvääitä saattaa puuttua, jolloin ne tulee lisätä ennen tarkastusta.



Tarkastuskohteet pylväässä:

Oletuskokoonpano:

Johdin,
Turvallisuuskilvet, varoitushjeet ja renkaat,
Raivaus ja etäisyydet,
Puupylväs,
Rakenne

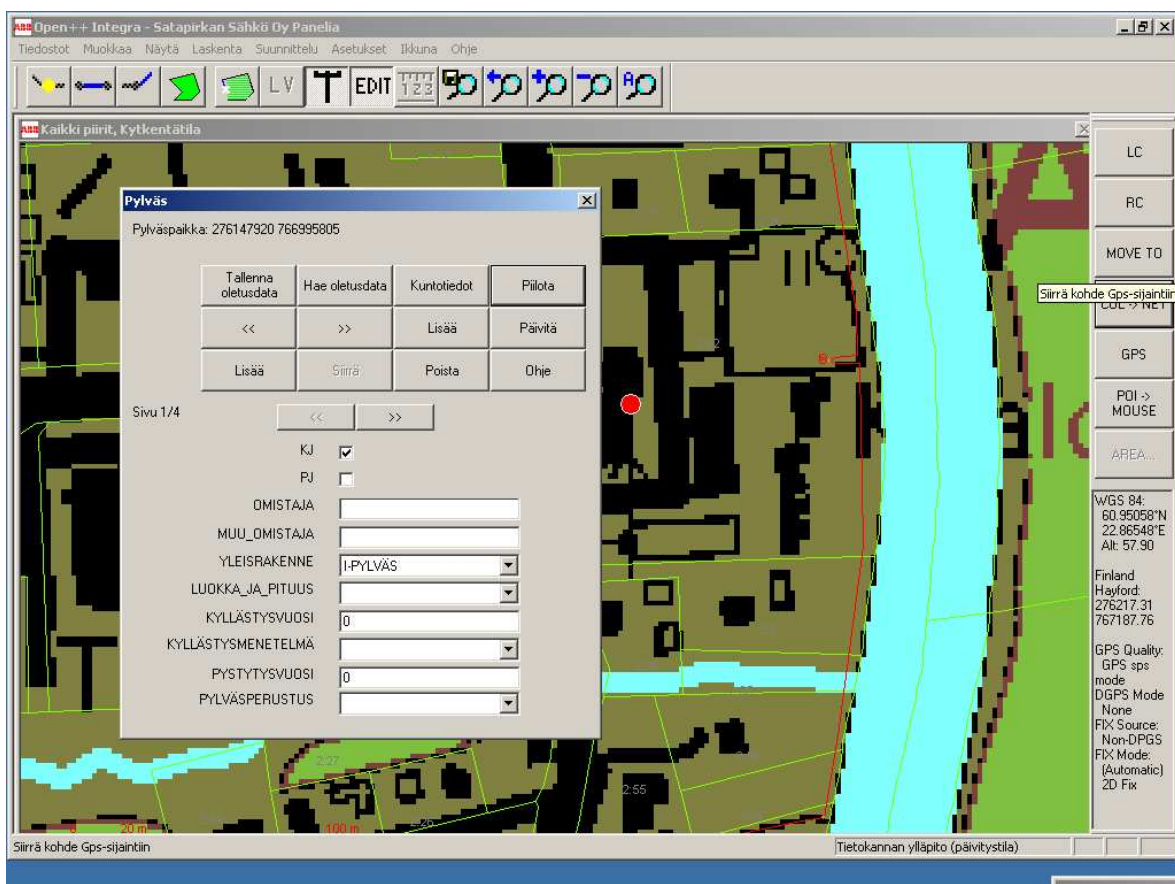
Lisättäviä tarkastuskohteita:

Harus,
Kaapect,
Maadoitus,
Ylijännitesuoja

Tarkastaja lisää tai poistaa ensimmäisellä tarkastuskerralla pylväeseen kuuluvat tarkastuskohteet ja ne säilyvät myös seuraavaan tarkastukseen. Vian havaitessaan tarkastaja valitsee vian kuntokohteen, sekä arvioi vian kriittisyyden havaintokohtaan. Lisäksi tarkastuksessa arvioidaan keskeytys- ja kaivinkonetarve huoltotöiden yhteydessä. Pylväälle voi luoda jokaiselle kuntokohteelle oman havaintonsa, mutta ilman merkintöjä tulee oletuksena jokainen tarkastuskohta kunnossa olevaksi, kun painetaan tarkastuksen jälkeen Ok- nappia.

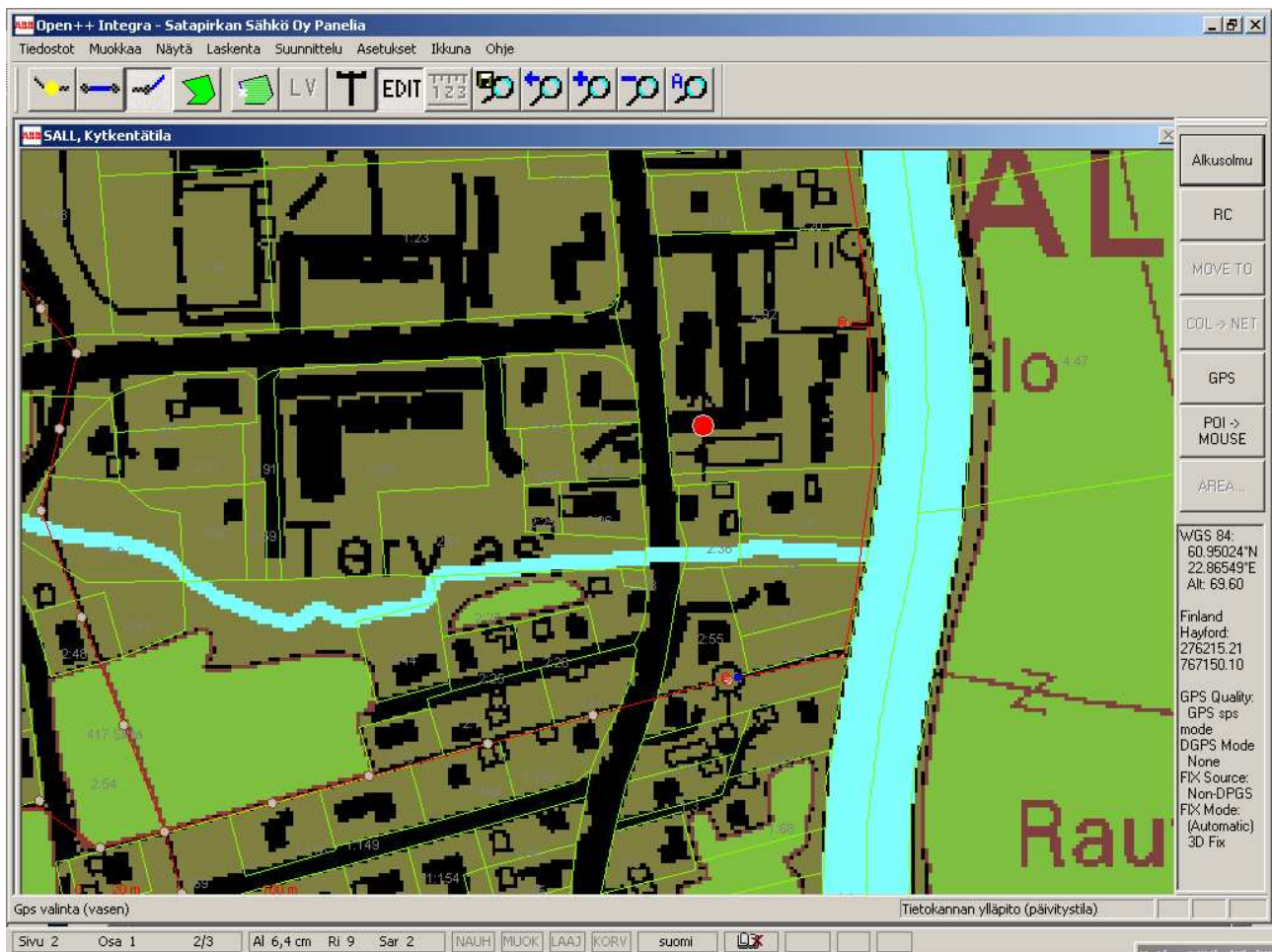
PYLVÄÄN SIIRTÄMINEN GPS:N OSOITTAMAAN PAIKKAAN

Tarkastuksen jälkeen valittu pylväs siirretään GPS:n osoittamaan paikkaan siirtymällä ensin verkon editointi tilaan ja sen jälkeen pylväiden editointiin. Näiden toimenpiteiden jälkeen pylväs saadaan siirrettyä oikealle paikalle painamalla MOVE TO nappia. Tämän jälkeen vaihdetaan tilaksi kuntotietojen keruu ja jatketaan seuraavalle pylväälle.



KAAPELIN KOODAAMINEN GPS:N AVULLA

Koodatessa kaapeleita GPS sijaintiin GPS valinnan pitää olla päällä. Aluksi siirrytään verkoneditointi -tilaan ja sieltä valitaan johdon lisäys. Tämän jälkeen painetaan alkusolmu nappia kaapelin lähtöpisteessä, jolloin alkusolmu tulee sen hetkiseen GPS sijaintiin. Välipisteitä luodaan kaapelin mutkissa Välipiste -napista ja lopussa painetaan Loppupiste -nappia jolloin koko solmuväli tulee luotua.



PYLVÄS TARKASTUS LYHYESTI

- LUODAA BLUETOOTH YHTEYS GPS:N JA KANNETAVAN VÄLILLE
- AVATAAN MAASTOKERUU SOVELLUS
- AVATAAN GPS VALIKKO JA ASETELLAAN SE KUNTOON, SEKÄ PAINETAAN SE AINOASTAAN ALAS (EI SULJETA)
- NET-> COL NAPILLA KERUU TILAA JA VALITAAN TARKASTUS
- ALOITETAAN TARKASTUS SIIRTYMÄLLÄ PYLVÄÄN LUO

LISÄKSI EDITOINTI -TILASSA:

- *SIIRRETÄÄN PYLVÄÄT GPS SIJAINTIIN*
- *LUODAA PUUTTUVAT PYLVÄÄT*

TARKASTAJAN OHJEISTUS HIERARKIASTA

Tarkastusten tulee erityisesti keskittyä sellaisiin verkon osiin, joiden viat voivat aiheuttaa hengen-, terveyden- tai omaisuudenvaaraa. Tarkastajan on tunnettava tarkasti laitteet ja niitä koskevat määräykset niin hyvin, että vikojen ja puutteiden lisäksi pystyy arviomaan niiden kuntoisuusluokan.

Kohteen kuntoisuusluokka arvioidaan 0-5 ja ainoastaan viat täytyy luokitella.

Havainnot yleisesti:

0 luokka: Kohde on kunnossa ja ei vaadi toimenpiteitä

1 luokka: Ei ole käytössä kuin raivaus- ja laihoisuusasteissa

2 luokka: Toimenpiteet harkinnan mukaan

3 luokka: Korjattava kolmen vuoden sisällä

4 luokka: Korjattava vuoden sisällä

5 luokka: Kuntoisuus ei selviä tarkastuksessa tai vaatii pikaisia toimenpiteitä

PYLVÄÄN TARKASTUSHIERARKIA

RAIVAUS JA ETÄISYYDET (KUULUU OLETUSKOKOONPANOON)

Tarkastuksessa arvioidaan raivaustarpeen kiireellisyys, sekä puut ja oksat, jotka saattavat aiheuttaa häiriötä sähköjakelulle. Etäisyyksien vaatimusten määräysten mukaisuus tulee myös ottaa huomioon.

Raivausaste

Tarkastetaan johtoalueen raivaustarve.

0 Pelto tai muu puuton alue

1 Johtoalue kunnossa

3 Johtoalue raivattava kolmen vuoden kuluessa

4 Johtoalue raivattava välittömästi

5 Lisähuomio

Johtoalueen leveys

Tarkastetaan johtoalueen leveyden sopimusten ja määräysten mukaisuus.

0 Kunnossa

3 Levennettävä kolmen vuoden kuluessa

4 Levennettävä välittömästi

5 Lisähuomio

Vaaralliset reunapuut, oksia

Tarkastetaan johtimiin ulottuvat oksat, johtoalueen välittömässä läheisyydessä kallistuneet tai lahot puut.

0 Ei vaarallisia reunapuita tai oksia

4 Vaarallinen reunapuu tai oksia

5 Lisähuomio

Etäisyys rakennuksista

Tarkastetaan, että etäisyys rakennuksista on määräysten mukainen

- 0 Riittävä
- 4 Ei riittävä
- 5 Lisähuomio

Etäisyys maanpinnasta

Tarkastetaan, että etäisyys maanpinnasta on määräysten mukainen

- 0 Riittävä
- 4 Ei riittävä
- 5 Lisähuomio

Etäisyys maantiestä

Tarkastetaan, että etäisyys maantiestä on määräysten mukainen

- 0 Riittävä
- 4 Ei riittävä
- 5 Lisähuomio

Etäisyys rautatiestä

Tarkastetaan, että etäisyys rautatiestä on määräysten mukainen

- 0 Riittävä
- 4 Ei riittävä
- 5 Lisähuomio

Etäisyys vesiväylistä

Tarkastetaan, että etäisyys vesiväylistä on määräysten mukainen

- 0 Riittävä
- 4 Ei riittävä
- 5 Lisähuomio

JOHTO (KUULUU OLETUSKOKOONPANOON)**Vieras esine**

Tarkastetaan, ettei johtimella ole puista irronneita oksia tai muita sinne kuulumattomia esineitä

- 0 Ei vieraita esineitä
- 4 Oksa tai muu esine, voi aiheuttaa häiriön
- 5 Lisähuomio

Kireys

Tarkastetaan johdon riippuma

0 Sopiva

4 Huomattavasti löysällä tai kireällä

5 Lisähuomio

Liitokset

Tarkastetaan silmämääräisesti liitosten ja jatkosten mekaaninen ja sähköinen kunto, sekä käytetyn liitoksen soveltuvuus johtimelle.

0 Kunnossa

3 Ei sovellu käyttötarkoitukseen

4 Mekaaninen tai sähköinen kunto huono

5 Lisähuomio

Kunto

Johdon kunnossa tulee kiinnittää erityisesti huomiota mekaanisiin vaurioihin, korroosioon ja palonarpiin.

0 Kunnossa

3 Mekaanisia vaurioita tai korroosiota

4 Suuria mekaanisia vaurioita tai palonarpia

5 Lisähuomio

PYLVÄS (KUULUU OLETUSKOKOONPANOON)**Lahoisuusaste**

Merkitään ainoastaan, kun on tehty täydellinen lahoisuus-selvitys

0 Terve

1 Alkavaa lahoa

2 Näkyvää lahoa

3 Melkoista lahoa

4 Pahoin lahonnut

5 Lisähuomio

Tyven lahoisuus

Tarkastetaan silmämääräisesti tyven lahoisuus, jos tarvetta suoritetaan perusteellinen lahoisuus-selvitys ja merkitään lahoisuusaste.

0 Kunnossa

4 Lahoa havaittavissa

5 Lisähuomio

Latvalahous

- 0 Kunnossa
- 4 Latvalahoutta esiintyy
- 5 Lisähuomio

Mekaaninen kunto

- 0 Kunnossa
- 4 Salamavaurioita/tikankoloja/halkeamia
- 5 Lisähuomio

Kallistuma

- 0 Ei kallistunut
- 3 Hieman kallistunut
- 4 kallistuma yli metrin
- 5 Lisähuomio

Pylväshattu

Tarkastetaan, että se on paikallaan ja sen mekaaninen kunto

- 0 Paikallaan ja kunnossa
- 4 Hattu puuttuu tai rikki
- 5 Lisähuomio

RAKENNE (KUULUU OLETUSKOKOONPANOON)

Eristinten kunto

Tarkastetaan eristinten kunto ja likaisuus

- 0 Kunnossa
- 3 Erittäin likaiset
- 4 Halkeama tai vikaa kiinnityksessä
- 5 Lisähuomio

Sidosten kunto

Tarkastetaan, että johtimien kiinnitys eristimiin on kunnollinen eivätkä sidokset ole löysällä

- 0 Kunnossa
- 4 Kiinnitys heikentynyt
- 5 Lisähuomio

Koukut ja tapit

Tarkastetaan, että koukkujen ja tappien kiinnitys on kunnollinen ja eivät ole vääntyneet

- 0 Kunnossa
- 4 Irtoamassa tai vääntyneet
- 5 Lisähuomio

Kannattimet ja ripustimet

Tarkastetaan niiden kunto ja etteivät ripustimet ole irronneet koukuistaan.

- 0 Kunnossa
- 4 Vialliset
- 5 Lisähuomio

HARUS

Tarkastetaan harusten sijoitus, kiristimet, kiinnitykset, kunto ja merkit

Sijoitus

- 0 Kunnossa
- 4 Lisäharus tarpeen tai muuta vikaa
- 5 Lisähuomio

Kiristimet

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Kiinnitykset

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Kunto

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Merkit

Tarkastetaan, että harus on merkitty määräysten mukaisesti

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

KAAPELI

Jos rakenteeseen kuuluu kaapeli, niin se lisätään tarkastettaviin kohteisiin.

Päätteen kunto

Tarkastetaan päätteen mekaaninen kunto ja likaisuus, jos öljyä myös öljymäärä

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Mekaaninen suojaus

Tarkastetaan, että kaapelin mekaaninen suojaus on kunnossa ja määräysten mukainen

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa tai ei täytä määräyksiä
- 5 Lisähuomio

Suojavaippa

Tarkastetaan, että suojavaippa on näkyvältä osalta ehjä

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Tuet

Tarkastetaan päätteiden tukitelineiden mekaaninen kunto

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Kaapelikanavat ja läpiviennit

Tarkastetaan kaapelikanavien tai hyllyjen rakenteiden mekaaninen kunto ja kaapeleiden sijoitus, siisteys, sekä ettei niissä ole vettä

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Liitokset

Tarkastetaan liitosten ja jatkosten soveltuvuus kyseessä olevalle johtimelle ja liittimen kireys.

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

MAADOITUS

Jos rakenteeseen kuuluu maadoitus, niin se lisätään tarkastettaviin kohteisiin.

Mekaaninen rakenne ja kunto

Tarkastetaan maadoituksen mekaaninen kunto ja määräysten mukaisuus.

0 Kunnossa

4 Poikki-pinta tai eristysväli ei täytä määräyksiä

5 Lisähuomio

Kiinnitys

Tarkastetaan maadoituksen kiinnitys.

0 Kunnossa

4 Irti tai irtoamassa

5 Lisähuomio

Liitokset

Tarkastetaan liitosten kunto ja soveltuvuus käyttötarkoitukseen

0 Kunnossa

4 Melkein irti tai väärä rakenne

5 Lisähuomio

Kosketussuojaus

Tarkastetaan kosketussuojauksen kunto ja määräysten mukaisuus

0 Kunnossa

4 Puuttuu tai ei muuten täytä määräyksiä

5 Lisähuomio

YLIJÄNNITESUOJA

Jos rakenteeseen kuuluu ylijännitesuoja, niin se lisätään tarkastettaviin kohteisiin. Ylijännitesuojan maadoituksen puutteen/viat merkitään maadoitus tarkastuskohtaan.

Kiinnitys

Tarkastetaan ylijännitesuojan kiinnitys.

0 Kunnossa

4 Irtoamassa

5 Lisähuomio

Kunto ja likaisuus

Tarkastetaan kunto ja likaisuus.

0 Kunnossa

3 Likainen

4 Erittäin likainen tai huonossa kunnossa

5 Lisähuomio

TURVALLISUUSKILVET, VAROITUSOHJEET JA RENKAAT

Tarkastetaan kilpien ja ohjeiden määräysten mukaisuus.

Varoitus- ja kieltokilvet

0 Kunnossa

4 Puuttuu tai rikkoutuneet tai määräysten vastainen

5 Lisähuomio

Varoitusrenkaat

0 Kunnossa

4 Eivät täytä määräyksiä

5 Lisähuomio

JAKOKAAPIN TARKASTUSHIERARKIA

ULKOPUOLI

Perustus

Tarkastetaan perustuksen kunto, sekä yleiskunto

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Pintakäsittely

Tarkastetaan jakokaapin pintakäsittelyn kunto.

- 0 Kunnossa
- 4 Pintakäsittely uusittava
- 5 Lisähuomio

Lukko ja lukitus

Tarkastetaan lukon ja salpalaitteen toiminta ja kunto

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Merkkipaalu

Tarkastetaan merkkipaalun kunto

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

SISÄPUOLI

Pintakäsittely

Tarkastetaan jakokaapin sisäpuolen pintakäsittelyn kunto

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Siisteys

Tarkastetaan likaisuus

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Kiskot

Tarkastetaan kiskojen sähköinen ja mekaaninen kunto

0 Kunnossa
4 Ei kunnossa
5 Lisähuomio

Varokealustat

0 Kunnossa
4 Ei kunnossa
5 Lisähuomio

Etäisyydet ja kosketussuojaus

Tarkastetaan etäisyydet jännitteisten osien välillä ja kosketussuojaus

0 Kunnossa
4 Ei kunnossa
5 Lisähuomio

Kytkenäkaavio

Tarkistetaan kytkenäkaavion paikkansäpitävyys

0 Kunnossa
4 Ei kunnossa
5 Lisähuomio

Lähtönumerot

0 Kunnossa
4 Ei kunnossa
5 Lisähuomio

Lähtöjen sulakekoot

0 Kunnossa
4 Ei kunnossa
5 Lisähuomio

Lähtöjen osoitteet

0 Kunnossa
4 Ei kunnossa
5 Lisähuomio

Kaapelinjakokaappikortti

0 Kunnossa
4 Ei kunnossa
5 Lisähuomio

Maakosteuseristys

Tarkastetaan, että kosteus ei pääse nousemaan maasta.

0 Kunnossa

4 Ei kunnossa

5 Lisähuomio

Katkaisija/asemansuojakytkin

Tarkastetaan katkaisijan/asemansuojakytkimen mekaaninen ja sähköinen kunto, sekä toiminnallisuus

0 Kunnossa

4 Ei kunnossa

5 Lisähuomio

Varoitus- ja merkintäkilvet

0 Kunnossa

4 Ei kunnossa

5 Lisähuomio

KAAPELI

Hierarkia on sama kuin pylvällä.

EROTTIMEN TARKASTUSHIERARKIA

EROTTIMET JA OHJAUSLAITTEET (KUULUU OLETUSKOKOONPANOON)

Tarkastetaan erotinten kunto kokonaisuudessaan

Mekaaninen kunto

Tarkastetaan eristinosat, runko ja toimintaosat

0 Kunnossa
4 Ei kunnossa
5 Lisähuomio

Sähköinen vuoto

Tarkastetaan, että erotinosien välillä ei ole sähköisiä vuotoja

0 Kunnossa
4 Ei kunnossa
5 Lisähuomio

Kosketinkärkien, piiskojen ja kipinäsarvien kunto

0 Kunnossa
4 Ei kunnossa
5 Lisähuomio

Ohjauslaitteen kunto

0 Kunnossa
4 Ei kunnossa
5 Lisähuomio

Asennon osoitin

Tarkastetaan ohjauslaitteen asennon osoittimen merkinnät

0 Kunnossa
4 Ei kunnossa
5 Lisähuomio

EROTTIMEN TOIMINNAN TESTAUS

Lisätään rakenteeseen ainoastaan silloin, kun on testattu erottimen toiminta.

Veitsien yhtäaikaisuus

0 Kunnossa
4 Ei kunnossa
5 Lisähuomio

KUORMAEROTIN

Lisätään ainoastaan, kun kuormaerotin kuuluu rakenteeseen

Sammutuskammio

Tarkastetaan sammutuskammion kunto

0 Kunnossa

4 Ei kunnossa

5 Lisähuomio

Öljymäärä ja -tila

Tarkistetaan, jos mahdollista

0 Kunnossa

4 Ei kunnossa

5 Lisähuomio

MUUNTAMON TARKASTUSHIERARKIA

KIINTEISTÖ

Kulkureitti

Tarkistetaan, että pääsy muuntajalle on mahdollista kaikkina kellon aikoina

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Muuntamotilan kunto

Tarkastetaan muuntamotilan ulkopuolinen ja sisäpuolinen kunto

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Rakennuksen kunto

Tarkistetaan rakennuksen kunto

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Valaistuksen riittävyys

Tarkastetaan muuntamon valaistuksen riittävyys

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Yleinen siisteys

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Muuntamon tunnus

Tarkastetaan, että muuntamon yksilötunnus löytyy muuntamosta

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Lukitus ja lukon suojaus

Tarkastetaan lukkojen ja salpalaitteiden kunto, sekä toimivuus

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Valot, ovikytkin ja pistorasiat

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Tukieristimet

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Kaapelikanavat ja läpiviennit

Tarkastetaan kaapelikanavien tai hyllyjen rakenteiden mekaaninen kunto ja kaapeleiden sijoitus, siisteys, sekä ettei niissä ole vettä

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Johdon eristimet

Tarkastetaan halkeamat, kiinnitys, likaisuus

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Liitokset

Tarkastetaan silmämääräisesti liitosten ja jatkosten mekaaninen ja sähköinen kunto, sekä käytetyn liitoksen soveltuvuus johtimelle.

- 0 Kunnossa
- 3 Ei sovellu käyttötarkoitukseen
- 4 Mekaaninen tai sähköinen kunto huono
- 5 Lisähuomio

Päätteen kunto

Tarkastetaan päätteen mekaaninen kunto ja likaisuus, jos öljyä myös öljymäärä

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

SATELLIITTI

Sama kuin kiinteistö

PUISTO

Sama kuin kiinteistö

TIILIKOPPI

Sama kuin kiinteistö

1-PYLVÄS

Sama kuin 2-pylväällä

2-PYLVÄS (KUULUU OLETUSKOKOONPANOON)

Kulkureitti

Tarkistetaan, että pääsy muuntajalle on mahdollista kaikkina kellon aikoina

0 Kunnossa

4 Ei kunnossa

5 Lisähuomio

Muuntamon tunnus

Tarkastetaan, että muuntamon yksilötunnus löytyy muuntamosta

0 Kunnossa

4 Ei kunnossa

5 Lisähuomio

RAIVAUS JA ETÄISYYDET (KUULUU OLETUSKOKOONPANOON)

JOHTO (KUULUU OLETUSKOKOONPANOON)

PYLVÄS (KUULUU OLETUSKOKOONPANOON)

RAKENNE (KUULUU OLETUSKOKOONPANOON)

HARUS

KAAPELI

MAADOITUS

YLIJÄNNITESUOJA

TURVALLISUUSKILVET, VAROITUSOHJEET JA RENKAAT

MUUNTAJAN TARKASTUSHIERARKIA

MUUNTAJAKONE

Vaihtoreitti

Tarkastetaan, että muuntajan vaihto onnistuu

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Kosketussuojaus

Tarkastetaan muuntajan eläinsuojaus ja muu kosketussuojaus

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Astian kunto

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Lämpötila

Tarkastetaan muuntajan lämpötila, jos mahdollista

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Öljytason osoittimen kunto

Tarkastetaan öljymäärä, jos mahdollista

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Öljymäärä

Tarkastetaan öljymäärä, jos mahdollista

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

KUOHUNTASÄILIÖ

Kunto

- 0 Kunnossa
- 4 Ei kunnossa
- 5 Lisähuomio

Kuohuntasäiliön korkki

Tarkastetaan, että korkki on paikallaan

0 Kunnossa

4 Ei kunnossa

5 Lisähuomio