



SÄHKÖVERKON PITKÄN AIKAVÄLIN KEHITYS- SUUNNITELMAN LAADINTA

Petri Kangassalo

Opinnäytetyö
Toukokuu 2011
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehto
Tampereen ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehto

KANGASSALO, PETRI: SÄHKÖVERKON PITKÄN AIKAVÄLIN KEHITYS-
SUUNNITELMAN LAADINTA

Opinnäytetyö 38s.

Päättötyössä kiinnitetään huomiota keskeisimpiin asioihin mitä tulisi ottaa huomioon sähköverkon pitkän tähtäimen suunnitelmaa tehtäessä. Näitä asioita on pyritty selventämään muutamalla esimerkillä. Työssä otetaan huomioon eri verkkokomponenttien ikätietojen selvittämisen mahdollisuuksia. Verkon komponenttien ikätiedot ovat oleellisia sähköverkon pitkän aikavälin kehityssuunnitelmaa laadittaessa. Toinen tärkeä syy selvittää verkon eri komponenttien ikätietoja on Energiamarkkinavirastolle tehtävä verkon keski-ikä selvitys, jonka energiamarkkinavirasto ottaa huomioon sähköverkon nykykäyttöarvon laskennassa.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering
Option of Electrical Power Technology

KANGASSALO, PETRI: MAKING LONG TERM POWER-DISTRIBUTION
NETWORK PLAN

Bachelor's thesis 38 pages

In diploma work attention is paid to the most essential things which should be noticed when making long term power-distribution network planning. These essential things which include in power-distribution network planning are tried to explain by couple examples. Possibility to determining the age facts of power-distribution network components is noticed in this diploma work. Age facts of network components are important when formulating long term development plan of power-distribution network. Another important reason to clarify networks different components age facts is the report of networks average age to Energy Market Authority. Energy Market Authority includes this report to calculating current utility value of power-distribution network.

Keywords: power-distribution network, long term planning

Alkusanat

Työskentelin kesän 2010 Vatajankosken Sähkö Oy:llä verkostoasentajana. Työpaikka oli todella viihtyisä sekä työtehtäväni olivat todella monipuolisia. Vaikka minulla on entuudestaan sähköalan kokemusta, niin sähköverkkoyhtiön työtehtävät eroavat paljon entisistä työtehtävistäni. Syksyllä 2010 keskustelimme mahdollisista opinnäytetyön aiheista ja mielenkiintoisimmaksi aiheeksi osoitautui sähköverkon pitkän aikavälin kehityssuunnitelman laadinta. Käytin työvälineinäni paljon apuna ABB DMS600 Network editor verkkotietojärjestelmä ohjelmistoa, jonka avulla pääsin selville verkoston nykytilanteesta. ABB:n ohjelmisto ei ollut minulle etukäteen millään tapaa tuttu, joten työn ohessa pääsin tutustumaan ohjelmaan, jolla suunnitellaan Vatajankosken Sähkö Oy:n verkkoa.

Kiitos Vatajankosken sähkö Oy:lle että sain tehdä mielenkiintoisen lopputyön yrityksessänne. Kiitos TAMK:in Di lehtorille Jarkko Lehtoselle, joka toimi ohjaavana opettajana työssä.

Petri Kangassalo

Tampereella 26.05.2011

SISÄLLYSLUETTELO

SYMBOLILUETTELO	6
1. JOHDANTO	7
2. VATAJANKOSKEN SÄHKÖ OY	8
3. VERKKOLIIKETOIMINNAN VALVONTA	10
3.1 Kehittämis- ja liittämisvelvollisuus 9 §.....	11
3.2 Toimitusvelvollisuus 21 §	11
4. PITKÄN AIKAVÄLIN KEHITYSSUUNNITELMAN LUONTI.....	12
4.1 Yhdyskuntarakenteen kehittyminen.....	13
4.1.1 Ruukin teollisuusalueen tulevaisuuden sähkönjakelu.....	14
4.2 Sähköverkon käyttövarmuus.....	17
4.3 Verkon rakenteiden ikäjakauma.....	18
4.3.1 Ilmajohdot	18
4.3.2 Maakaapelit ja jakokaapit	20
4.3.3 Pylväät.....	22
4.3.4 Muuntajat	25
4.3.5 Erottimet.....	29
4.4 Strateginen suunnittelu verkkorakenteiden osalta.....	30
4.4.1 Kaukokäyttöerottimet.....	30
4.4.2 PAS- johtojen käyttö.....	31
4.4.3 Maakaapeleiden käyttö	32
4.4.4 1000 V:n järjestelmän käyttö	33
4.4.5 Tien varteen rakentaminen.....	34
5. KIILHOLMAN JOHTOLÄHTÖ.....	35
6. JOHTOPÄÄTÖKSET.....	37
LÄHTEET	38

SYMBOLILUETTELO

EMV Energiamarkkinavirasto

Kj Keskijännite

Pas Keskijänniteverkon päällystetty avojohdin

Pj Pienjännite

PTS Pitkän tähtäimen suunnitelma

VSO Vatajankosken Sähkö Oy

1. JOHDANTO

Työn tarkoituksena on laatia sähköverkon pitkän aikavälin kehityssuunnitelman alustava malli sekä miettiä mitä mahdollisia työkaluja pts:aa laadittaessa voisi hyödyntää ja mihin seikkoihin kannattaisi kiinnittää huomiota.

Yksi mahdollinen käyttökohta olisi kehittää sähköpylväiden iän sekä kuntokartoituksen tietokannan tuloksista yhteenvetoraportti, minkä tuloksia voisi käyttää hyödyksi pitkän tähtäimen suunnittelussa. Ajan myötä kuntotietojen täydentäessä koko verkon kattavaksi saadaan huomattavasti tarkempia raportteja verkon kunnosta.

Toinen keskeinen asia on jakeluverkon ikä joita on ohjelmaan määritelty niiltä osin mitä tiedetään ja päivitetään sitä mukaa mitä vaihdetaan. Tämä on tarkoitus täydentää arvioimalla johtimien ikä muiden kyseisen lähdön komponenttien pohjalta esimerkiksi pylväiden pystytysvuosi. Näin saadaan tietoon verkoston rakennus iät selville mahdollisimman laajasti.

Työssä otetaan myös huomioon eri verkkokomponenttien ikä tietojen selvittämisen mahdollisuuksia. Verkon komponenttien ikätiedon ovat oleellisia pts:aa laadittaessa. Toinen tärkeä syy selvittää verkon ikätietoja on EMV:lle tehtävä verkon keski-iän selvitys, jonka EMV ottaa huomioon sähköverkon nykykäyttöarvon laskennassa.

Yksityisen tuotannon mahdollisuudet tuovat pts:aan oman haasteensa, joita on mahdotonta tällä hetkellä ennustaa.

2. VATAJANKOSKEN SÄHKÖ OY

Vatajankosken Sähkö Oy on perustettu vuonna 1926 ja tarjoaa vastuuntuntoista ja luotettavaa energiapalvelua kilpailukykyisesti ja ympäristöystävällisesti koko toiminta-alueen etua tavoitellen. Tarjottaviin tuotteisiin kuuluvat sähköverkko-palvelut Pohjois-Satakunnassa ja lähialueilla (kuva 1), sähköenergian myynti, kaukolämpöä Kankaanpäässä sekä energiansäästöpalvelua. Vatajankosken Sähkön toimitalo sijaitsee Kankaanpäässä ja sivutoimipisteet Laviassa ja Karviassa.



Kuva 1. Vatajankosken Sähkö Oy:n sähkön jakelualue.

Vatajankosken sähkö Oy:n verkosto käsittää 8 kpl 110/20 kV sähköasemia, 1428 km 20 kV verkkoa, 1253 kpl jakelumuuntamoita ja 2377 km pienjänniteverkkoa.

Vatajankosken Sähkö Oy yhtiön juuret ovat 1920 - luvulla sähköntuotantoon valjastetussa Karvianjoen Vatajankoskessa. Honkajoen kunnassa sijaitsevat Vatajankosken ja Jyllinkosken voimalaitokset tuottavat nykyisin sähköä keskimäärin 6 milj. kWh eli noin 3 % vuotuisesta sähkönhankinnasta.

Vatajankosken Sähkön palvelun perusta on asiakasmäärään nähden suhteellisen laaja sähköverkko, jolla kuljetetaan sähköenergian korkealaatuisena alueen jokaiseen talouteen. Vatajankosken Sähkö pitää yllä paikallista valmiutta välittömään toimintaan myös, jos myrsky tai mikä tahansa syy saa sähkön katkeamaan. Maantieteellisten olosuhteiden epäedullisuudesta huolimatta ovat VSO:n verkkopalvelun hinnat hyvin vertailukelpoiset.

Vatajankosken Sähkö Oy toimittaa kaukolämpöä kaupungin keskustaan ja Niinisalon varuskuntaan. Yhtiön myymästä kaukolämmöstä 97 % tuotetaan alueen omilla polttoaineilla ja lämmön kanssa yhteistuotantona ympäristöystävällisesti sähköä tuotetaan noin 12 % VSO:n vuotuisesta tarpeesta.

Vatajankosken Sähkö Oy työllistää 74 henkilöä ja asiakkaita on noin 24 000. Vatajankosken Sähkön liikevaihto oli vuonna 2009 noin 25 miljoonaa euroa. (Vatajankosken Sähkö Oy, yritysesittely)

3. VERKKOLIIKETOIMINNAN VALVONTA

Verkkoliiketoiminta on vahvasti säädeltyä ja valvottua liiketoimintaa. Suomessa valvontaviranomaisena toimii kauppa- ja teollisuusministeriön ohjauksessa toimiva energiamarkkinavirasto.

Valvontaan sisältyy taloudellista ja teknistä valvontaa. Taloudellisen valvonnan kohteena on Suomessa ennen kaikkea verkkoliikennetoiminnasta syntyvä voitto sekä verkkoyhtiöiden toimintojen tehostaminen. Kullekin verkkoyhtiölle määritellään sallittu maksimivoittotaso, jonka pysyvä ylittäminen johtaa palautuksiin sähkönkäyttäjille.

Suomessa sähkön laatu on ensimmäistä kertaa mukana taloudellisessa valvonassa valvontajaksossa, joka alkoi vuonna 2008 ja päättyi 2011. Laatuun kuvataan keskeytyskustannuksilla, jotka otetaan huomioon verkkoyhtiölle sallittua liikevaihtoa määriteltäessä. Sallitun voiton laskennallisen määrään vaikuttaa huomattavasti verkkoon sitoutuneen pääoman määrä, johon puolestaan verkkoon tehtävillä investoinneilla on olennainen vaikutus.

EMV on laatinut perustelumuiiston nro 2/2011 asiakirjalle: *Sähkön jakeluverkko-toiminnan ja suurjännitteisen jakeluverkko-toiminnan hinnoittelun kohtuullisuuden valvontamenetelmien suuntaviivat vuosille 2011 – 2015*. Yhtenä tarkkailun kohteena on keski-ikä huomiointi sähköverkon nykikäyttöarvon laskennassa.

Verkonhaltialla on mahdollisuus valita omia ympäristötekijöitään vastaavat pitoajat verkon komponenteille EMV määrittämältä komponenttien pitoaikojen vaihteluväliltä. Verkon eri komponenttien todellista tai arvioitua ikää verrataan ilmoitettuihin pitoaikoihin ja näin saadaan selville verkon nykyarvo prosentti. Jos komponentin ikätietoa ei pystytä selvittämään, niin EMV olettaa puuttuvan komponentin ikätiedoksi 70 % pitoajasta.

Verkonhaltijoita koskevat verkon ylläpito- ja kehittämisvelvollisuus, sähkönkäyttöpaikkojen ja tuotantolaitosten liittämismvelvollisuus sekä sähkön siirtovelvollisuus. Luvuissa 3.1 ja 3.2 on Energiamarkkinaviraston keskeisimmät lakipykälät sähköverkon kunnon sekä sähkön laadun pitämiseen hyvänä. Tämä takaa kuluttajille hyvän sähkön laadun sekä kohtuullisen hinnan.

3.1 Kehittämis- ja liittämismvelvollisuus 9 §

Verkonhaltijan tulee ylläpitää, käyttää ja kehittää sähköverkkooan sekä yhteyksiä toisiin verkkoihin asiakkaiden kohtuullisten tarpeiden mukaisesti ja turvata osaltaan riittävän hyvälaatuisen sähkön saanti asiakkaille (verkon kehittämisvelvollisuus). Verkonhaltijan tulee pyynnöstä ja kohtuullista korvausta vastaan liittää verkkoonsa tekniset vaatimukset täyttävät sähkönkäyttöpaikat ja sähköntuotantolaitokset toiminta-alueellaan (liittämismvelvollisuus). Liittämistä koskevien ehtojen ja teknisten vaatimusten tulee olla tasapuolisia sekä syrjimättömiä ja niissä on otettava huomioon sähköjärjestelmän toimintavarmuuden ja tehokkuuden vaatimat ehdot. Verkonhaltijan tulee julkaista liittämistä koskevat tekniset vaatimukset. Verkonhaltijan tulee antaa liittyjälle tämän pyynnöstä kattava ja riittävän yksityiskohtainen arvio liittymiskustannuksista. (1130/2003) Jakeluverkonhaltijalla on oltava julkiset yleiset sopimusehdot (liittymisehdot) sellaisille enintään 20 kilovoltin nimellisjännitteellä sähköverkkoon liittyville asiakkaille, jotka eivät ole sähkön tuotantolaitoksia. (466/1999)(sähkömarkkinalaki 386/1995)

3.2 Toimitusvelvollisuus 21 §

Sähkön vähittäismyyjän, jolla on huomattava markkinavoima jakeluverkonhaltijan vastuualueella, on toimitettava vastuualueella sähköä kohtuulliseen hintaan kuluttajille sekä muille sähkönkäyttäjille, joiden käyttöpaikka on varustettu enintään 3 x 63 ampeerin pääsulakkeilla tai joiden sähkönkäyttöpaikkaan ostetaan sähköä enintään 100 000 kilowattituntia vuodessa. (sähkömarkkinalaki 386/1995)

4. PITKÄN AIKAVÄLIN KEHITYSSUUNNITELMAN LUONTI

Pitkänaikavälin kehityssuunnittelussa pyritään määrittelemään, mitä suuria ja laajasti vaikuttavia investointeja eri vuosina tarvitaan, jotta verkosto täyttäisi koko tarkasteltavan ajanjakson ajan sille asetetut vaatimukset.

Pitkän aikavälin kehityssuunnitelma on yksi merkittävämmistä suunnitelmista, jossa pyritään ennakoimaan tulevaa, sekä minimoimaan tulevaisuuden sähkönjakelun keskeytykset. Pääosin muut suunnittelun vaiheet tehdään pitkän tähtäimen kehityssuunnitelman pohjalta.

Yleisesti suunnittelutehtävä voidaan esittää suunnittelujakson aikana syntyvien, investointi-, häviö-, keskeytys-, ja ylläpitokustannuksista muodostuvien kokonaiskustannusten nykyarvon minimointitehtävänä yhtälön (1) mukaisesti

$$\min \int_0^T (K_{inv}(t) + K_{häv}(t) + K_{kesk}(t) + K_{kun}(t)) dt \approx$$

$$\min \sum_{t=1}^T [K_{inv}(t) + K_{häv}(t) + K_{kesk}(t) + K_{kun}(t)] \quad (1)$$

Missä:

$K_{inv}(t)$ = investointikustannukset ajanhetkenä t (vuonna t)

$K_{häv}(t)$ = häviökustannukset ajanhetkenä t (vuonna t)

$K_{kesk}(t)$ = keskeytyskustannukset ajanhetkenä t (vuonna t)

$K_{kun}(t)$ = kunnossapitokustannukset ajanhetkenä t (vuonna t)

T = suunnittelujaksonpituus

(Lakervi, E. & Partanen, J. 2008)

Sähkönjakeluverkon komponenttien teknis-taloudelliset pitoajat ovat pitkiä, 30 - 60 vuotta. Pitkät pitoajat korostavat sähkönjakeluverkon pitkän aikavälin suunnittelun merkitystä.

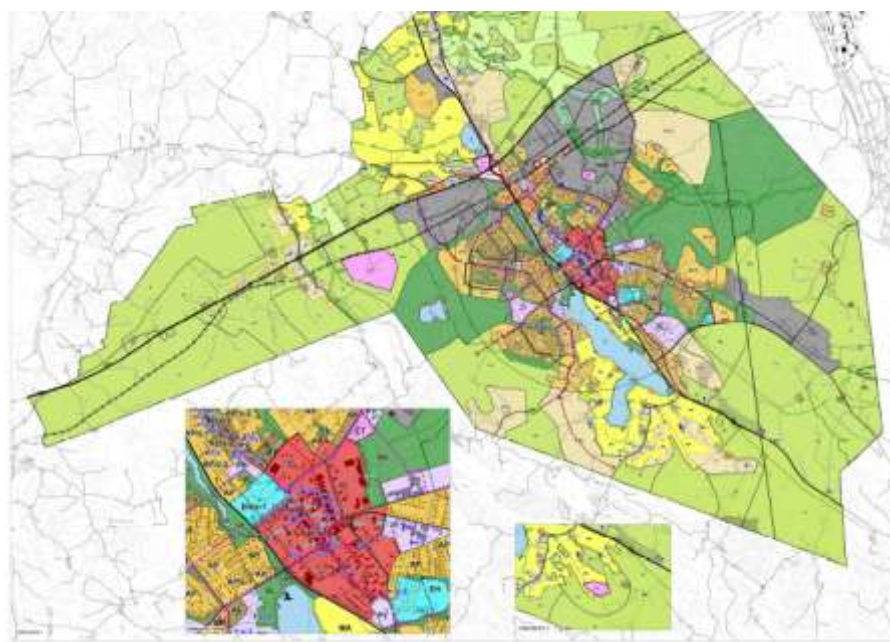
Pitkän tähtäimen kehittämissuunnittelussa tulee ottaa huomioon hyvin laajalti verkkoon vaikuttavia asioita, jotta tulokseksi saadaan taloudellisesti, sekä tekni-

sesti verkkoyhtiötä palveleva lopputulos. Keskeisempiä asioita joita tulee ottaa huomioon pts:aa laadittaessa ovat: yhdyskuntarakenteen kehittyminen, sähkönjakelun keskeytyksien vähentämien, verkon rakenteiden ikäjakauma sekä strategisen suunnittelun luomat kriteerit.

4.1 Yhdyskuntarakenteen kehittyminen

Kaupungeilta on saatavissa aina ajantasainen kaavoitettujen tonttien tiedot. Näille tonteille tullaan lähitulevaisuudessa tarvitsemaan sähköä. Kaupungilla on myös kaavoituskatsaus joka kertoo kaupungissa vireillä olevista kaava-asioista ja muista kaupunkisuunnittelun ajankohtaisista asioista. Kaavoitusohjelma ennakoii tulevien vuosien hankkeita. Nämä tulevaisuuden sähkönkäyttökeskittymät tulisi ottaa huomioon pts:aa laadittaessa.

Vielä pidemmälle tulevaisuuteen kertoo kaupungin laatima osayleiskaava (kuva 1), jossa on esitetty kaupungin keskustan mahdollisia tulevaisuuden visioita. Osayleiskaavaan ei voi tukeutua täysin sillä ne ovat vain visioita.

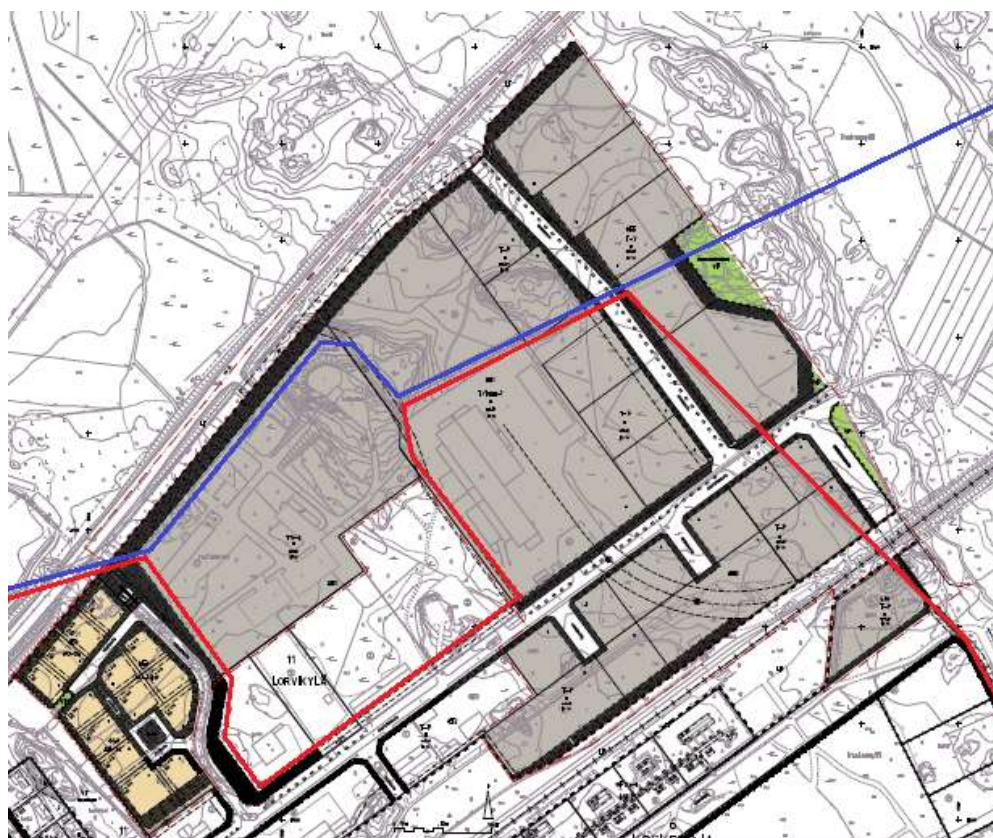


Kuva 1: Kankaanpään kaupungin keskusta osayleiskaava (Kankaanpään kaupunki).

Maaseudun väestön kasvun kehittymistä ja varsinkin keskittymistä on hyvin hankala ennustaa. Maaseudulla verkostosaneerauksia suunniteltaessa olisi hyvä ottaa huomioon eritoten maatalouden sähkötarvenäkymät. Todennäköisintä on, että pienten maatilojen sähkötarve joko pysyy samana tai pienentyy maatalouden loputtua. On hyvin todennäköistä, että ihmiset siirtyvät asutuskeskukseen palveluiden mukana.

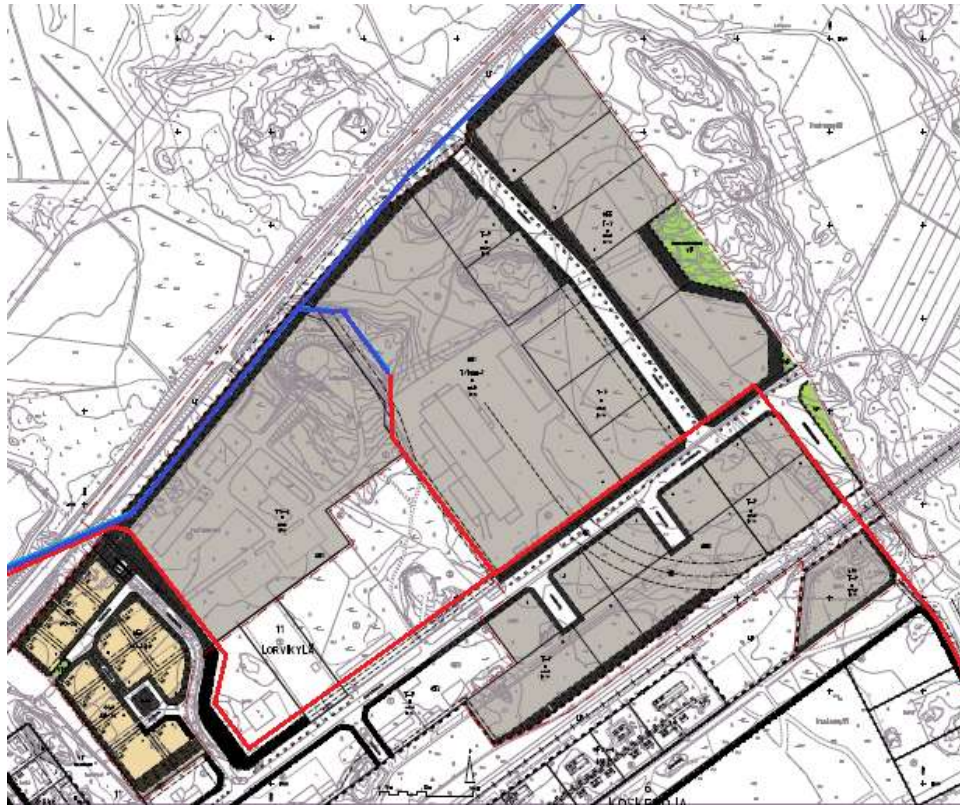
4.1.1 Ruukin teollisuusalueen tulevaisuuden sähkönjakelu

Kankaanpään Ruukin teollisuusalue on laajenemassa lähiaikoina ja sinne on kaavoitettu teollisuushalli tontteja. Ruukin teollisuusalueelta on tarkoitus rakentaa läpikulku Koskenojan teollisuusalueelle lähiaikoina. Kuvassa 2 näkyy sinisellä Niinisalon johtolähtö ja punaisella Koskenojan johtolähtö.



Kuva 2: Ruukin teollisuusalueen kaavoitetut tontit, sekä 20 kV:n linjat nykyisellään

Kuvassa 3 on esimerkki Ruukinalueen tulevaisuuden 20 kV:n johtolähtöjen mahdollisista kulkureiteistä. Sijoittamalla johdot tien vierusta, saadaan johdot pois tulevien tonttien alueilta ja myös johtojen huollettavuus paranee. Niinisalon- ja Koskenojan johtolähdöille jätetään varasyöttömahdollisuus linjasta toiseen.



Kuva 3: Ruukin teollisuusalueen kaavoitetut tontit, sekä 20 kV:n linjat tulevaisuudessa.

Kuvassa 4 on otettu huomioon laajemmin osayleiskaavan näkemykset tulevaisuuden kaava-alueista ja kuvaan on sijoitettu sinisellä Niinisalon johtolähtö ja punaisella Koskenojan teollisuusalueen johtolähtö. Tämän perusteella mietitty kummalle lähdölle nyt jo kaavoitettu Ruukin teollisuusalue kannattaa liittää. Sinisellä on ympyröity Niinisalon johtolähtöön liitettävä alue ja punaisella vastavasti Koskenojan johtolähtöön liitettävä alue. Niinisalon johtolähtö on viety tien vierustaa aina 110 kV:n linjalle asti jonka jälkeen palattaisiin vanhalle kulkureitille 110 kV:n linjan vierustaa. Koskenojan johtolähtö kannattaa tulevaisuudessa rakentaa junaradan läheisyydessä olevasta haarasta junaradan viertä Ruukin-alueelle päin renkaaseen, jolloin käyttövarmuus kasvaa.



Kuva 4: Tulevaisuuden teollisuusalueiden sähköistysalueet johtolähdöittäin.

4.2 Sähköverkon käyttövarmuus

Sähköverkon käyttövarmuus kuvaa sähkönjakelun luotettavuutta. Tätä heikentävät sähkönjakelun keskeytykset, jotka voivat olla joko suunniteltuja tai häiriön aiheuttamia. Standardissa SFS-EN 50160 keskeytys määritellään tilanteeksi, jossa jännite on liittämiskohdassa alle 1 % sopimuksen mukaisesta jännitteestä.

Suunnitellut keskeytykset johtuvat sähköverkossa tehtävistä töistä ja niistä ilmoitetaan etukäteen. Häiriökeskeytykset eivät ole ennustettavissa etukäteen ja johtuvat sähköverkossa sattuvista vioista.

Häiriökeskeytykset voidaan luokitella vielä seuraaviin alaluokkiin:

- Pitkät keskeytykset: yli 3 minuuttia kestävät keskeytykset luetaan pysyviksi vioiksi
- Lyhyet keskeytykset: alle 3 minuutin viat eli pikajälleenkytkennällä tai aikajälleenkytkennällä selvitettävät viat
- Jännitekuopat: Jännite alenee äkillisesti 1...90 %:iin nimellisjännitteestä

Suunnitellut keskeytykset ovat pakollisia verkon kunnossapidon kannalta ja niitä ei voida sähköverkon eri ratkaisuilla poistaa. Poikkeuksena työt jotka on mahdollista tehdä jännitetyönä.

Häiriökeskeytyksien minimoimiseen kannattaa keskittyä varsinkin keskijänniteverkon puolella. Sähkönkäyttäjän kokemista vioista 90 % aiheutuu kj- verkon häiriökeskeytyksistä ja loput 10 % pj-verkon häiriökeskeytyksistä. (Lakervi, E. & Partanen, J. 2008)

4.3 Verkon rakenteiden ikäjakauma

Vatajankosken sähkönjakeluverkosto on luotu pääosin 1960- ja 1970-luvulla, joten verkostoa on saneerattavana melkoisesti. VSO:n verkkoalueella on paljon maaseutua minkä vuoksi ilmajohtoa on paljon ja näin ollen pylviäitä myös. VSO uusii sähköpylväitä noin 800 kappaaleen vuositaitiin.

Yksi tärkeä syy selvittää verkon ikätietoja on EMV:lle tehtävä verkon keski-ikäselvitys, jonka EMV ottaa huomioon sähköverkon nykykäyttöarvon laskennassa.

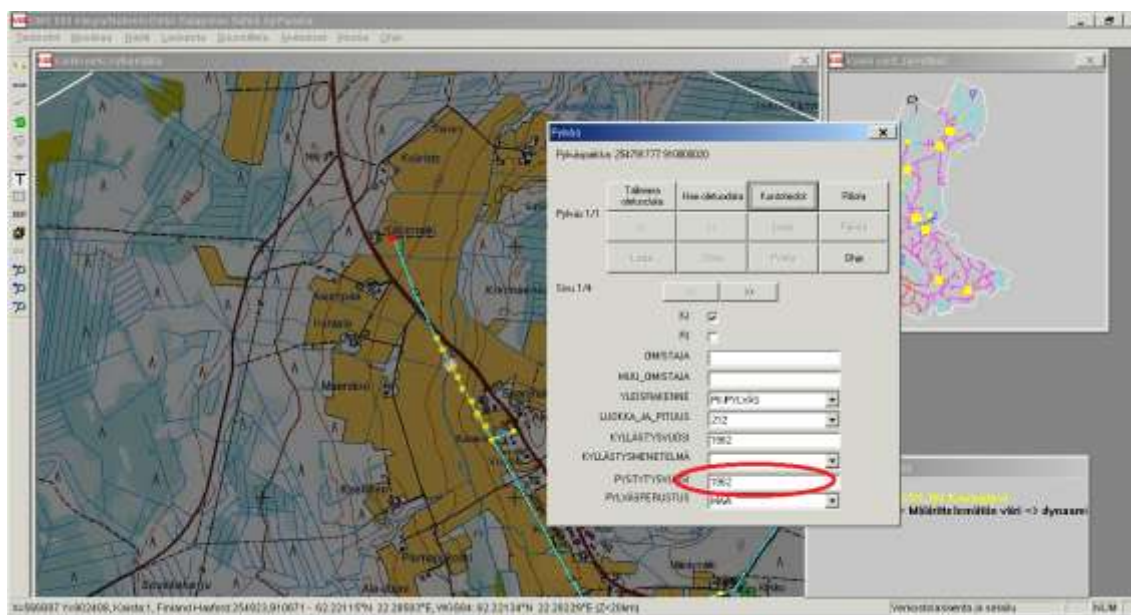
Vuonna 1986 VSO otti käyttöön Versoftin merkkipohjaisen verkkotietojärjestelmäohjelmiston. Vuonna 2003 VSO:lla siirryttiin käyttämään ABB:n Open++-integra graafista verkkotietojärjestelmäohjelmistoa, joka on nykyisellään käytössä nimellä ABB DMS600 Network editor. Verkkotietojärjestelmään on kirjattu verkon eri komponenttien tarvittavat tiedot ja tietoja päivitetään ohjelmaan sitä mukaa kuin verkkoa saneerataan tai tarkastetaan. Ohjelmistoon syötettyjen tietojen avulla on helppo seurata esimerkiksi verkon ikäjakaumaa ja kuntoa. Nämä tiedot ovat yksi kriteeri joiden avulla selvitetään saneerattavat verkot.

4.3.1 Ilmajohdot

Kaikkien johtojen tyyppitiedot on kirjattu ABB DMS600 Network editor verkkotietojärjestelmään. Johtojen ikätiedot ovat suurelta osin tietokannassa, mutta paljon on vielä sellaisia ilmajohtimia joiden varmaa rakennusvuotta ei ole tiedossa.

Ennen PTS:n aloittamista tarvitsisi syöttää kaikkien ilmajohtimien arvioidut ikätiedot tietokantaan. Näin saataisiin koko verkostoa kattavat johto-osuuksien ikätiedot käyttöön.

Yksi tapa arvioida ilmajohtimien ikä on tarkastella kunkin johto-osuuden pylvästys vuosien ikä- ja kunto tietoja (kuva 5) ja arvioida näiden tietojen pohjalta ilmajohtimien arvioitu ikä. Tämän arvioidun johto-osuuden iän voisi kirjata verkkotietojärjestelmään. Puuttuvat tiedot kirjattaisiin suoraan niille varattuihin kenttiin, jotta laitekortti pysyisi mahdollisimman selkeänä. Arvioiminen ja kirjaaminen tulee todennäköisesti tapahtumaan käsin koska pylväiden ja johtimien välillä ei ole verkostonhallinta ohjelmassa minkäänlaisia sidoksia toisiinsa, joten ohjelmallisesti iän määrittely on mahdotonta.



Kuva 5. Pylväästä joista ikätieto johto-osuudella

Kuvassa 5 on keltaisella värjätty ne pylväästä joista on pystytysvuositieto 1982. Näin ollen ollaan johto-osuuden iästä selvillä tienlyityksen kohtaan. Tiestä muuntamolle eli johto-osuuden häntää kohden pystytystä voi tarkastaa vielä kuntotiedot joita vertaamalla pylväisiin joista on ikätieto, sekä tarkistamalla muuntamon rakennus vuosi, saadaan melko luotettava rakennusvuosi johto-osuudelle. Näin ollen voidaan olettaa johto-osuuden rakennusvuodeksi 1982. Tämän tiedon voi syöttää puuttuvan rakennusvuoden paikalle. Näin tarkasteltuna jokainen solmuväli saadaan lähtötiedot minkä pohjalta pts:aa lähdetään rakentamaan.

4.3.2 Maakaapelit ja jakokaapit

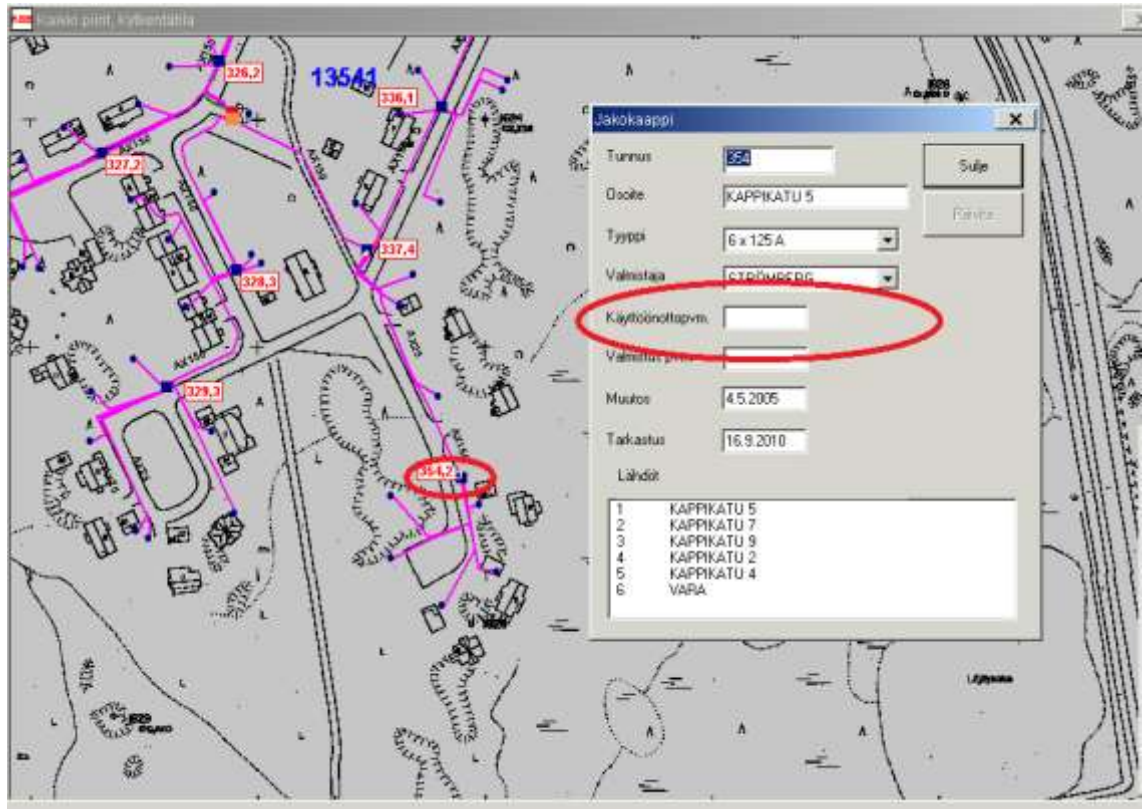
Maakaapelit on joko kaivettu tai aurattu maahan. Maakaapelin osuus VSO:n verkossa on pieni, koska jakeluverkkoalueella on paljon maaseutua. Pj-linjoissa maakaapelin käyttö on huomattavasti yleisempää kuin kj-linjoissa, rakennuskustannuksien takia. Aluksi maakaapeleita käytettiin vain keskusta-alueilla, mutta nykyään maakaapelin käyttöä on lisätty paljon myös maaseudulla, koska se ei ole niin vika herkkä kuin ilmajohto. Koska maakaapeleiden käyttö on vasta hiljan yleistynyt, niin niiden ikätiedot ovat melko kattavasti tiedossa.

Jos keskijännite maakaapelin ikä ei ole tiedossa, niin sen iän voi arvioida vertaamalla johto-osuudella olevien muiden verkkokomponenttien iä, esimerkiksi pylväitä johon kj- kaapelin päätteet on tehty tai muuntamon ikää jota kyseinen kj- kaapeli syöttää. Näin saadaan maakaapelin puuttuva ikätieto varsin tarkasti selville.

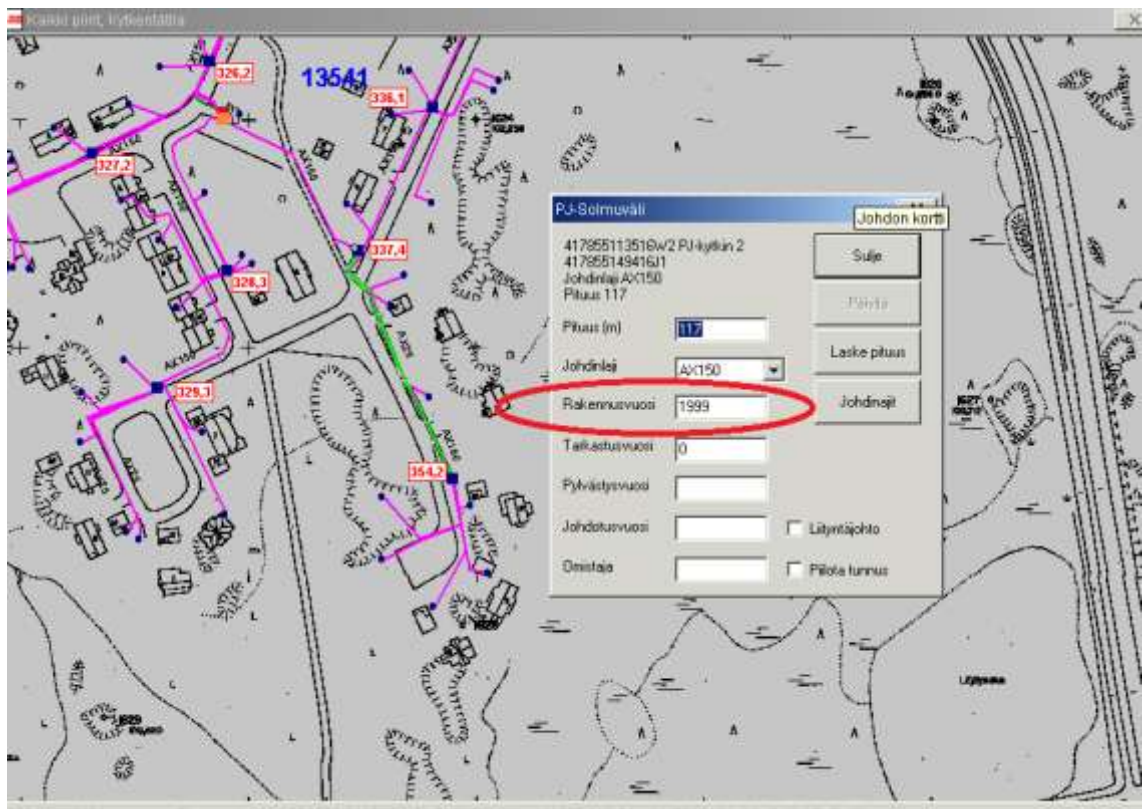
Pj- kaapelit on VSO:lla tarpeen mukaan saneerauksien yhteydessä vaihdettu maakaapeleihin. Pj-kaapelit laitetaan mahaan eritoten kaikissa kohteissa joissa maaperä sallii pj- kaapelin auraamisen maahan. Maakaapelin auraamisen rakennuskustannukset ovat pienemmät kuin vastaavan pj-ilmalinjan rakennuskustannukset.

Myös pj- maakaapeleiden ikätiedot ovat kattavasti tietojärjestelmässä. Jos ikätietoa ei ole niin maakaapeleiden kohdalla ikätiedon voi arvioida kaapelia syöttävän muuntajan ikätiedosta tai jakokaapin ikätiedosta.

Vastaavasti jollei jakokaapille ole ikätietoa tietojärjestelmässä niin jakokaapin puuttuvan ikätiedon pystyy arvioimaan ensisijaisesti kaappia syöttävän johtimen iästä. Kuvissa 6 ja 7 tämä on havainnollistettu esimerkikohteella, kuvassa 6 on jakokaappi 354 ilman käyttöönotto päivämäärää. Kuvassa 7 on kuvan 6 jakokaappia 354 syöttävä maakaapeli jolla on ikätieto selvillä.



Kuva 6: Jakokaappi 354 ilman käyttöönotto päivämäärää.



Kuva 7: Jakokaappia 354 syöttävä maakaapeli.

Kuvassa 7 näkyy vihreällä värjätty johto joka syöttää jakokaappia 354. Näiden kuvien perusteella voimme päätellä, että jakokaapin 354 käyttöönottopäivämäärä on 1999.

4.3.3 Pylväät

Pylvästarkastuksen tarkastustoimintaa on ohjattu seuraavasti.

20 - 25 vuoden ikäiselle pylvästykselle tehdään pylvästarkastus, jossa n. 20 % tarkastettavista pylväistä juuri avataan. Epäilyttävät avataan aina.

30 - 35 vuoden ikäiselle pylvästykselle tehdään pylvästarkastus, jossa n. 40 % tarkastettavista pylväistä juuri avataan. Epäilyttävät avataan aina.

Sellaisilla johto-osuuksilla, joilla pylvästyksen ikä ja laatu paljon vaihtelee, pylvästarkastustarpeen määrää edellisen tarkastuksen tulokset. Vuotuinen tarkastusohjelma muodostetaan käyttäen apuna ATK-rekisteriä ja tarkastuksista saatuja tietoja.

Kolmannen vika- tai laholuokan pylväitä sisältävät johto-osuudet tarkastetaan uudelleen n. 10 vuoden kuluttua edellisestä tarkastuksesta. Tarkastus tehdään kj ja pj- pylvästarkastuspöytäkirjan mukaisesti. Tarkastaja kirjaa myös muut akuutit korjaus- ja raivaustarpeet. (Vatajankosken Sähkö Oy, yrityksestä)

VSO:n tarkastusryhmä sekä ulkopuolinen aliurakoitsija ovat keränneet ABB DMS600 Network editor ohjelman tietokantaan erityisesti sähköpylväiden ikä- ja kuntotietoja. Aikaisemmin kerätyt tiedot on syötetty käsin tietokantaan, mutta nykyään tiedot saadaan siirrettyä massasiirtona suoraan maastokeruulaitteelta, joka käyttää ABB:n dms600NE ohjelmistoa. Suurin osa sähköpylväistä on kuntotarkastettu ja ikä saatu selville.

Pylväiden kuntotarkastuksia tehtäessä pylväistä kirjataan ABB:n verkkotietojärjestelmään pylväiden yleinen lahoisuus asteikolla 0-5 (taulukko 1). Latva- sekä

tyven lahoisuutta kuvaavat kuntoluokat on esitetty taulukossa 2. Yleisen-, latva- ja tyven lahoisuus asteen taulukon selitykset asteikon sekä kuntotiedon selitykset esitetty alempana taulukkoissa 1 ja 2.

TAULUKKO 1. Sähköpylväiden yleisen lahoamisasteen kuntoisuus

Pylvään lahoisuusaste	
Kuntoluokka	selitys
0	Terve
1	Alkavaa lahoa 2 mm pylvään ympäri
2	Näkyvää lahoa 3-10 mm pylvään ympäri
3	Melkoista lahoa 11-20 mm pylvään ympäri
4	Pahoin lahonnut yli 20 mm pylvään ympäri
5	Välittömästi korjattava

TAULUKKO 2. Sähköpylväiden tyven- sekä latva lahoamisasteen kuntoisuus

Pylvään tyven lahoisuus		Pylvään lahoisuus	
Kuntoluokka	selitys	Kuntoluokka	selitys
0	Kunnossa	0	Kunnossa
4	Lahoisuutta esiintyy	4	Lahoisuutta esiintyy
5	Välittömästi korjattava	5	Välittömästi korjattava

PYLVÄIDEN IKÄ JA KUNTOTIEDOT APUNA PTS LAATIESSA

Pylväiden kunto- sekä ikätietoja hyväksikäyttäen voidaan verkkotietojärjestelmään kehittää rekisteri, joka ottaa nämä asiat huomioon ja antaa pylvään tulevasta kestoikästä jonkinlaisen arvion jota voisi käyttää apuna pts:aa laatiessa.

Sähköpylväiden keston vaikuttaa monet seikat, kuten ilmasto, maaperä, kyllästeaine yms. Keskeisemmiksi asioiksi sähköpylvään jäljellä olevan iän määrittämiseksi valitsimme pylväiden iän sekä lahoisuusasteen, koska näistä on saatavissa kattavat tiedot tietokannasta.

Tarkoitus on kerätä tietokannasta ikä- sekä pylvään korkeimman lahoisuusasteen tieto ja näitä tietoja käsittelemällä luoda käsitys sähköpylvään saneerauksen oletetusta ajankohdasta. Pylvään eri lahoisuusasteille on määritetty omat

painoarvonsa (taulukko 3) ja pylvään iälle omat (taulukko 4). Näiden painoarvojen muodostamasta yhteissummasta saadaan määriteltyä saneerauksen ajan kohta taulukon 5 mukaan.

TAULUKKO 3. Sähköpylvään kuntoluokkien painoarvot

Pylvään lahoisuus	
Kuntoluokka	Painoarvo (%)
0	0
1	10
2	20
3	30
4	40
5	100

TAULUKKO 4. Sähköpylvään iän painoarvot

Pylvään ikä	
Ikä (vuotta)	Painoarvo (%)
<40	0
41	10
42	15
43	19
44	24
45	29
46	34
47	38
48	43
49	48
50	53
51	57
52	62
53	57
54	72
55	76
56	81
57	86
58	91
59	95
>60	100

TAULUKKO 5. Pylvään saneerausajankohta

Pylväs tulossa saneeraukseen	
Pylvään kok. painoarvo (%)	vuoden päästä
>100	0 - 1
90 - 99	1 - 3
80 - 90	3 - 5

Pylväiden yhteenlasketulle painoarvolle luodaan käyttöjärjestelmään oma kenttä jonka nimeksi annettaisiin "Saneerauksen ajankohta", josta saadaan kerättyä kysely jonka avulla luodaan karttapohjalle saneerauksen ajankohdan mukaan pylväät eri väreillä. Koko verkostoa kattavaa pylväiden saneeraus ajankohtaa ei saada alkuvaiheessa selville, koska kaikista sähköpylväistä ei ole kunto- tai ikätietoja saatavilla. Suunnitteluvaiheessa voidaan kuitenkin olettaa saneerauksen ajankohdan pitävän paikkansa, jos johto-osuudella on useampia pylväitä joista on tiedot.

4.3.4 Muuntajat

Muuntajan normaalina käyttöikäenä pidetään sitä ikää, jonka muuntaja kestää jatkuvalla nimelliskuormalla kuormitettuna jäähdytysilman ollessa +20 °C. Tällöin muuntajan katsotaan vanhenevan normaalilla nopeudella. Kuormitussuhde ei kuitenkaan saisi ylittää $1,5 \times S_N$, jolloin muuntaja on 50 % ylikuormassa. Käämin kuumimman pisteen lämpötila ei myöskään saa ylittää + 140 °C eikä öljyn yläpinnan lämpötila ylitä + 115 °C.

Taulukossa 6 on esitetty kuormitettavuuksia eri kuluttajaryhmien kuormituskäyrämuodoilla. Taulukossa on laskettu muuntajan vanheneminen koko vuonna ottaen huomioon kuormituksen ja lämpötilojen vaihtelut. Esitettävät arvot pätevät, kun kuormituksen huippu osuu talveen ja puisto- kiinteistömuuntamoiden ilmastointi on mitoitettu huippukuormituksia vastaavaksi. (Verkostosuositus SA 2:08)

Taulukko 6: Jakelumuuntajan kuormitettavuus (Verkostosuositus SA 2:08).

Muuntopiiri	Muuntamotyyppi		
	pylväs	puisto	kiinteistö
Pientaloalue, Sähkölämmitys	1,5	1,4	1,2
Kerrostaloalue	1,5	1,4	1,2
Keskusta-alue	1,4	1,3	1,0
Teollisuusalue	1,4	1,3	1,0
Maaseutualue	1,5	1,4	1,2

Taulukosta 6 saatavien kertoimien avulla voidaan laskea epäyhtälön (2) avulla eri jakelumuuntajien kuormitettavuus.

$$\left(1 + \frac{r}{100}\right)^t * P < K * S_n \quad (2)$$

Missä:

r kuormituksen kasvu

t pitoaika

P mitoitusteho

K taulukosta 6 valittu kuormitettavuus kerroin

S_n muuntajan nimellisteho

Muuntajat ovat hyvin keskeinen osa sähköjakeluverkkoa. Päämuuntajien kunto on syytä tarkistaa tietyn väliajoin. Päämuuntajille suositellaan tehtävän perusteellinen huolto ainakin yhden kerran elinaikanaan, noin 15 – 25 vuotta vanhoille muuntajakoneille. Kun muuntajakoneelle on tehty perushuolto, EMV:n mu-

kaan huollettavan päämuuntajan iästä vähennetään 20 vuotta, joka siis nuorentaa päämuuntajan teknistaloudellista pitoaikaa 20 vuotta kerran valitun pitoajan kuluessa.

Päämuuntajalle tehtävään huoltoon sisältyy EMV:n mukaan seuraavaa:

- Muuntajan oikosulkulujuus saadaan palautettua alkuperäiselle tasolle kiristämällä käytön aikana löystyneet käämit ja muut aktiiviosan rakenteet.
- Sydämen ja käämien mahdollisesti kärsimät käytönaikaiset vauriot korjataan (esim. tukirakenteiden liikkuminen oikosulkuvoimien vaikutuksesta) ja sisäisten johdotusten johdinliitokset tarkastetaan.
- Paperieristeen kuivaus.
- Öljyn tyhjökäsittely ja suodatus.
- Käämikytkimen valitsinosa (joka on samassa öljytilassa muuntajan sydämen ja käämien kanssa) tarkastetaan ja tehdään tarvittavat korjaustoimenpiteet.
- Läpivientien kunto tarkastetaan sähköisin mittauksin.
- Tiivisteet uusitaan.
- Suojalaitteet, kojekaapit ja ulkoinen johdotus kunnostetaan ja tarvittaessa uusitaan sekä ylipaineventtiili lisätään täydentämään muuntajan suojausta.
- Huollossa tehdyt havainnot ja toimenpiteet sekä jatkotoimenpidesuosituksia tulee koota muuntajan mukana kulkevaan huoltokansioon.

Tarvittaessa perushuollosta tulee toimittaa EMV:lle huollon tekijän dokumentti. (EMV Perustelumuistio 2-2011)

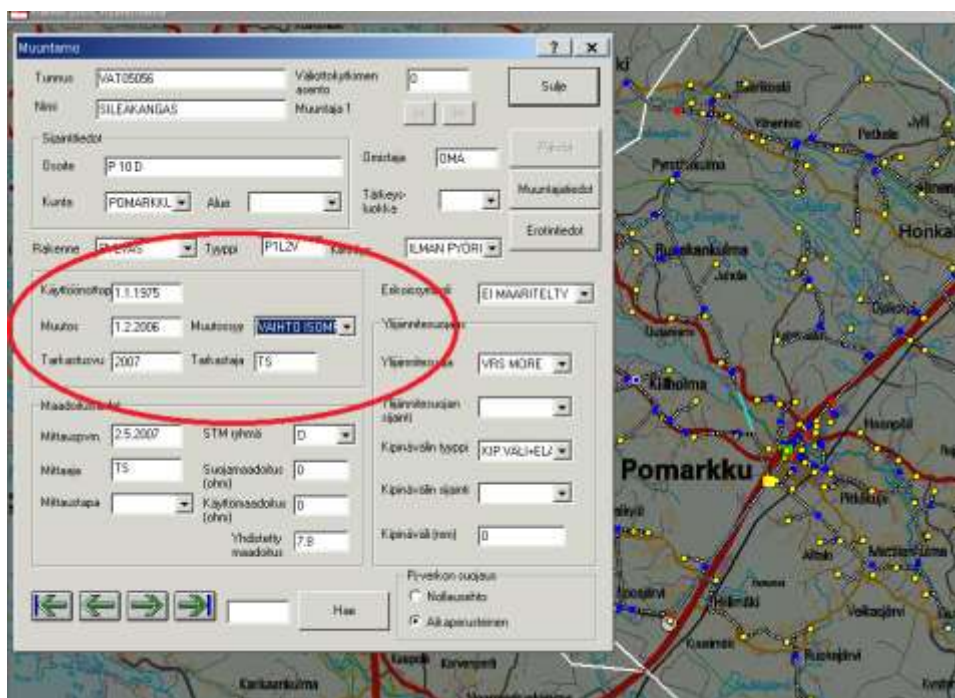
Pienemmille jakelumuuntajille ei ole tarpeen tehdä erikseen näin perusteellista huoltoa. Jakelumuuntajat on syytä tarkistaa tietyin väliajoin ja kunnostaa tarkastuksissa havaitut viat.

Jakelumuuntajat ovat aikoinaan mitoitettu silloisen sähkön kulutuksen mukaan. Tämän jälkeen jakelumuuntajien perään on voitu liittää uusia liittymiä sekä liittymäpisteiden sähkönkäyttö on saattanut kasvaa. Näin ollen jakelumuuntaja jää

pieneksi ja on ylikuormassa. Jakelumuuntajan tehokapasiteetti tarkistetaan aina uutta liittymää lisätessä muuntajaan ja tarpeen tullen vaihdetaan suurempaan muuntajaan.

Jakelumuuntaja voi jäädä myös ylisuureksi liittymien vähentyessä, tai kulutuksen loputtua esim. talo autioitunut/toiminta loppunut. Ylisuureksi jäänyt jakelumuuntaja aiheuttaa verkolle enemmän häviötehoja, suuren tyhjäkäyntitehonsa vuoksi. Jakelumuuntajia joissa kulutus on laskenut huomattavasti, tulee tarvittaessa liittää mahdollisuuksien mukaan liittymäpisteet lähimmän muuntajan perään tai vaihtaa muuntajakone pienempään.

Muuntajien ikätiedot ovat kattavasti tiedossa tietojärjestelmässä, mutta sekaanusta aiheuttaa nykyisen muuntajakoneen iän merkintä. Kuvassa 8 muuntajakone on vaihdettu vuonna 2006 isompaan, mutta käyttöönottopäivämääränä on vielä 1975. Tämä hankaloittaa muuntamoiden ikätietojen keruuta, koska nykyisten muuntamoiden todellisia ikätietoja on kahdessa eri kentässä. Uusien muuntamoiden ikätiedolle tulee rakentaa uusi kenttä ”Uuden muuntamon rakennusvuosi”, johon muuntamoiden nykyinen todellinen ikä tulee kirjata. Alkuperäinen muuntamon käyttöönottopäivämäärä on tarpeellista säilyttää, koska siitä on tarvittaessa saatavissa ikätieto esim. verkon rakennusvuodelle.



Kuva 8: Muuntamo kortti

4.3.5 Erottimet

Johto- sekä muuntajaerottimille tehdään määräaikaistarkastus tarkastusohjelman mukaan. Muuntajaerottimille tehdään noin 12 vuoden välein ja johtoerottimille tehdään 6 - 8 vuoden välein huolto toimenpiteet mekaanisen toimivuuden takaamiseksi. Johto- ja muuntajaerottimet huolletaan tarkastuksen yhteydessä, kun sähkölinja on jännitteettömänä. Tarkastus ajankohta kirjataan verkkotietojärjestelmään kenttään huolto pvm.

Johto- sekä muuntajaerottimien ikä tiedot ovat suurelta osin tiedossa verkkotietojärjestelmässä. Kun johtoerottimen ikää ei ole tiedossa voidaan se olettaa olevan saman ikäinen kuin johto-osuuden, jolla johtoerotin sijaitsee. Muuntajaerottimen puuttuvan ikätiedon pystyy arvioimaan muuntajan käyttöönottopäivämäärästä.

4.4 Strateginen suunnittelu verkkorakenteiden osalta

Sähköverkon strategisessa suunnittelussa pyritään suunnittelemaan tulevaisuuden sähköjakeluverkon muotoa. Strategisessa suunnittelussa punnitaan eri verkkorakenteiden käytettävyyttä, sekä kannattavuutta sähköverkon eri alueilla. Strategisessa suunnittelussa määritellään miten ja millä ehdoilla tulevaisuudessa sähköverkkoa tullaan rakentamaan, jotta sähköverkosta saadaan mahdollisimman tehokas.

4.4.1 Kaukokäyttöerottimet

Nykytilanteessa myrskyn aiheuttaman sähkökatkon korjaaminen voi kestää tunteja etenkin maaseudulla, missä sähkölinjat ovat pitkiä. Kun ilmassa olevalle sähkölinjalle kaatuu myrskyssä puu, on sähkönsiirto katkaistava korjauksen ajaksi. Maaseudulla erottimet voivat olla muutaman kilometrin päässä toisistaan, pahimmassa tapauksessa voi matkaa tulla tietä pitkin jopa 10 km. Erottimia joutuu yleensä käymään useamman läpi ennen kuin vikapaikka saadaan selville. Kun erottimien avulla vika paikkaa selvitetään mekaanisesti, niin aikaa kuluu paljon enemmän kuin jos vikapaikkaa saisi rajattua muutaman kaukokäyttöerottimen avulla. (Lakervi, E. & Partanen, J. 2008)

Kaukokäyttöerottimien käyttö on lisääntynyt kj- verkossa. Kaukokäyttöerottimen avulla ei voida vikojen lukumäärää pienentää, mutta vikatilanteen keston pituutta voidaan lyhentää. Kaukokäyttöerottimien avulla vikapaikan paikantaminen ja rajaaminen on todella nopeaa ja näin saa muun sähköverkon jännitteiseksi. Vikapaikan rajaamiseen kaukokäyttöerottimien on mahdollista toteuttaa myös automaattisesti, jolloin vikapaikan paikantaminen nopeutuu entisestään.

Kaukokäyttöerottimien käyttöä verkon rakenteissa rajoittaa sen suuri hinta verraten normaaliin paikallisesti ohjattavaan mekaaniseen erottimeen. Kaukokäyttöerottimien sijoittaminen kannattaa miettiä huolella. Suositeltavaa oli sijoittaa

kaukokäyttöerottimen esimerkiksi rengasverkon solmu kohtiin. Näin sijoittamalla kaukokäyttöerottimet, saadaan nopeasti vikatilanteessa muu verkko sähkönjakelukäyttöön.

Kun keskijännitelähdön alkupäässä on ”tärkeitä” sähkönkuluttajia esim. teollisuutta ym. jolle sähkön katkeaminen aiheuttaa suurta haittaa, voidaan näiden kuluttajien jälkeen lisätä johtolähtöön suojarieleellä varustettu kaukokäyttö katkaisija. Tämän avulla ennen katkaisijaa oleville asiakkaille ei aiheudu keskeytystä katkaisijan takana tapahtuvista vioista.

4.4.2 PAS- johtojen käyttö

Sähkönjakelulinjoissa on käytössä avojohtimia sekä päällystettyjä johtimia ns. Pas- johtoja. Pas-johdot ovat investointikustannuksiltaan noin 30 % vastaavaa avojohtoa kalliimpia. Pas-johdon käytöllä on paljon hyviä ominaisuuksia, joilla saadaan verkon käyttövarmuusaste nousemaan verrattuna avojohtoon. Vikatiheys pas-johdolla voi olla alle neljäsosa tavalliseen avojohtoon verrattuna. Varsinkin lyhytkestoiset maa- ja oikosulut ovat selvästi harvinaisempia, kun johdolle lentävät linnut ja risut eivät aiheuta vikaa.

Pas- johdon eristeen ansiosta myrskyn aikana johdolle kaatuneet puut eivät välttämättä aiheuta keskeytystä sähkönjakelussa. Puu saattaa nojata pas-johtoa useita päiviä ja lopulta hangata eristeen rikki ja suojan havaitessa aiheuttaa keskeytyksen sähkönjakeluun. Kaatunut puu saattaa myös aiheuttaa suuri-impedanssisen maasulun, jota maasulun suojauslaitteet eivät helposti havaitse ja aiheuttaa vikapaikkaan vaarallisen suuren askel- ja kosketusjännitteen. Tämän takia pas- linjat on syytä tarkistaa myrskyn jälkeen kaatuneista puista, joita suojaus ei ole havainnut.

Suosittuja käyttökohteita pas-johdon käytölle ovat sähköasemilta lähtevät kaksois- ja kolmoisjohdot sekä tien vierustan linjat. Osittain käyttökohteet johtuvat

pas-johtimen kapeasta johtokadusta sekä linjan tarkastettavuudesta myrskyn jälkeen. (Lakervi, E. & Partanen, J. 2008)

4.4.3 Maakaapeleiden käyttö

Maakaapeleiden käyttö sekä kj- että pj-verkon puolella vähentäisi häiriökeskeytysten määrää huomattavasti. Maakaapelin vikataajuus on noin 10-50 % avojohdon vikataajuudesta. Maakaapelin vikojen paikallistaminen on puolestaan huomattavasti vaikeampaa kuin avojohdojen. Vian sattuessa korjaaminen vie paljon aikaa, koska ennen korjaustyön aloittamista tarvitsee kaapeli kaivaa esiin vioittuneesta kohdasta.

Varsinkin pohjoismaissa roudan aiheuttamat maan liikkumiset voivat aiheuttaa huonossa maaperässä kaapelin vioittumisen. Tämän takia varsinkin maakaapeleita aurattaessa tulee maaperän olla hienojakoista.

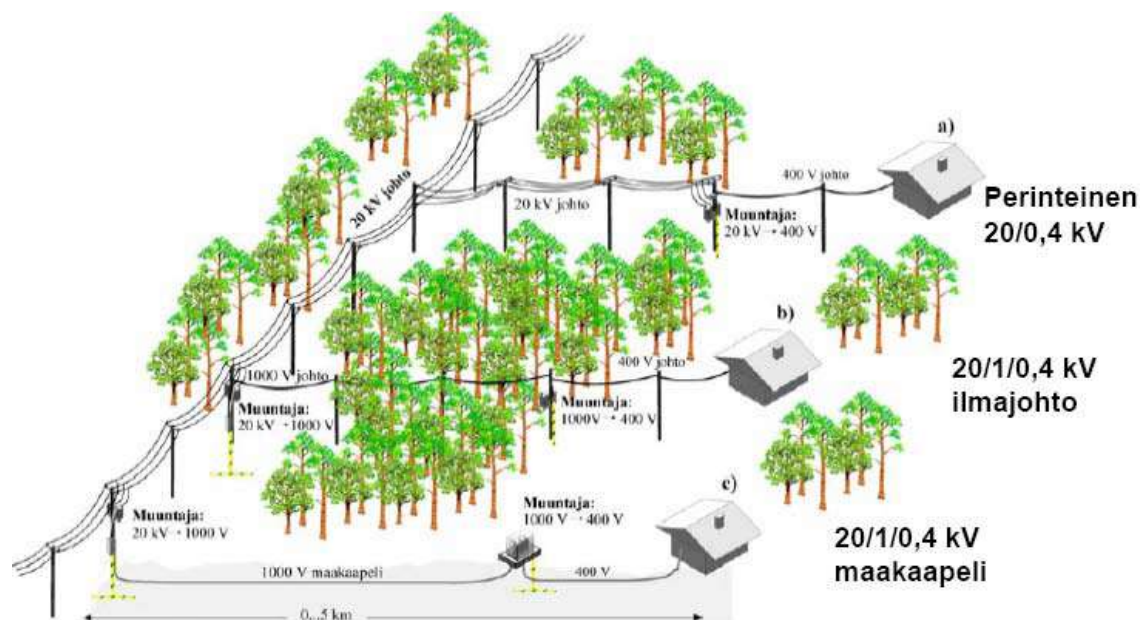
Maakaapelin mitoittamisessa tarvitsee ottaa hyvin tarkkaan huomioon mahdollinen tulevaisuuden sähkönkulutus, koska maakaapeliverkon muunneltavuus on erittäin työlästä.

Kj- maakaapeliverkossa on myös otettava huomioon maasulkuvirran kasvu sekä pitkien korjausaikojen takia tarvittavat varayhteydet. Varsinkin kj-verkon puolella maakaapelitekniikan lisääntymistä rajoittavana tekijänä on noin 2-3 kertainen hinta ilmajohtoverkkoon. (Lakervi, E. & Partanen, J. 2008)

4.4.4 1000 V:n järjestelmän käyttö

Pienitehoisten ja vika-alttiiden 20 kV:n keskijännitejohtohaarojen korvaajaksi on alettu käyttämään 1000 V:n pienjännitetekniikka. Näin saadaan verkon käyttövarmuutta parannettua vikojen vähentyessä 20 kV:n lähdoilla. 1000 V:n järjestelmässä voidaan mahdollisesti käyttää hyväksi jo olemassa olevia verkonkomponentteja ja näin säästetään aikaa linjan rakentamisessa. Huomattavimpana lisäyksenä tarvitaan 20 kV/ 1000 V:n muuntaja sen vaatimat katkaisimet sekä 1000/400 V:n muuntaja.

1000 V:n järjestelmää voidaan käyttää myös vastaavanlaisissa uudisrakennuskohteissa. 1000 V:n järjestelmä on myös taloudellinen ratkaisu, kun pienjännitemuuntopiiriin halutaan liittää uusia asiakkaita, joiden sähköistäminen vaatisi muuntopiirin jaon tai erittäin vahvojen 400 V:n johtojen rakentamisen tai 20 kV:n linjan rakentamista lähemmäksi uusia liittymispisteitä. (Lakervi, E. & Partanen, J. 2008)



Kuva 9: 1000 V:n tekniikka pientehoisten 20 kV:n keskijännitehaarojen korvaajana. (Lakervi, E. & Partanen, J. 2008)

Kuvasta 9 voidaan havaita, jos vikakohta sijaitsee kohdan a 20 kV:n keskijännitejohto-osuudella niin se vaikuttaa koko johtolähtöön. Vian ollessa kohdan b 1000 V:n pienjännitejohto-osuudella, niin vika vaikuttaa vain kyseisessä pijaarassa ja näin ollen kj-verkko ei vikaannu. Tämä vähentää huomattavasti vikoja kj-lähdössä ja vian paikallistaminen on helpompaa.

1000 V:n johdon etuna on myös, ettei se tarvitse leveäksi raivattua johtokatua kuten 20 kV:n johdot. Näin maanomistajatkin hyväksyvät helpommin linjan rakentamisen maalleen.

4.4.5 Tien varteen rakentaminen

Suurin osa haja-asutusalueiden johtokaduista ja sähköjohdoista sijaitsee metsässä. Ratkaisumalli johtaa vuosikymmenien takaa, jolloin tavoitteena verkostorakentamisessa oli investointien materiaalikustannuksien minimointi. Nykyajan sähköverkkoa tehdessä kiinnitetään enenemissä määrin huomiota sähköverkon toimivuuteen sekä luotettavuuteen.

Sähköverkon siirto metsästä tien viereen vähentää huomattavasti kaatuneiden puiden aiheuttamia sähkökatkoja. Tien vieressä kulkeva johtokatu on helpompi huollon kannalta ja vikatilanteissa helpottaa ja nopeuttaa vian paikantamista. Tien varteen rakennettaessa on johtokadusta tien puoleinen osa jo valmiina, joka myös vähentää myöhempää raivaamistarpeita. Mahdollisuuksien mukaan pyritään sijoittamaan johto sille puolelle tietä jonne tuulee. Näin minimoidaan riski, että puu kaatuisi linjan päälle. (Lakervi, E. & Partanen, J. 2008)

Tien varteen ei kannata siirtää johtoa jos vanha metsän halki kulkeva johto oikeaseen merkittävästi matkassa ja alue ei ole ollut kovin vika herkkää.

5. KIILHOLMAN JOHTOLÄHTÖ

Kiilholman johtolähdölle on tehty esimerkki, jossa on selvitetty verkon rakenteiden ikätiedot. Kiilholman johtolähtöä täydentäessä on käytetty työssä esiteltyjä ratkaisuja sekä vanhoja tietoja paperiarkistoista ja täydennetty puuttuvat tiedot tietojärjestelmään. Samanlainen tarkastelu tulisi suorittaa muille johtolähdöille. Tämän avulla saadaan kaikkien johtolähtöjen tiedot ajan tasalle tietojärjestelmään. Kun kaikki tiedot on kirjattu, niin tuloksena saadaan oleelliset tiedot verkosta pts:n laatimiseen graafisien tietokantakyselyjen avulla.

Kiilholman johtolähdölle tehdään graafinen tietokantakysely (kuva 10) ja suoritetaan kysely (kuva 11).

The screenshot shows a window titled "Graafiset tietokantakyselyt" with five query cards. Each card is for a specific year (1975-1979) and includes the following fields and options:

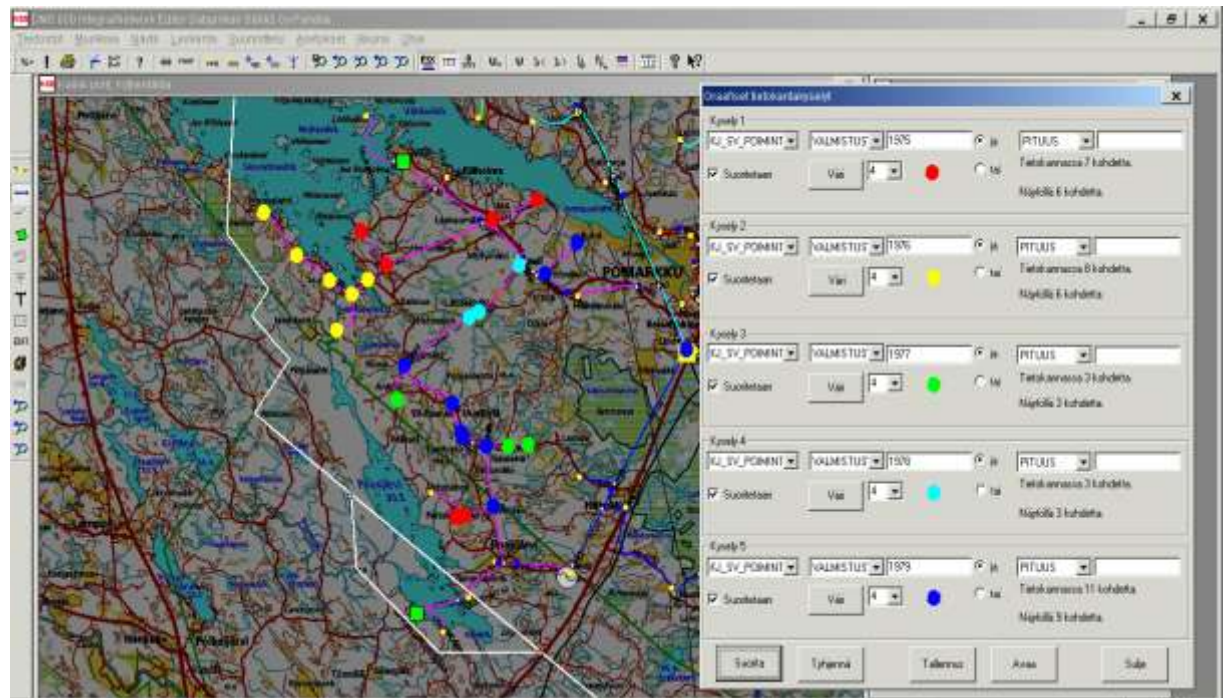
- Kysely 1 (1975):** VALMISTUS: 1975, ja, PITUUS: [], Tietokannassa 7 kohdetta, Näytöllä 6 kohdetta. Väri: 4 (red dot).
- Kysely 2 (1976):** VALMISTUS: 1976, ja, PITUUS: [], Tietokannassa 8 kohdetta, Näytöllä 6 kohdetta. Väri: 4 (yellow dot).
- Kysely 3 (1977):** VALMISTUS: 1977, ja, PITUUS: [], Tietokannassa 3 kohdetta, Näytöllä 3 kohdetta. Väri: 4 (green dot).
- Kysely 4 (1978):** VALMISTUS: 1978, ja, PITUUS: [], Tietokannassa 3 kohdetta, Näytöllä 3 kohdetta. Väri: 4 (cyan dot).
- Kysely 5 (1979):** VALMISTUS: 1979, ja, PITUUS: [], Tietokannassa 11 kohdetta, Näytöllä 9 kohdetta. Väri: 4 (blue dot).

At the bottom of the window are buttons: Suorita, Tyhjennä, Tallennus, Avaa, and Sulje.

Kuva 10. Graafisen tietokantakyselyn kortti.

Kyselylomakkeelle voi luoda 5 eri kyselyä. Esimerkissä on luotu kysely keski-jännite solmuvälin valmistusvuosille 1975 – 1979. Kullekin kyselylle on vapaasti

valittavissa kartalla näkyvä väritys. Kysely tulostuu kartalle solmuvälien päissä näkyvinä palloina.



Kuva 11. Kiilhoman johtolähdön valmistusvuosien kysely sekä tuloste kartalla.

Kyselyn tulos tulee huomattavasti selkeämmäksi ja käytettävämmäksi, kun ABB:n ohjelmistosuunnittelijat saavat värityksen tulostumaan suoraan solmuvä-
lille päätysteiden sijaan.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Työssä käsiteltyjen verkkokomponenttien puuttuvien ikätietojen selvittämiseen laaditut esimerkit ovat varteenotettavia ratkaisuja eri verkon rakenteiden ikätietojen selvittämisessä. Kun tiedot on täydennetty jokaisen johtolähdön osalta, lopputuloksena saadaan pts:n laatimiseen tarvittavat keskeiset tiedot sähköverkosta.

Sähköpylväiden ikätietojen arvioimiseen on otettu huomioon enemmän pylvään todellista kestoikää, johon vaikuttaa myös kuntotieto.

Strategisessa suunnittelussa on otettu esille perusajatuksia verkoston eri rakennustavoista sekä komponenteista. Tarkastelussa tulee kiinnittää huomiota verkon rakennuskustannuksiin eri menetelmin sekä nykyisen verkkorakenteen vikataajuuteen. Jokainen kohde on tarkasteltava tapauskohtaisesti. Rakennuskustannuksiltaan halvin ratkaisu ei välttämättä ole pitkällä aikavälillä tarkasteltuna edullisin, kun otetaan huomioon huoltokustannukset sekä häiriökeskeytykset.

LÄHTEET

Vatajankosken Sähkö Oy, yritys esittely. Luettu 11.03.2011.
<http://www.vatajankoskensahko.fi>

sähkömarkkinalaki 386/1995. Luettu 17.03.2011.
<http://www.energiamarkkinavirasto.fi>

Vatajankosken Sähkö Oy 2007, sisäinen tietokanta. *sähköverkon huolto- ja kunnossapito-ohje*

Lakervi, E. & Partanen, J. 2008. *Sähkönjakelutekniikka*. 2. uudistettu painos.
Helsinki: Otatieto

EMV Perustelumuistio 2-2011. Luettu 09.04.2011
http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/Lahde_12_EMV_Perustelumuistio_2-2011.pdf

Verkostosuositus SA 2:08, Pienjänniteverkon ja jakelumuuntajan sähköinen mitoittaminen. Luettu 09.04.2011

Kankaanpään kaupunki. Luettu 17.03.2011.
<http://www.kankaanpaa.fi>

