



ASIKKALAN –ALUEEN TA VOITEVERK- KOSUUNNITELMA

Joni Tuomi

Opinnäytetyö
Marraskuu 2011
Sähkötekniikan koulutusohjelman
Sähkövoimatekniikan
suuntautumisvaihtoehto
Tampereen ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehto

TUOMI, JONI: Asikkalan –alueen tavoiteverkkosuunnitelma

Opinnäytetyö 62 sivua
Marraskuu 2011

Asikkalan verkko on sähköjakelun kannalta haastava. Pitkät välimatkat ja runsas vesistön määrä aiheuttavat etenkin talvella usein vikoja. Samalla alueen ilmajohdot vanhenevat, mikä lisää tarvetta verkon suunnitelmalliselle kehittämiselle.

Asikkalan –alueen tavoiteverkkosuunnitelman tavoitteena on selvittää Asikkalan verkon nykytila sekä tutkia eri vaihtoehtoja verkon luotettavuuden parantamiseen ja kustannusten minimointiin seuraavien vuosien aikana. Työssä keskitytään erityisesti keskijänniteverkon kehittämiseen, kuten keskijännitejohtojen reitteihin ja verkon komponenttien mitoitukseen ja sijainteihin.

Työssä tarkastellaan useita suunnitelmavaihtoehtoja, kuten investointi uuteen sähköasemaan tai verkon kehittäminen saneerauksilla. Jokainen suunnitelma parantaa Asikkalan sähköverkkoa joiltain osin, vaikka yksikään suunnitelma ei poista kaikkia ongelmia. Tämän takia vaihtoehtojen laittaminen paremmuusjärjestykseen on hankalaa, mutta eri suunnitelmavaihtoehtoja on pyritty tarkastelemaan mahdollisimman kattavasti, jotta valinta toteutettavasta suunnitelmasta olisi mahdollisimman helppo.

Asikkalan kunnan sähkökulutukseen ei ole odotettavissa suuria muutoksia lähitulevaisuudessa, joten tässä työssä esitetyjä suunnitelmia voidaan käyttää pohjana myös jatkossa. Verkon suurimpia haasteita tulevaisuudessakin tulee olemaan verkon huonontuva kunto sekä toimitusvarmuuden ylläpitäminen.

ABSTRACT

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

TUOMI, JONI: Asikkala Area Target Network Plan

Bachelor's thesis 62 pages
November 2011

The electrical network of Asikkala is challenging, when it comes to the electrical distribution. Long distances and plentiful water courses expose the network to electrical faults especially in the wintertime. At the same time overhead wires are getting older, which causes more need for methodical development of the network.

The purpose of the target network plan of Asikkala area is to find out the current state of the network while researching different options for developing the reliability of the network and minimizing costs in the coming years. This thesis is especially concentrating on development of the medium voltage network, such as medium voltage routing, and dimensioning and placement of network components.

This thesis examines several different development plans, such as investing a new substation or development of the network by reconstruction. Each of the plans improves the network by some degree, even though none of the plans solve all the challenges the network faces, which makes ranking the different options difficult. Plans are however made in such detail, so that the decision would be as easy as possible.

The consumption of electricity in Asikkala area is expected to remain quite stable, which enables the usage of the different plans presented in this thesis also in the future. The deteriorating condition of the network will remain one of the biggest challenges the network will encounter in the future.

Key words: Target network plan, electricity distribution, medium voltage network, electricity distribution network design

ALKUSANAT

Tämä insinöörityö on tehty Tampereella Vattenfall Verkko Oy:lle. Työn aiheen sain keväällä 2011 suunnittelupäällikkö Sauli Antilalta.

Työn on ohjannut Tampereen ammattikorkeakoulun koulutuspäällikkö Jarkko Lehtonen ja työn valvojana Vattenfall Verkolta toimi suunnittelupäällikkö Sauli Antila ja ohjaajana suunnitteluinsinööri Juho Uurasjärvi. Suuret kiitokset koko Vattenfall Verkko Oy:n sekä Asikkalan Voima Oy:n henkilökunnalle mielenkiintoisesta työstä sekä perehdyttämisestä ja opastuksesta koko tämän lopputyön aikana.

Tampereella 1.9.2011

Joni Tuomi

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	VATTENFALL-KONSERNI	9
2.1	Vattenfall Suomessa	9
2.2	Vattenfall Verkko Oy	10
3	ASIKKALAN VOIMA	11
4	SÄHKÖVERKON SUUNNITTELU	12
4.1	Yleistä suunnittelusta	12
4.2	Sähköverkon mitoituksen vaatimukset.....	14
4.2.1	Oikosulkuvirta.....	14
4.2.2	Teho- ja energiahäviöt.....	14
4.2.3	Jännitteenalenema	15
4.2.4	Taloudellisuus	15
4.2.5	Maasulkuvirta.....	16
4.2.6	Luotettavuus ja sähkön laatu	17
4.2.7	Keskeytyksistä aiheutunut haitta	18
4.3	Suunnittelun apuvälineet	19
4.3.1	Tekla Xpower	19
4.3.2	Visimind DPM	20
5	KESKIJÄNNITEVERKON SUOJAUS.....	21
5.1	Suojauksen periaatteet ja vaatimukset.....	21
5.2	Kytkinlaitteet	21
5.3	Ylikuormitus- ja oikosulkusuojaus.....	22
5.4	Keskijänniteverkon maasulkusuojaus	23
6	ASIKKALAN SÄHKÖVERKKO	24
6.1	Sähköverkon nykytila.....	24
6.1.1	Nykyinen kytkentätilanne	26
6.1.2	Sähköverkon tila.....	29
6.1.3	Laskentatulokset.....	30
6.1.4	Verkon luotettavuus	32
6.2	Vääksyn sähköasema.....	33
7	ALUEEN MUUTOSTEKIJÄT	35
7.1	Rakenteilla oleva verkko	35
7.1.1	Taipale - Kangaskärki	35
7.1.2	Pyhäniemi – Kokkola	36

7.1.3	Anianpelto - Salo.....	37
7.1.4	Salonsaari	38
7.1.5	Isosaari	39
8	VERKON KEHITTÄMISSUUNNITELMAT.....	40
8.1	Kalkkisten kytkinasema	41
8.2	Rutalahden sähköasema	42
8.3	Isosaaren rengasyhteys	44
8.4	Vääksyn vesikaapeli	45
8.5	Isosaaren rengasyhteys ja Vääksyn vesikaapeli	46
8.6	Rengasyhteyksien, erottimien ja verkkokatkaisijoiden lisääminen.....	47
8.7	Verkon optimointi kytkentämuutoksilla.....	48
8.8	Verkon kehittäminen saneerauksilla	48
8.8.1	Ensimmäisen ja toisen vuoden saneeraukset.....	50
8.8.2	Kolmannen ja neljännen vuoden saneeraukset.....	52
8.8.3	Viidennen ja kuudennen vuoden saneeraukset.....	54
8.8.4	Seitsemännen vuoden saneeraukset	56
9	PITKÄN TÄHTÄIMEN KOHTEET	58
10	POHDINTA.....	59
	LÄHTEET.....	62

1 JOHDANTO

Asikkalan –alueen ympäristö on sähköjakelun kannalta haastavaa. Yhdessä vanhentuvan verkon kanssa se aiheuttaa haasteita verkon luotettavuuteen. Viat aiheuttavat usein sähkökatkoja laajalla alueella ja varsinkin talvella katkojen kestot voivat olla pitkiä. Verkon ongelmakohtia korjataan jatkuvasti, mutta näiden lisäksi on tarpeen miettiä mahdollisuuksia verkon pitkäaikaiseen kehittämiseen.

Työn tarkoituksena on etsiä uusia vaihtoehtoja Asikkalan verkon kehittämiseen sekä verrata niitä toisiinsa luotettavuuden ja kannattavuuden osalta. Pääpaino on keskijänniteverkon suunnittelussa, kuten johtoreittien valinnoissa, erottimien, katkaisijoiden ja jakelumuuuntamoiden sijainneissa sekä verkon komponenttien mitoituksessa. Keskijänniteverkkoa suunniteltaessa tulee miettiä myös vaikutuksia pienjänniteverkkoon, mutta tarkempia suunnitelmia esimerkiksi pienjännitejohtojen reiteistä ei ole tehty.

Työssä tarkastellaan esimerkiksi uuden sähköaseman tai kytkinaseman vaikutusta verkon luotettavuuteen ja kytkentätilanteeseen. Yhtenä vaihtoehtona työssä tutkitaan myös verkon ylläpitoa saneerauksien avulla, jolloin uusien yhteyksien sijaan keskitytään vaihtamaan vanhentuvaa ilmajohtoa paremmin säätä kestäväksi maakaapeliksi. Joidenkin tässä työssä esiteltyjen suunnitelmien toteuttamista on pohdittu myös ennen tämän työn aloittamista, jonka ansiosta näiden osalta on voitu keskittyä tarkempiin suunnitelmiin ja kustannuksien arviointeihin.

Alueen verkkoa on uusittu aiemmin päällystetyllä ilmajohdolla, joka parantaa verkon säänkestävyyttä avojohtoihin verrattuna, mutta nykyään asennuksissa suositaan maakaapelia. Vanhat ilmajohtoreitit eivät ole sijaintinsa vuoksi optimaalisia uusille kaapeloinneille. Tämän vuoksi reittejä on suunniteltava tarkasti, jolloin kaapeloinnista aiheutuvien kustannuksien hinta saadaan minimoitua koko suunnittelujakson ajalta. Lisäksi reittivalinnoissa otetaan huomioon myös huolto, kuten vikapaikalle pääsy ja viankorjauksesta aiheutuvat kulut.

Suunnitelmissa on otettava huomioon miten ne vaikuttavat alueen verkkoon jatkossa. Koska maakaapelien ja verkon komponenttien käyttöikä voi olla yli 50 vuotta, saattavat

pelkästään viiden vuoden ajanjaksoa ennakoivat suunnitelmat olla paikoin hyödyttömiä pidemmällä aikavälillä. Tämän vuoksi työssä on pohdittu myös suunnitelmien pitkän tähtäimen vaikutuksia, vaikka pääpaino onkin seuraavilla 5-10 vuodella.

Työn tavoitteena ei ole tehdä yksityiskohtaisia tarkasteluja suunnitelmista, vaan pikemminkin antaa suuntaa antavia tuloksia joiden perusteella nähdään, mitkä vaihtoehtoista kannattaa ottaa lähempään tarkasteluun.

2 VATTENFALL-KONSERNI

Vattenfall on vuonna 1909 perustettu Ruotsin valtion omistama energia-alan yhtiö. Vattenfall on kansainvälinen konserni, jonka päätuotteet ovat sähkö, lämpö ja kaasu. Sähkön osalta yhtiön toimintaan kuuluvat energian tuotanto, jakelu ja myynti. Konsernin päämarkkina-alueet ovat Ruotsi, Saksa ja Alankomaat, jotka muodostavat noin 85 % yhtiön kokonaiskassavirrasta. Näiden maiden lisäksi Vattenfall toimii useassa muussa Euroopan maassa. (Konsernin historia 2011)

Toiminnan alkuvaiheessa Vattenfall keskitti toimintansa sähköntuotantoon vesivoiman avulla. Vattenfall-konsernin sähköntuotanto on laajentunut vesivoiman lisäksi myös muihin tuotantotapoihin, ja varsinkin tuulivoiman osuus on ollut viime vuosina kasvussa. Nykyään Vattenfall kuuluu Euroopan suurimpiin sähkön- ja lämmöntuottajiin. (Konsernin historia 2011)

Vuonna 2010 Vattenfall-konsernin liikevaihto oli 23,7 miljardia euroa ja liikevoitto 3,3 miljoonaa euroa. Konsernissa on yli 38 000 työntekijää. Sähköntuotantoa yhtiöllä oli vuonna 2010 yhteensä 172,5 TWh. (Vattenfall konserni 2011)

2.1 Vattenfall Suomessa

Vattenfallin toiminta Suomessa alkoi vuonna 1994 sähkömarkkinoiden avauduttua kilpailulle. Seuraavina vuosina Vattenfall laajensi toimintaansa yritysostoilla, joista ensimmäiset olivat Lapuan sähkön ja Hämeen sähkön ostot vuonna 1995. (Historia suomessa 2011)

Vattenfall myös tuottaa sähköä Suomessa, jossa yhtiöllä on muun muassa kymmenen vesivoimalaitosta. Työntekijöitä Vattenfallilla on noin 530 ja liikevaihtovaihto vuonna 2009 oli 615 miljoonaa euroa. (Vattenfall suomessa 2011)

Vattenfallin toiminta on jaettu sähkömarkkinain mukaisesti uudelleen. Vattenfall Sähkönmyynti Oy vastaa sähkön- ja energiapalvelujen myynnistä, Vattenfall Verkko Oy

sähkön siirrosta ja jakelusta, Vattenfall Lämpö Oy lämmön ja maakaasun tuotannosta, myynnistä ja jakelusta sekä Vattenfall Sähköntuotanto Oy tuotannosta ja hankinnasta. Lisäksi Vattenfallin lämpövoimalaitosta Myllykoskella operoi Vamo Oy. (Historia suomessa 2011)

2.2 Vattenfall Verkko Oy

Vattenfall Verkko Oy huolehtii sähköverkon kunnossapidosta ja uudistamista sekä uusien sähköliittymien rakentamisesta. Vattenfall Verkolla on Suomessa yli 390 000 asiakasta Hämeessä, Pirkanmaalla, Keski-Suomessa ja Pohjanmaalla. (Vattenfall Verkko 2011)

Vattenfall Verkon tavoitteena ovat sähköverkkopalvelujen luotettavuus, tehokkuus ja ympäristöstä huolehtiminen. Yhtiö keskittyy rakentamaan säävarmaa verkkoa, jossa hyödynnetään kaapelitekniikkaa, uuden sukupolven sähköasemia ja verkkokatkaisijoita. (Vattenfall Verkko 2011)

Vuonna 2009 Vattenfall Verkon hallinnoiman sähköverkon kokonaispituus oli 61 600 km, josta keskijänniteverkon osuus 22 300 km. Henkilöstöä yrityksellä on yli 200. Keskijänniteverkon maakaapelointiaste vuonna 2009 oli noin 6,6 %, jonka osuus on kuitenkin kasvussa. (Sähköverkkotoiminnan tunnusluvut... 2010)

3 ASIKKALAN VOIMA

Asikkalan Voima Oy on vuonna 1995 perustettu, Asikkalassa Vääksyn alueella toimiva energiayhtiö. Sen omistavat Vattenfall Oy ja Lahti Energia Oy, joiden molempien omistusosuus on 50 %. Asikkalan Voiman suunnittelusta ja operoinnista vastaa Vattenfall Verkko, kun taas Lahti Energia hoitaa erityisesti yhtiön taloushallinnon. Yhtiön toiminta-ajatuksena on jakelualueella toimivien yritysten elinvoimaisen toiminnan mahdollistaminen sekä yksityisasiakkaiden elämisen laadun ja turvallisuuden edistäminen. (Asikkalan Voima 2011)

Sähköasiakkaita Asikkalan Voimalla on noin 6200. Yrityksen verkkoliiketoiminta vuonna 2007 oli 2,3 miljoonaa euroa, sähkönhankinta 36 GWh ja siirron huipputeho 17,66 MWh. Asikkalan Voimalla on yksi 110/20 kV:n sähköasema Vääksyssä sekä 290 jakelumuuntajaa. Taulukossa 1 on esitetty sähköverkon johtopituudet sekä kaapelointiasteet jännitetasoittain vuoden 2010 ja 2011 osalta. (Asikkalan Voima 2011; Sähköverkkotoiminnan tunnusluvut... 2010)

TAULUKKO 1. Asikkalan sähköverkon johtopituudet (Sisäinen lähde)

Jännitetaso	1.1.2010		1.1.2011	
	Johtopituudet	Kaapelointiaste	Johtopituudet	Kaapelointiaste
0.4 kV	682 km	30,1 %	684 km	30,2 %
20 kV	269 km	6,8 %	273 km	7,5 %
110 kV	29 km	0,0 %	29 km	0,0 %
Yhteensä	980 km	22,8 %	985 km	23,0 %

4 SÄHKÖVERKON SUUNNITTELU

4.1 Yleistä suunnittelusta

Verkon suunnittelun tärkeimmät tavoitteet ovat sähkönsiirron ja -jakelun taloudellisuus, luotettavuus ja vaarattomuus sekä komponenttien kestävyys- ja luotettavuus. Tavoitteiden saavuttamiseksi suunnittelussa tulee minimoida investointikustannukset ja samalla kuitenkin verkon häviöiden ja sähköntoimituksen keskeytyksien tulee pysyä mahdollisimman pieninä. Myös verkonkomponenttien on kestettävä koko pitoajan verkossa esiintyvät mekaaniset ja sähköiset rasitukset. (Elovaara & Haarla 2011a, 73)

Keskijänniteverkkoon tehtävän suunnitelman tulee myös toteuttaa reunaehdot, joita ovat tyypillisesti:

- Jännitteenalenema
- Johtojen terminen kestoisuus
- Johtojen oikosulkukestoisuus
- Suojauksen toimivuus
- Sähköturvallisuusmääräysten toteutuminen (Lakervi & Partanen 2008, 64)

Suunnittelu jaetaan lyhyen ja pitkän aikavälin suunnitteluun. Lyhyen aikavälin suunnittelussa laaditaan rakennusohjelmat viiden vuoden tarkastelujaksolle, joiden perusteella laaditaan tarkemmat suunnitelmat sähköasemien ja johtojen rakenteesta ja varusteista. Pitkän aikavälin suunnitelmat tehdään 5-15 vuodeksi eteenpäin ja ne sisältävät pääsuuntaviivat ja yleissuunnitelmat, joiden avulla verkkoa kehitetään. (Elovaara & Haarla 2011a, 73)

Tavoiteverkkosuunnittelussa valitaan tarkasteltavan ajanjakson pituus, jolle laaditaan kuormitusennuste sekä laaditaan tilanteeseen parhaiten teknisesti ja taloudellisesti sopiva verkko, eli tavoiteverkko. Suunnitelman avulla etsitään sopivimmat investoinnit ajanjaksolle. Toinen vaihtoehto verkon kehittämiseksi on valita lähtökohdaksi nykyverkko, josta siirrytään kehitettävään verkkoon minimoimalla diskontatut verkon kokonaiskustannukset tietyllä aikavälillä, esimerkiksi seuraavan 15 vuoden aikana. Suunni-

telmien avulla etsitään investoinneille taloudellisimmat toteuttamisajankohdat. (Elovaara & Haarla 2011a, 161)

Keskijänniteverkon suunnittelussa tietyn alueen verkko rakennetaan valmiiksi samalla kertaa siten, että se vastaa lopullista kuormitustarvetta. Jakeluverkon suunnittelussa alueelle suunnitellaan keskijänniteverkko, määritetään jakelumuuntamoiden paikat ja suunnitellaan pienjänniteverkko. Suunnittelun osatehtäviä ovat kulutustietojen arviointi, keskijänniteverkon rakenteen optimointi sekä muuntamopaikkojen valinta ja pienjänniteverkon rakenteen määrittäminen. (Elovaara & Haarla 2011a, 74)

Keskijänniteverkon suunnittelu on tyypillisesti olemassa olevan verkon saneeraussuunnittelua, sillä uusia rakentamiskohteita vähän. Keskijänniteverkossa yksikkökustannukset ovat suuret ja investoinnit vaikuttavat myös verkoston muiden osien kehittämistarpeisiin, joten verkon järkevä kehitys vaatii verkon kehittämissuunnitelmaa pidemmälle ajanjaksolle. Suunnitelmaan kuuluvat usein verkon tehonjaon, oikosulku- ja maasulkuvirtojen, luotettavuuden ja käyttövarmuuden laskeminen, kuormitusennusteiden laatiminen sekä investointien ajan paikan määrittäminen. (Elovaara & Haarla 2011a, 160–165)

Verkkoyhtiöt joutuvat nykyään maksamaan asiakkailleen korvauksia pitkäkestoisista katkoista. Korvauksia tulee maksaa vähintään 12 tuntia kestävästä sähkökatkoista, mutta korvaukseen oikeuttava aika voi olla verkkoyhtiöstä riippuen lyhyempikin. Yleensä katkoista saatavat korvaukset ovat joko sähkön hinnanalennus tai vahingonkorvaus. Kuitenkin jopa lyhyet viat voivat aiheuttaa suuria tappioita asiakkaille. Suunnittelun lähtökohdana onkin, että sähkönjakelua pystytään jatkamaan verkon terveissä osissa kaikissa yksittäisissä vikatilanteissa, kuten päämuuntajan vaurioituessa. Viallisen laitteen irtikytkemisen nopeuttamiseksi kytkinlaitteiden kauko-ohjattavuutta ja automatisointia on jouduttu parantamaan. (Elovaara & Haarla 2011a, 160–165)

Saneerattaessa tai rakennettaessa uutta verkkoa, täytyy tilanteeseen sopivaa johtoa valittaessa ottaa huomioon johdon tyyppi, johtimen poikkipinta-ala sekä investoinnin toteutusajankohta. Kaapelin etuina avojohtoon verrattuna on etenkin sen parempi säänkesto ja pienempi jännitteenalenema. Kaapelin haittoja ovat sen korkeampi hinta, suuremmat poikkipinta-alat, huonommat jäähdytysominaisuudet ja siten pienempi kuormitettavuus sekä pidempi korjausaika. Lisäksi kaapelilla on avojohtoa korkeammat kapasitanssin

arvot ja kaapelointi lisää verkon maasulkuvirtoja avojohtoverkkoon verrattuna. Kaupungeissa kaapelit ovat usein ainoa vaihtoehto tilanpuutteen vuoksi. Myös taajamien ulkopuolella on alettu suosia kaapelia erityisesti kaapelien käyttövarmuuden takia. (Elovaara & Haarla 2011b, 305; Lakervi & Partanen 2008, 133)

4.2 Sähköverkon mitoituksen vaatimukset

4.2.1 Oikosulkuvirta

Oikosulkuvirran suuruuteen sähköaseman kiskostossa vaikuttaa 110 kV:n verkon oikosulkuvirta sekä 110/20 kV:n päämuuntajan koko. 20 kV:n verkossa oikosulkuvirran suuruuteen vaikuttaa sähköaseman ja vikapaikan välisten johtojen pituudet ja poikkipinta-alat. Oikosulkuvirta voi joissain tapauksissa olla liian pieni oikosulkusuojauksen toiminnalle. Oikosulkuvirran suuruutta voi kasvattaa suurentamalla päämuuntajan kokoa, lyhentämällä johtojen pituuksia sekä kasvattamalla johdinten poikkipinta-alaa. (Lakervi & Partanen 2008, 29–30)

Laskettujen verkon oikosulkuvirtojen perusteella voidaan arvioida laitteiden mekaanista kestoaa, katkaisijoiden toimintaa sekä laitteiden ja johtojen lämpenemistä. Suuren virran lisäksi oikosulku aiheuttaa verkossa jännitekuopan, jonka suuruus riippuu vikapaikan sijainnista. Sähköaseman lähellä tapahtuva oikosulku aiheuttaa jännitteen putoamisen kaikille kuluttajille. Jännitekuopan kesto määräytyy verkon suojauksen toiminnan mukaan siten, että nopea oikosulun poiskytkentä lyhentää myös jännitekuopan kestoaa. (Lakervi & Partanen 2008, 29–33)

4.2.2 Teho- ja energiahäviöt

Tehohäviöt aiheuttavat kustannusten nousua ja korkeita lämpötiloja. Häviötehon suuruus on verrannollinen virran neliöön, jonka vuoksi häviöteho on suurta varsinkin korkeilla kuormituksilla. Johtojen ja muuntajien häviöt muuttuvat lähes kokonaan lämmöksi, mikä voi johtaa eristyksien vanhenemiseen. Häviöiden takia saatetaan lisäksi joutua

suurentamaan johtojen poikkipinta-alaa kasvattamaan, joka osaltaan lisää myös kustannuksia. (Lakervi & Partanen 2008, 35).

Häviökustannukset aiheuttavatkin merkittävän osan verkoston kokonaiskustannuksista. Keskijänniterunkojohdon häviökustannusten suuruus on 25–40 % investointikustannuksista johdon koko pitoajalla. (Lakervi & Partanen 2008, 88)

4.2.3 Jännitteenalenema

Jakeluverkon jännitteenalenema muodostuu keskijännitejohdon, jakelumuuntajan ja pienjännitejohdon yhteenlasketuista jännitteenalenemista. Sallittu jännitteenalenema voi keskijänniteverkossa olla esimerkiksi kaksi tai kolme prosenttia, kun maaseutuverkossa riittää monesti viisi prosenttia. Poikkeuksellisissa kytkentätilanteissa sallitaan vieläkin korkeammat jännitteenaleneman arvot. Johtojen kautta pitää pystyä siirtämään tehoja huomattavasti laajemmille alueille, kuin normaalitilanteessa. Maaseudulla keskijänniteverkon jännitteenalenema voi poikkeuksellisissa kytkentätilanteissa olla jopa 10 %. (Lakervi & Partanen 2008, 74–75)

4.2.4 Taloudellisuus

Sähkönjakeluverkkojen suunnittelun tavoitteena on määrittää jakelujärjestelmän eliniän aikaiset kokonaiskustannukset. Verkon ja sen komponenttien kustannukset koostuvat kertaluontoisista investointikustannuksista sekä jaksollisista häviö-, keskeytys- ja ylläpitokustannuksista koko pitoajalta. (Lakervi & Partanen 2008, 40)

Taloudellisuuslaskelmissa käytettävillä parametreilla, joita ovat kuormituksen kasvu, korko, pitoaika ja suunnittelujakson pituus, on merkittävä vaikutus tuloksiin. Laskuissa käytettävä korko määräytyy verkkoyhtiön investointien rahoituskulujen tai minimi-tuoton perusteella, ja siinä on otettu huomioon myös esimerkiksi inflaation vaikutus. Investointien pitkän pitoajan ja pienen riskin takia korkotaso on tyypillisesti neljän ja kuuden prosentin välillä. (Lakervi & Partanen 2008, 84)

Verkon suunnittelussa vaihtoehtojen taloudellisuutta voidaan verrata joko laskemalla jaksollisten kustannuksien nykyarvo tai muuttamalla investointikustannukset koko pitäjälle jaetuiksi vuotuis-kustannuksiksi. Yksittäisen vuoden kustannuksien nykyarvo voidaan laskea kaavan (1) avulla (Lakervi & Partanen 2008, 40):

$$\text{nykyarvo} = \frac{1}{a^t} = \frac{1}{(1+p/100)^t}, \text{missä} \quad (1)$$

t = laskettavan kustannuksen vuosi

p = korkoprosentti

Nykyarvo ilmoittaa rahamäärän, jolla kustannus voidaan vuonna t maksaa. Investoinnin suuruuteen vaikuttaa siis vahvasti käytetyn ajanjakson pituus sekä laskuissa käytetty korkoprosentti. Suunnittelujakson kokonaiskustannukset saadaan laskemalla jokaisen vuotuiserän kustannuksien nykyarvojen summa. Vuotuis-kustannukset vaihtelevat kuitenkin kuormitusten muutoksen mukaan, jolloin jokaisen vuotuiserän laskeminen on työlästä. Jos kuormituksen kasvun oletetaan laskuissa olevan vakio koko tarkastelujakson ajan, häviökustannusten vuotuiserien nykyarvo K_h suunnittelujakson ajalta saadaan laskettua yhtälöllä (2): (Lakervi & Partanen 2008, 42)

$$K_h = \psi \cdot \frac{\psi^T - 1}{\psi - 1} \cdot K_{h1}, \text{missä} \quad (2)$$

$$\psi = \frac{(1+r/100)^2}{1+p/100}$$

T = Suunnittelujakson pituus

K_{h1} = Johdon häviöteho ensimmäisenä vuonna

r = tehon kasvuprosentti

p = korkoprosentti

4.2.5 Maasulkuvirta

Suomessa keskijänniteverkkoa käytetään yleensä maasta erotettuna maaperän huonon ominaisjohtavuuden takia, jolloin maadoitusresistansseja on vaikea saada pieniksi. Maasta erotetussa 20 kV:n verkossa voi maasulkuvirta olla jopa huomattavasti kuormitusvirtaa pienempi, jolloin maadoitusjännitteen pysyvät turvallisuuden kannalta kohtuullisina. (Lakervi & Partanen 2008, 30,72)

Joissain tapauksissa sallittujen maadoitusjännitearvojen saavuttamiseksi voi olla vaihtoehtona maasulkuvirran pienentäminen käyttämällä keskitettyä tai hajautettua maasulkuvirran kompensointia eli sammutusta. Keskitetyssä kompensoinnissa sähköasemalle asennetaan reaktori verkon tähtipisteen ja maan väliin. Induktanssi mitoitetaan siten, että induktiivinen vikavirta vastaa kapasitiivista maasulkuvirtaa. (Lakervi & Partanen 2008, 72)

Kompensoinnin hyötyjä ovat pienemmät maadoitusjännitteet ja vähentyvät reletoiminnot, sillä verkon valokaarimaasulut voivat sammua itsestään, ilman että verkkoa tarvitsee tehdä jännitteettömäksi. Sammutus vähentää siten jälleenkytkentöjen määrää ja parantaa sähkön laatua. (Lakervi & Partanen 2008, 72)

Hajautetussa kompensoinnissa johtolähtöihin kytkettyjen maadoitusmuuntajien avulla pienennetään maasulkuvirtaa ja samalla maadoitusjännitettä, sillä valokaaren sammuttamiseen osittainen kiinteä kompensointi ei kuitenkaan yleensä riitä. (Lakervi & Partanen 2008, 72)

4.2.6 Luotettavuus ja sähkön laatu

Verkkoyhtiön tehtävänä on toimittaa riittävän hyvälaatuista sähköä kustannustehokkaasti ja kohtuullisella voitolla. Sähkön laadun parantaminen lisää kustannuksia, jonka vuoksi laatutaso on pidettävä asiakkaille sopivana ilman, että siirtotariffeja joudutaan nostamaan kohtuuttomasti. (Elovaara & Haarla 2011a, 422)

Luotettavuuslaskennalla saadaan arvioita asiakkaiden keskeytysmäärille ja -haitoille. Vaikka samanlaisten syöttöreittien kautta sähkönsä saavien asiakkaiden keskeytyksissä voi olla suuriakin eroja, verkoston pitkäaikaiseen kehittämiseen luotettavuuslaskenta sopii tilastoja paremmin. Kuluttajien kokemien jakelukeskeytysten taajuuksiin ja pituuksiin voidaan vaikuttaa esimerkiksi johtokatuja raivauksilla, laitevalinnoilla ja luotettavuuslaskennan käytöllä osana verkon suunnittelua. (Lakervi & Partanen 2008, 48)

Sähkötoimitusten jatkuvuutta voidaan seurata arvioimalla toimituskeskeytysten lukumääriä ja keskeytysten pituuksia erilaisten indeksien avulla. SAIFI (System Average

Interruption Frequency Index) on pitkien eli yli kolmen minuutin pituisten keskeytysten lukumäärää kuvaava indeksi, joka kertoo vikojen lukumäärän vuotta ja asiakasta kohti. SAIDI (System Average Interruption Duration Index) kuvaa keskeytysten keskimääräistä pituutta asiakasta kohti ja kertoo kuinka pitkän ajan keskimäärin sähkötoimitus asiakkaalle on keskeytynyt. (Elovaara & Haarla 2011a, 419.424)

CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index) kuvaa keskeytysten keskimääräistä kestoa ja se lasketaan jakamalla kaikkien ajanjakson keskeytysten pituudet keskeytysten lukumäärällä. Indeksi MAIFI (Momentary Average Interruption Frequency Index) ilmoittaa SAIFIn tavoin vikojen lukumäärän vuotta ja asiakasta kohti. MAIFI kuitenkin sisältää myös lyhyet keskeytykset. Indeksien perusteella etsitään alueet, joissa verkkoa kannattaa kehittää. (Elovaara & Haarla 2011a, 419–424)

4.2.7 Keskeytyksistä aiheutunut haitta

Sähkökatkoksen aiheuttama haitta ei ole kaikille sähkökäyttäjille sama, vaan se vaihtelee paljon eri käyttäjien välillä. Esimerkiksi asiakkaalle keskeytyksistä aiheutunut haitta voi olla monikymmenkertainen ostetun sähkön kokonaishintaan verrattuna. Laatua kuvaavat indeksit eivät siksi itsessään usein ole riittäviä sähkön laadun selvittämiseen, jonka takia on otettu käyttöön käsite KAH eli keskeytysten aiheuttama haitta, jonka avulla keskeytyksien haittoille määritetään rahallinen arvo. Vaikka sähköyhtiöt eivät maksaisi asiakkaille korvausta aiheutuneista haitoista, arvon avulla sähkötoimituksen laatua voidaan seurata ja käyttää verkkoinvestointien arviointiin ja vertailuun. (Elovaara & Haarla 2011a, 428; Lakervi & Partanen 2008, 44)

4.3 Suunnittelun apuvälineet

4.3.1 Tekla Xpower

Tekla Xpower on suomalainen verkkotietojärjestelmä, jota käytetään energiayhtiöiden omaisuuden hallintaan. Xpowerin avulla tietokantaan voidaan dokumentoida omaisuuden osat, josta energiayhtiöillä suurimman osan muodostavat verkostot. Ohjelmaa käytetään myös verkoston suunnitteluun, omaisuuden käyttöön, analysointiin ja kunnossapitoon. (Tekla Xpower 2011)

Xpower- ohjelmassa verkoston tiedot ovat yhdessä tietokannassa, joka sisältää omaisuustietojen lisäksi komponenttien sijaintitiedot. Järjestelmä mahdollistaa verkkotiedon samanaikaisen käytön eri työprosesseissa ja se voidaan integroida muihin energiahallinnan tietojärjestelmiin, kuten kaukokäyttö- ja asiakastietojärjestelmiin. (Tekla Xpower 2011)

Tekla Xpower verkostonlaskentasovellusta PSA käytetään verkoston laskelmien suorittamiseen. Ohjelmalla voidaan laskea verkostojen teknisiä arvoja, joiden avulla voidaan selvittää muun muassa asiakasmäärän muutoksen vaikutus verkoston toimivuuteen sekä mitoittaa verkon komponenttien arvot verkon toiminnan kannalta sopiviksi. (Verkostolaskenta 2011)

Rakentamisen tietojärjestelmäsovelluksella CPP voidaan verkostoon luoda rakennussuunnitelma joka sisältää projektin materiaali- ja työkustannukset. Sovelluksen avulla voidaan tehdä kustannusarvioita, joiden perusteella projektin kannattavuutta voidaan arvioida. Verkkoon tehtävät uudistukset voidaan myös jakaa aliprojekteihin, joka tekee projektien hallinnan helpommaksi. (Rakentamisen tietojärjestelmä 2011)

Tekla Xpower RNA- sovellus on strategisen suunnittelun työkalu, jolla voidaan analysoida verkostojen toiminnan luotettavuutta. Verkon sähköisen ja mekaanisen tilan perusteella voidaan selvittää käyttö- ja kunnossapitotietojen lisäksi keskeytyskustannukset sekä niistä asiakkaalle aiheutunut haitta. Luotettavuusanalyysien tuloksien perusteella tehtyjen suunnitelmien kustannuksia ja luotettavuutta voidaan vertailla toisiinsa. (Luotettavuusanalyysi 2011)

4.3.2 Visimind DPM

Visimind AB:n valmistaman Visimind- ohjelman avulla saadaan selvitettyä sähköverkon tila helikopterilla kuvatun aineiston avulla. Ohjelmaan on kerätty ilmakuvaa aineistoa koko Vattenfall Verkon toimialueelta. Verkon kohteiden tutkimiseen on käytössä tavallisten ilmakuvien lisäksi laserkeilauksella kerättyä aineistoa, joka mahdollistaa etäisyyksien mittauksen. Aineiston avulla voidaan tarkastella verkon tilaa nopeasti työpisteeltä. Visimind on käytössä etenkin johtoaueiden raivaustarpeen määrittelyssä ja verkon osien kunnon arvioinnissa. (Merkkiniemi 2010)

5 KESKIJÄNNITEVERKON SUOJAUS

5.1 Suojauksen periaatteet ja vaatimukset

Verkon laitteiden suojaus on mittamuuntajien, suojareleiden ja katkaisijoiden muodostama kokonaisuus. Varsinkin oiko- ja maasuluissa vikavirrat on erotettava muusta verkosta nopeasti, jotta laite- ja henkilövahingoilta vältytään. Myös jännitteen laatuvaatimukset ja taloudelliset seikat edellyttävät verkon suojaamista releillä. Esimerkiksi johdinten katketessa ilman maasulkua, kuormitus on epäsymmetristä, mutta syöttävän verkon suojaus ei aina toimi. Tällaisissa tilanteissa suojaukseen voidaan käyttää kolmivaiheista alijänniterelettä. (Elovaara & Haarla 2011b, 388)

Toimiva relesuojaus on selektiivinen, nopea, luotettava, herkkä ja toimii myös poikkeavissa tilanteissa. Verkon kaikki osat tulee olla suojattu jollain suojareleellä. Releen asetteluarvot valitaan siten, että kerroin laukaisukäskylle katkaisijalle on ykköstä pienempi, esimerkiksi 0,8. Jos halutaan, että rele ei laukaise, käytetään kertoimena ykköstä suurempaa lukua, kuten 1,2. Asetteluilla varmistetaan releen toiminnan varmuus ja toimintanopeus. (Elovaara & Haarla 2011a, 342–343)

5.2 Kytkinlaitteet

Kytkinlaitteita käytetään muuttamaan verkon kytkentätilannetta, erottamaan viallinen verkoston osa nopeasti irti verkosta ja toimia tarvittaessa erotuskohtana verkon eri osien välillä. Tärkeimmät kytkinlaitteet sähköjakelussa – ja siirrossa ovat:

- katkaisijat, jotka katkaisevat verkossa esiintyvät vikavirrat
- erottimet, jotka pitävät kaksi verkon osaa sähköisesti erillään toisistaan
- kytkimet, joilla katkaistaan vain kuormitusvirta
- kuormanerotimet, jotka ovat sekä kytkimiä että erottimia (Elovaara & Haarla 2011b, 161)

5.3 Ylikuormitus- ja oikosulkusuojaus

Oikosulkusuojina käytetään ylivirta-, differentiaali-, ja distanssireleitä. Yleensä sähköasemien päämuuntajien pääsuojina toimivat ylivirta- ja differentiaalirele. Ylivirtarele sopii tilanteisiin, joissa pienikin vikavirta on suurempi kuin suurin kuormitusvirta. Ylivirtarele ei kuitenkaan havaitse virran suuntaa, minkä takia se ei sovellu silmukoituun verkkoon, jossa vikavirta voi tulla eri suunnista. Nykyisissä ylivirtareleissa on kaksi porrasta, joista toinen on vakioaikahidasteinen ja toinen joko vakio- tai käänteisaikahidasteinen. (Elovaara & Haarla 2011b, 340,348)

Distanssirele sopii hyvin myös silmukoituun verkkoon, sillä se havaitsee sekä suunnan että etäisyyden. Rele mittaa virta- ja jännitemuuntajien avulla johdon virran ja johdon alkupään jännitteen, joiden perusteella rele pääättelee myös vian suunnan. Rele pystyy määrittämään etäisyyden vikapaikkaan mitatun virran ja jännitteen avulla. Distanssireleiden etuina differentiaalireleisiin on toimiminen selektiivisesti myös ilman viestiyhteyttä. (Elovaara & Haarla 2011b, 340–341)

Differentiaalirele eli erovirtarele toimii, kun kohteen tulevien ja lähtevien virtojen erotus on suurempi kuin releen aseteltu arvo. Differentiaalireleet vaativat suurilla virroilla suuremman virtaeron virtamuuntajien ja käämikytkimien asennosta aiheutuvien virheiden vuoksi. Differentiaalirele on muuntajan tärkein suojarle ja niillä voidaan havaita oikosulut, käämisulut ja kierrossulut, mikäli ne aiheuttavat laukaisuun tarvittavan erovirran (Elovaara & Haarla 2011b, 354)

Jälleenkytkentäreleitä käytetään avojohtojen suojauksessa. Rele tekee katkaisijan avauksen jälkeen automaattisen kiinnikytkenän asetellun jännitteettömän ajan kuluttua. Jälleenkytkentärele voi olla joko erillinen tai integroitu toiseen suojarleeseen. Verkon vioissa tehdään ensin pikajälleenkytkentä alle sekunnin sisällä laukaisusta. Epäonnistuneen pikalaukaisun jälkeen käytetään 30–60 sekunnin väliaikaa ennen aikajälleenkytkentää (Elovaara & Haarla 2011b, 371)

90 % asiakkaiden sähkökeskeytyksistä johtuu keskijänniteverkon katkoista. Avojohtoverkon vioista noin 90 % korjaantuu jälleenkytkentöjen avulla. Pikajälleenkytkennät

poistavat tyypillisesti 75 % vioista ja 15 % selviää aikajälleenkytkennöillä. (Lakervi & Partanen 2008, 79–80)

5.4 Keskijänniteverkon maasulkusuojaus

Suomen keskijänniteverkko on useimmiten maasta erotettu. Tällaisessa järjestelmässä yksivaiheinen maasulku ei aiheuta suurta virtaa, jolloin järjestelmää ei aina tarvitse kytkeä jännitteettömäksi. Maasulusta on kuitenkin saatava hälytys, valokaarimaasulun todennäköisyyden on oltava pieni ja sen on sammuttava itsestään. (Elovaara & Haarla 2011b, 338)

Maasulun sammutusta käytetään osassa 20 kV:n keskijänniteverkoissa. Sammutetussa järjestelmässä maasulkuvirtaa rajoitetaan tähtipisteeseen asennetulla sammutuskuristimella, joka kompensoi kapasitiivista maasulkuvirtaa. Keskijänniteverkoissa syöttömuuntajien 20 kV:n käämitys on usein kuitenkin kolmiokytkentäinen, joille sammutus vaatii erillisen tähtikytketyn maadoitusmuuntajan. Sammutus tulee tämän vuoksi usein liian kalliiksi investoinniksi (Elovaara & Haarla 2011b, 338)

Maasulkuvirta on maasta erotetussa ja sammutetussa verkossa pieni. Maasulkusuojana käytetään ylivirtareleitä, jotka on asetettu mittaamaan nollavirtaa eli vaiheiden summavirtaa. Nollavirtarele laukaisee suojattavassa kohteessa olevien vikojen lisäksi myös muissa kohteissa olevia vikoja, jos vain vikavirta on riittävän suuri. Maasulkusuojina käytetään myös distanssireleitä ja suunnattuja maasulkureleitä, jotka havaitsevat maasulkuvirran suunnan. Distanssirele ei kuitenkaan riitä itsessään maasulkusuojaukseen, sillä se havaitsee maasulut vain noin 20 Ω :n vikaresistanssiin asti, vaikka Suomessa vaatimuksena on maasulun laukaisu 500 Ω resistanssiin asti. (Elovaara & Haarla 2011b, 340)

6 ASIKKALAN SÄHKÖVERKKO

6.1 Sähköverkon nykytila

Asikkalan kunta on sähkönjakelun kannalta haasteellinen. Maasto on rikkonaista, alueella on paljon haja-asutusta ja välimatkat ovat pitkiä. Lisäksi vesistöjä on paljon, sillä Asikkalan Voiman toimialueen pinta-alasta vesistöä on noin neljännes. (Luonto tuo haasteita sähkönjakeluun 2007)

Ennen verkoston suunnittelussa tavoitteena oli materiaalikustannusten minimointi, jonka seurauksena johdot rakennettiin suorinta reittiä paikasta toiseen. Vaikka rakennuskustannukset ovat usein pienemmät, verkon luotettavuus on selvästi huonompi kuin tien viereen rakennetuilla johdoilla. (Lakervi & Partanen 2008, 143)

Kustannukset minimointi on tärkein syy, minkä takia Asikkalan sähköverkko kulkee monessa kohtaa metsän keskellä. Vian sattuessa kuitenkin keskellä metsää kulkevalle johdolle pääsy vie aikaa. Myös vikojen määrä on suurempi, sillä metsäisillä alueilla tuuli ja lumi aiheuttavat enemmän ongelmia varsinkin huonolla säällä. Sähkölinjalle raivattu suoja-alue ei aina riitä, sillä johtoaukon ulkopuolella olevat puut taipuvat usein lumen painosta kaapeleiden päälle. (Luonto tuo haasteita sähkönjakeluun 2007)

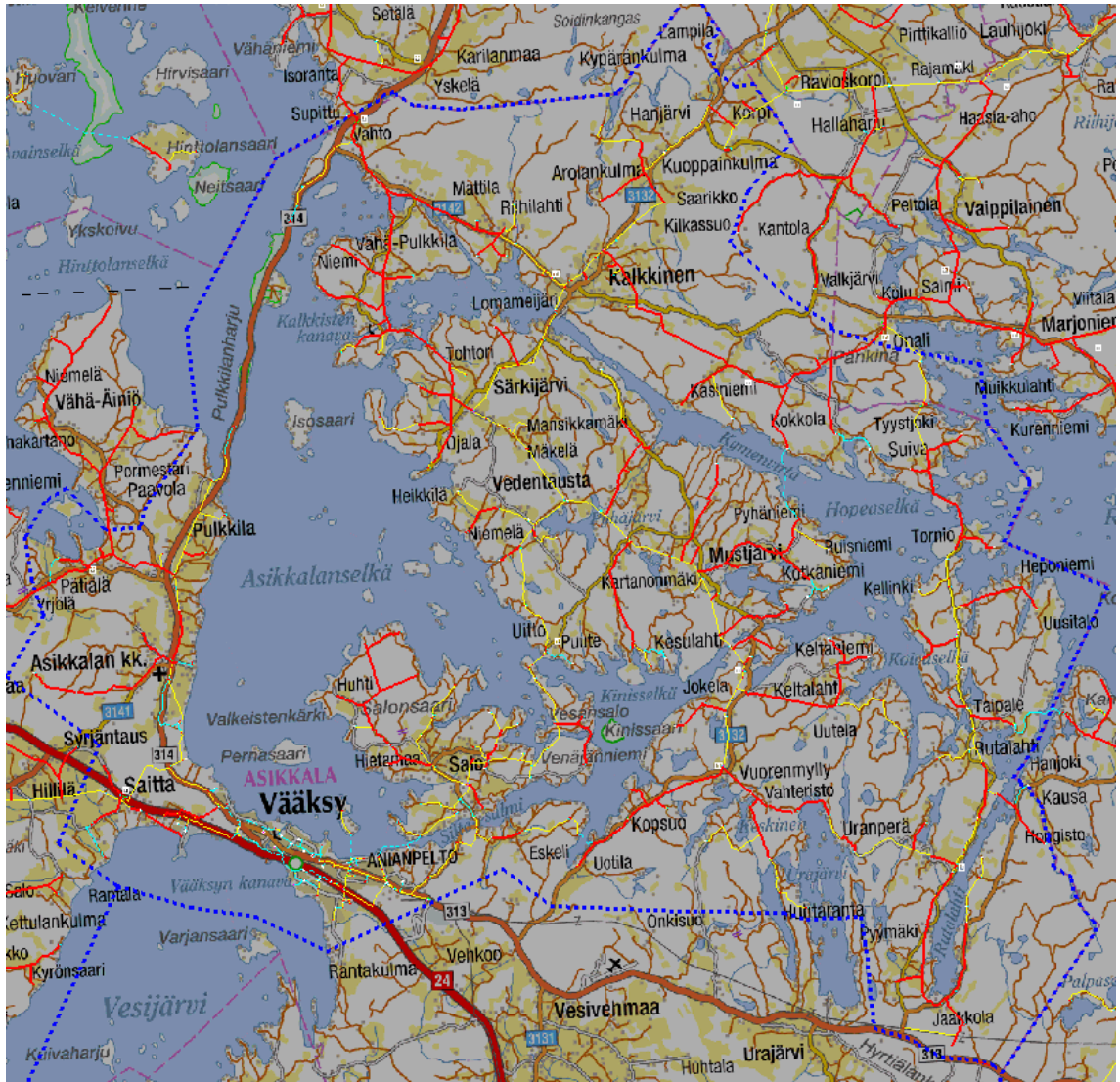
Pitkät välimatkat ja suuri vesistöjen määrä hidastavat korjausta, koska asentaja voi joutua ajamaan toistasataa kilometriä ennen pääsyä vikapaikalle ja kohteen tekemistä jännitteettömäksi. Pitkien etäisyyksien takia erottimien sijoittelussa on otettava huomioon vesistöjen vaikutus, jolloin erottimia on järkevää sijoittaa järven molemmin puolin. Erityisesti kaukokäyttöerottimia lisäämällä voi lyhentää vika-aikojen pituutta selvästi. (Luonto tuo haasteita sähkönjakeluun 2007)

Sähköverkon suunnittelussa on nykyisin kiinnitetty enemmän huomiota säänvaihteluihin. Metsäisten alueiden ilmajohtoa on viime vuosina saneerauksien yhteydessä vaihdettu päällystettyyn johtoon, joka kestää paremmin oksien ja pienten puiden painon. (Luonto tuo haasteita sähkönjakeluun 2007)

Nykyään kuitenkin uusi verkko rakennetaan ensisijaisesti maakaapelilla, johon säännuutokset eivät juuri vaikuta. Uudet johdot pyritään myös mahdollisuuksien mukaan sijoittamaan tien viereen, jolloin niiden korjaus saadaan tehtyä nopeasti. Vaikeat olosuhteet näkyvät myös tilastoissa. Esimerkiksi vuoden 2010 aikana sähkökatkoksista aiheutui vaikean talven takia paikoin yhteensä yli 12 tunnin jakeluhäiriöt (Asikkalan Kunta 2010). Keskeytysajat ovat myös kokonaisuudessaan korkeat.

Asikkalan Voiman asiakkaiden keskimääräinen vuotuinen keskeytysaika oli vuonna 2009 yhteensä 6,57 tuntia, kun vastaava luku Vattenfall Verkon asiakkailta oli ainoastaan 2,53 tuntia. Myös keskeytysten lukumäärä oli Asikkalan Voimalla lähes kolminkertainen. Korkeita lukuja selittää kuitenkin osaltaan se, että Asikkalan Voiman jakelualue on pääosin maaseutualueita. (Sähköverkkotoiminnan tunnusluvut... 2010)

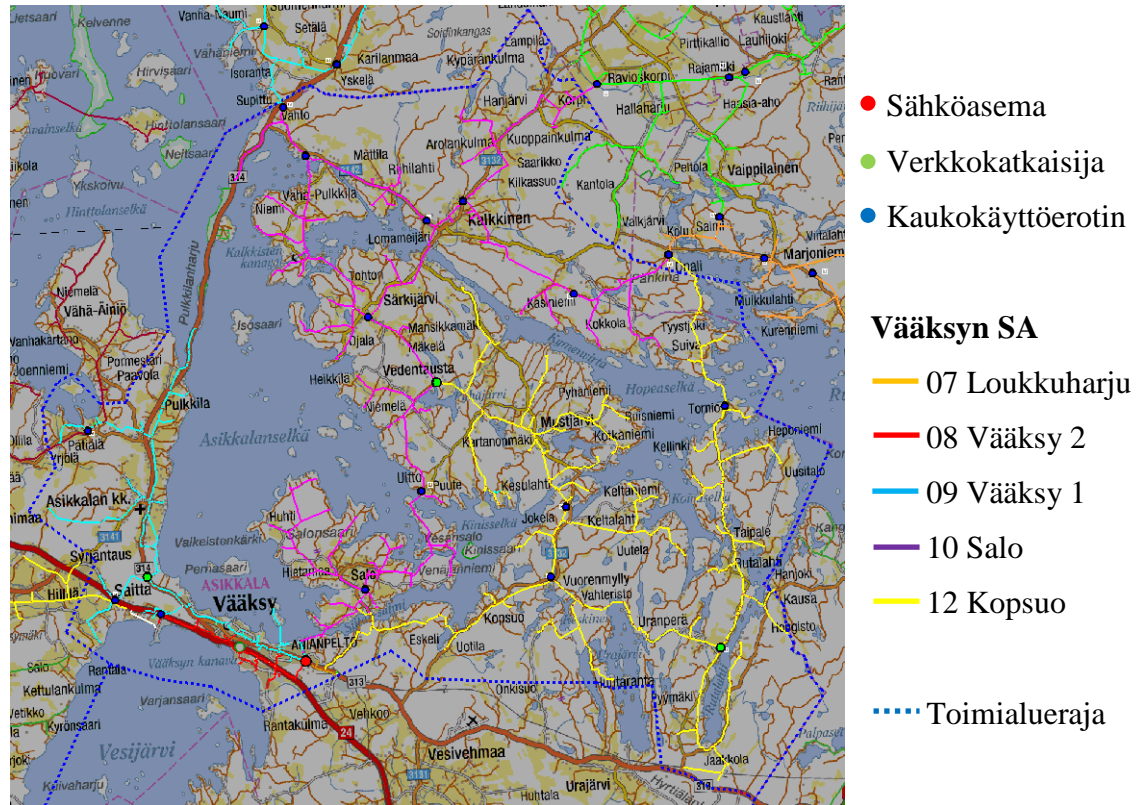
Johtojen poikkipinnoilla on merkitystä varsinkin lähtöjen aluissa. Ohuet johdot aiheuttavat muun muassa jännitteenalenemaa ja häviöitä, joten usein isomman johdon vaihtaminen on kannattavaa korkeista investointikustannuksista huolimatta. Kuvioon 1 on merkitty punaisella ilmajohdot joiden poikkipinta-ala on korkeintaan 40 mm². Kuviosta kannattaa huomioida varsinkin runkojohtojen koot, jotka ovat paikoittain liian ohuita pitkille lähdöille.



KUVIO 1. Ilmajohdot joiden poikkipinta-ala on korkeintaan 40 mm^2

6.1.1 Nykyinen kytkentätilanne

Asikkalan verkkoa syötetään Vääksyn sähköaseman viidellä lähdöllä. Lähdöt on nimetty niiden syöttämän alueen mukaan ja ne ovat Loukkuharju, Vääksy 1, Vääksy 2, Salo ja Kopsuo. Kuvioon 2 on merkitty lähtöjen lisäksi Vääksyn sähköaseman sijainti punaisella pisteellä sekä verkkokatkaisijoiden sijainnit vihreillä ja kaukokäyttöerottimet sinisillä pisteillä. Verkkokatkaisijoita on kolmella lähdöllä: Lähdön Vääksy 1 verkkokatkaisija sijaitsee Saitassa, Salon lähdön Vedentaustassa ja Kopsuon lähdön Rutalahdessa. Verkkokatkaisijoiden avulla katkaisijan jälkeinen osa saadaan vikatilanteessa erotettua muusta lähdöstä, jonka ansiosta vika-alueet rajoittuvat pienemmälle alueelle. Kuvioon 2 on merkitty myös Asikkalan Voiman toimialueen raja.



KUVIO 2. Verkon kytkentätilanne

Lähtö 07 Loukkuharju

Loukkuharjun lähtö kulkee Växsyn sähköasemalta itään. Lähdöstä syötetään Loukkuharjun aluetta, jonka lisäksi lähdössä on varasyöttöpiste. Myös Häkälään kaavailtu kuormitus on tarkoitus liittää Loukkuharjun lähtöön. Lähdössä on toistaiseksi yhteensä 1,5 km johtoa, joista 400 m on maakaapelia. Loukkuharjun lähtö on merkitty kuvioon 2 oranssilla viivalla.

Lähtö 08 Växsky 2

Asikkalan kunnan noin 8 500 asukkaasta valtaosa, eli noin 5 000 asukasta asuu Asikkalan eteläosassa olevassa Växsyn kuntakeskuksessa. Växskyä syötetään kahdella lähdöllä, joista Växsky 2 seuraa pääosin Lahdentien sekä Jyväskylätien vierustaa ja syöttää Växsyn eteläosia. Lähdön yhteispituus on 11,6 km, josta kaapelia on 5,9 km. Korkea kaapelointiaste selittyy Växsyn keskustan kuulumisella lähtöön. Korkean kaapeloin-

tiasteen ansiosta lähtö on sähkönjakelun osalta luotettava. Lähtö Vääksey 2 on merkitty kuvioon 2 punaisella viivalla.

Lähtö 09 Vääksey 1

Vääksey 1 on toinen Vääkseyä syöttävistä lähdoistä ja se syöttää Asikkalan kunnan länsiosia Pulkkilaa asti sekä Vääkseyn pohjoisosia. Lähtöön kuuluvat myös 450 asukkaan Kurhila-Hillilä sekä 350 asukkaan Asikkalan kirkonkylä. Lähdon kokonaispituus on 40,2 km, josta 14,2 km on ennen verkkokatkaisijaa. kaapelin osuus lähdoistä on 9,8 km. Lähdon Vääksey 2 tavoin, myös tämän lähdon johdosta suuri osa on keskusta-alueen maakaapelia. Vääksey 1 on merkitty kuvioon 2 sinisellä viivalla.

Lähtö 10 Salo

Salon lähtö syöttää vajaan 200 asukkaan Salonsaaren lisäksi 600 asukkaan Kalkkista sekä Pulkkilanharjua, ja osaa Mustjärvestä. Salon lähtöön kuuluu suuri osa Asikkalan Voiman verkosta, joka aiheuttaa ongelma sähkönjakelun luotettavuuden kannalta. Vaikka asiakasmäärältään Salon lähtö ei ole iso, pitkät etäisyydet voivat aiheuttaa vikatilanteissa laajoja sähkökatkoja. Katkoja on lisäksi vaikea korvata muista lähdoistä, sillä Salon lähtöön on Asikkalan Voiman alueella rengasyhteyksiä ainoastaan Kopsuon lähdoistä, joka myös on Salon lähdon tavoin pitkä ja haasteellinen lähtö. Vattenfallin verkkoon Salon lähdoistä on kahdesta paikkaa. Salon lähtö on merkitty kuvioon 2 violetilla viivalla. Lähdon pituus on yhteensä 110,5 km, josta ennen verkkokatkaisijaa on 38,7 km. Kaapelin osuus Salon lähdoissä on vain vajaa kolme kilometriä.

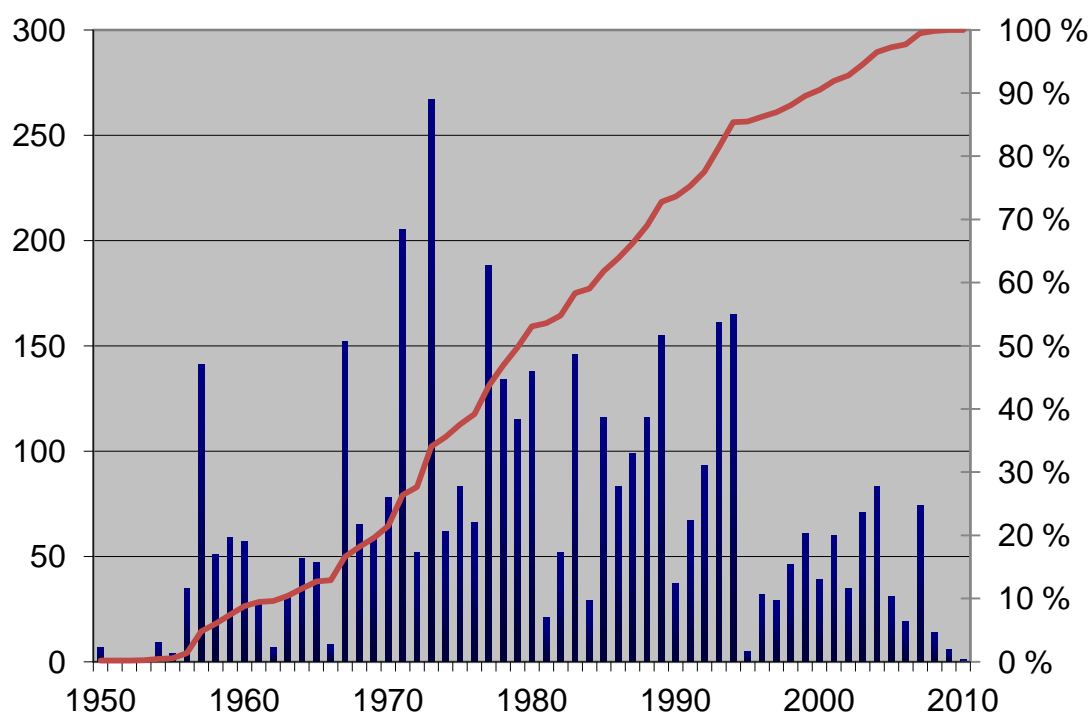
Lähtö 12 Kopsuo

Salon lähdon ohella Kopsuon lähtö kattaa suuren osan verkosta ja on siten haasteellinen verkon toiminnan kannalta. Lähtöön kuuluvat Kopsuon ohella 700 asukkaan Vesivehmaa ja 400 asukkaan Urajärvi sekä osia Mustjärvestä. Lähdon pituus on 109,5 km, josta

69,5 km on ennen verkkokatkaisijaa. Maakaapelin osuus Kopsuon lähdöllä on 3,3 km. Kopsuon lähtö on merkitty kuvioon 2 keltaisella viivalla.

6.1.2 Sähköverkon tila

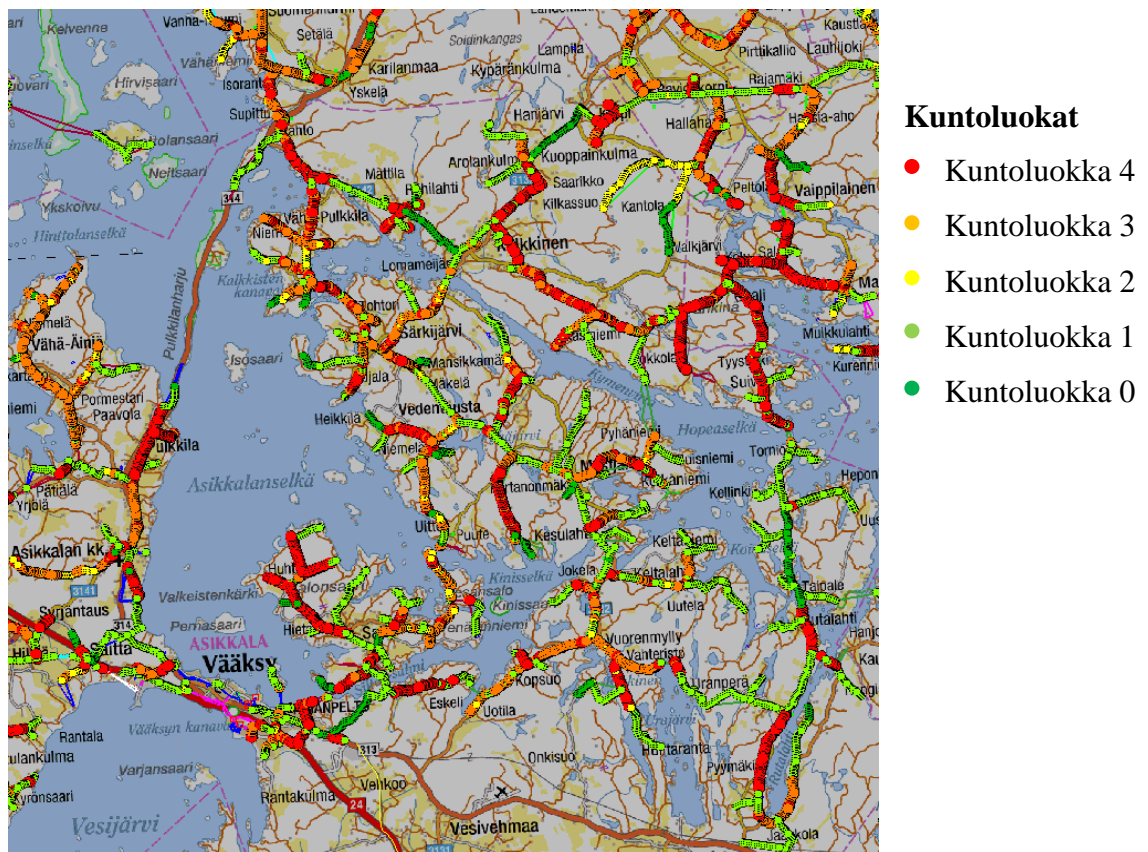
Asikkalan sähköverkko on vielä toistaiseksi tyydyttävässä kunnossa johtojen ja verkon komponenttien osalta. Verkko on kuitenkin ikääntymässä, jonka vuoksi lähivuosina saneerattavia kohteita on paljon. Kuviossa 3 on esitetty pylväiden ikärakenne lukumäärinä sekä niiden kertymänä. Kuvioista nähdään, että noin 20 % Asikkalan verkon pylväistä on rakennettu ennen vuotta 1970, eli ovat yli 40 vuotta vanhoja. Suurin verkon sähköistys on tehty 60- ja 70-luvuilla, jolloin uusien pylväiden rakentamisessa näkyy selkeä huippu. 2000-luvulla uusien pylväiden rakentaminen on vähentynyt selvästi, sillä uusi verkko rakennetaan useimmiten maakaapelina muun muassa sen säänkeston ansiosta.



KUVIO 3. Pylväiden asennusvuodet (Sisäinen lähde)

Ainoastaan pylväiden iän perusteella ei kuitenkaan voi päätellä, milloin kyseinen verkon osa täytyy saneerata. Tarkempi arvio ilmajohtoverkon tilasta saadaan kuviossa 4

esitetystä pylväiden kuntoluokasta, jossa pylväiden kuntoa on arvioitu paikanpäällä tehtävien tarkastusten lisäksi Visimind- ohjelmasta saatujen kuvien perusteella. Kuvioon 4 punaisella värillä merkityt, kuntoluokkaan 4 kuuluvat pylvääät ovat huonoimmassa kunnossa ja niiden saneeraus olisi toteutettava mahdollisimman nopeasti. Kuntoluokkaan 0 kuuluvat, vihreällä kuvioon merkityt pylvääät ovat hyväkuntoisia ja enimmäkseen uusia pylvääitä.



KUVIO 4. Pylvääät kuntoluokittain Asikkalan verkossa

6.1.3 Laskentatulokset

Lähtöjen teknisillä arvoilla on suuri merkitys, kun uutta verkkoa suunnitellaan. Tuloksia vertailtaessa etsitään luotettavuutta heikentäviä tai kustannuksia kasvattavia arvoja, jotka puoltavat verkkoon tehtäviä investointeja. Vääksyn sähköaseman lähtöjen tekniset arvot on esitetty taulukossa 5. Taulukosta nähdään, että Salon ja Kopsuon lähtöjen jännitteenalenemat ovat muita lähtöjä korkeammat. Jännitteenalenemat ovat kuitenkin myös näiden lähtöjen osalta selvästi reunaehtoja pienemmät.

Suurimmat tehot ovat kahdessa Vääksyn kuntakeskusta syöttävässä lähdössä, joiden molempien huipputehot ovat yli 4 MW. Johtopituudeltaan pisimmän Kopsuon lähdön huipputeho on pieni molempiin Vääksyn lähtöihin verrattuna, ainoastaan 2,5 MW. Energiahäviöt ovat sopivalla tasolla, sillä ne jakautuvat tasaisesti lähtöjen osalle, eivätkä häviöistä aiheutuvat kustannukset ole liian korkeita verkon taloudellisen käytön kannalta.

TAULUKKO 2. Vääksyn sähköaseman lähtöjen teknisiä arvoja

Lähtö	Huipputeho [kW]	Energiahäviöt [MWh]	Jännitteenalenema [%]
07 Loukkuharju	202	0,04	0,0
08 Vääksy 2	4038	111,15	1,2
09 Vääksy 1	4745	101,44	1,9
10 Salo	2505	105,71	3,1
12 Kopsuo	1534	68,04	3,5

Vääksyä syöttäviä lähtöjä lukuun ottamatta kaapelointiaste on hyvin matala, mikä on yleistä maaseutuverkossa, jossa etäisyydet ovat pitkiä. Selvästi pisimmät lähdot ovat Salo ja Kopsuo, joiden molempien kokonaispituus on noin 110 kilometriä. Korkeista kuormistaan huolimatta, lähtöjen Vääksy 1 ja Vääksy 2 johtopituudet ovat lyhyemmät. Molempien lähtöjen yhteispituus on hieman yli 50 km. Eri johtotyyppien pituuksia lähtöjen osalta on esitetty taulukossa 6.

TAULUKKO 3. Vääksyn sähköaseman lähtöjen johtopituudet

Lähtö	Avojohto [km]	PAS-johto [km]	Kaapeli [km]	Yhteensä [km]	Kaapelointiaste [%]
07 Loukkuharju	0,4	0,6	0,4	1,5	26,2
08 Vääksy 2	3,6	2,0	5,9	11,6	51,1
09 Vääksy 1	29,4	1,0	9,8	40,2	24,4
10 Salo	94,0	13,6	2,9	110,5	2,6
12 Kopsuo	84,8	21,3	3,3	109,5	3,0

6.1.4 Verkon luotettavuus

Luotettavuuslaskennan tulokset perustuvat verkon tietoihin ja niiden avulla saadaan tietoa verkon vioista ja niiden aiheuttamista kustannuksista. Taulukossa 4 on esitetty Vääksyn sähköaseman lähtöjen vikojen vuotuinen lukumäärä sekä asiakkaiden kokemat vikakeskeytystunnit. Vikojen lukumäärä on suuri koko Asikkalan Voiman alueella kaapeloitua Vääksyn kuntakeskusta lukuun ottamatta. Lähdön Vääksy 1 selvästi lähtöä Vääksy 2 suuremmat vikakeskeytystunnit selittyvät enimmäkseen syötettävän alueen laajuudesta, sillä lähdön Vääksy 1 syöttämään alueeseen kuuluu keskustan lisäksi Asikkalan länsiosat Pulkkilaan asti.

TAULUKKO 4. Verkon luotettavuus

Lähtö	Asiakkaita [kpl]	Vikoja [kpl/a]	Asiakkaiden vikakeskeytykset [h/a]
07 Loukkuharju	61	0,03	4,9
08 Vääksy 2	429	0,31	225,1
09 Vääksy 1	1775	2,73	2748,0
10 Salo	1366	9,24	4537,2
12 Kopsuo	1312	10,16	5873,5

Kappaleessa 4.2.6 on esitetty sähkönlaatua kuvaavat indeksit, joiden avulla verkon tilaa voidaan arvioida, sekä etsiä kehittämisen kohteita. Taulukossa 5 on ilmoitettu laatua kuvaavat indeksit lähdöittäin. Indeksien lukemat antavat tukea suunnitelmille Salon ja Kopsuon lähtöjen kehittämiseen.

TAULUKKO 5. Laatua kuvaavat indeksit

Lähtö	CAIDI	SAIDI	SAIFI
07 Loukkuharju	1,37	0,18	0,13
08 Vääksy 2	1,40	0,74	0,53
09 Vääksy 1	1,22	1,83	1,50
10 Salo	0,50	3,66	7,30
12 Kopsuo	0,59	4,90	8,36

6.2 Vääksyn sähköasema

Asikkalan Voiman toiminta-alueen ainoa sähköasema on vuonna 1972 rakennettu Vääksyn sähköasema. Asemalla on kaksi päämuuntajaa, joista ainoastaan yksi on käytössä. Ensimmäinen sähköaseman päämuuntajista on vuonna 1972 valmistettu 10 MVA:n muuntaja. Sähköaseman toinen päämuuntaja on mitoitusteholtaan 20 MVA, ja se on vuodelta 1982. Kuviossa 5 on Visimind ilmakuva Vääksyn sähköasemasta. Kuvion alalaidassa näkyvät sähköaseman päämuuntajat, joista käytössä oleva 20 MVA:n päämuuntaja näkyy vasemmalla. Kuviossa 5 Oikealla näkyvästä 10 MVA:n muuntajakentästä puuttuvat 110 kV:n katkaisija ja suojaukset.



KUVIO 5. Vääksyn sähköaseman ilmakuva

Sähköaseman komponenttien pitoaika on yleensä noin 40 vuotta. Sähköaseman 10 MVA:n päämuuntaja on vuodelta 1972, joten ikänsä puolesta muuntaja alkaa olla lähellä teknis-taloudellisen eliniän täyttymistä. Päämuuntaja on kuitenkin ollut pienessä kuormassa sekä varamuuntajana, jonka vuoksi päämuuntajaa voitaneen käyttää vielä useampia vuosia. Kokonaisuudessaan sähköasema on vielä riittävän hyvässä kunnossa, vaikka tarvetta saneerauksiin on jo lähivuosina. Vääksyn sähköaseman 20 MVA:n päämuuntaja riittää kattamaan selvästi koko kunnan sähkönkulutuksen myös jatkossa. Päämuuntajan vikaantuessa voidaan ottaa käyttöön nykyisin varalla oleva 10 MVA:n päämuuntaja, jonka ansiosta sähköä ei tarvitse siirtää kunnan ulkopuolelta pidempiä aikoja

päämuuntajan vikaantuessakaan. Sähköasemaan liittyviä teknisiä arvoja on esitetty taulukossa 6.

TAULUKKO 6. Vääksyn sähköaseman tekniset arvot

Muuntajan mitoitusteho	20 MVA
Huipputeho	13,4 MVA
Kuormitusaste	68 %
Häviöteho	58,6 kW
Häviöenergia	212 MWh

7 ALUEEN MUUTOSTEKIJÄT

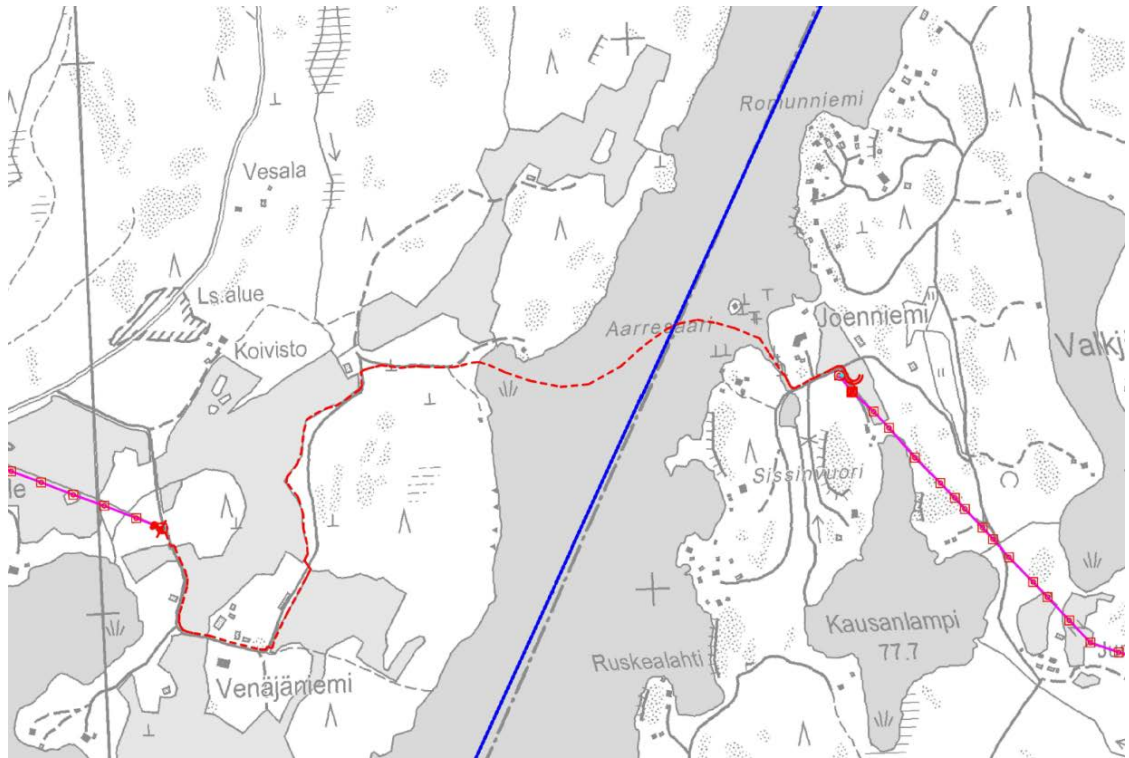
7.1 Rakenteilla oleva verkko

Asikkalan verkko on monin paikoin huonokuntoista. Ongelmana on myös sähkön saaminen jokaiselle asiakkaalle vikatilanteessa. Verkkoa kuitenkin parannetaan koko ajan uusilla investoinneilla ja saneerauksilla. Rakenteilla on erityisesti verkon luotettavuutta ja käyttövarmuutta parantavat Taipaleen ja Kangaskärjen sekä Pyhäniemen ja Kokkolan yhdistävät rengasyhteydet. Vanhentuvaa ilmajohtoverkkoa myös saneerataan korvaamalla Anianpellon ja Salon alueen johdot maakaapelilla. Seuraavissa kappaleissa on esitetty rakenteilla olevaa verkkoa. Esitetyt suunnitelmat saattavat kuitenkin vielä jonkin verran muuttua rakennusvaiheessa.

7.1.1 Taipale - Kangaskärki

Taipaleen ja Kangaskärjen välinen rengasyhteys tuo yhteyden Asikkalan verkosta Vattenfall Verkon alueelle Heinolan suuntaan. Maakaapelireitti seuraa pääosin Saarisentietä, jonka jälkeen yhteys jatkuu vesikaapelina Joenniemelle asti. Yhteyden molempiin päihin lisätään erottimet. Asikkalan verkon puolelle lisätään tavallinen erotin, Kangaskärjessä erotus on kaukokäyttöisellä kuormaerottimella. Yhteensä kaapelia lisätään noin 2100 metriä

Yhteys on suunniteltu erityisesti vikatilanteita varten, jolloin sillä voidaan lyhentää Kopsuon lähdön vikojen kestoja. Normaalisissa kytkentätilanteissa Kangaskärjen kuormaerotinerotin on kuitenkin auki. Kuviossa 6 on esitetty suunniteltu yhteys Taipaleen ja Kangaskärjen välille. Tämän kappaleen kuvioihin rakennettavat kohteet ovat merkitty punaisella ja purettavat kohteet sinisellä värillä. Kuviossa 6 sinisellä värillä näkyy kuitenkin purettavan verkon sijaan kuntaraja.



KUVIO 6. Taipaleen ja Kangaskärjen välille rakennettava yhteys

7.1.2 Pyhäniemi – Kokkola

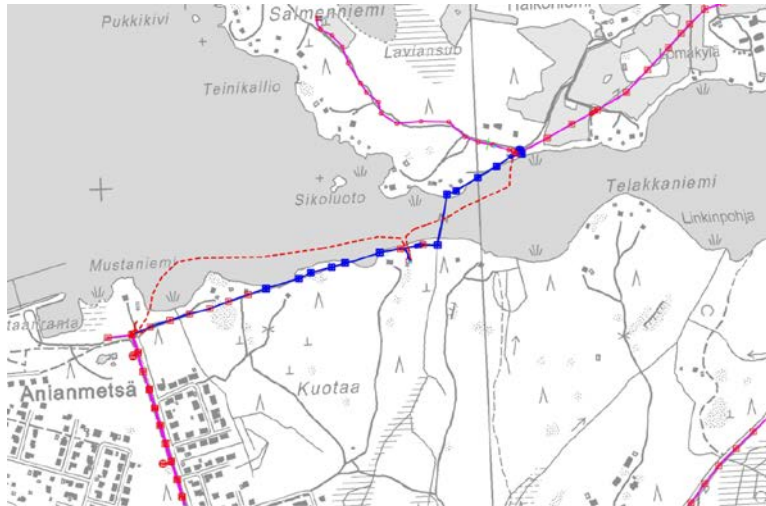
Pyhäniemestä Kokkolaan rakennettava rengasyhteys kulkee Kymenvirran yli ja tuo varasyöttöyhteyden Salon ja Kopsuon lähtöjen välille. Rakennettavan osuuden molempiin päihin lisätään erottimet. Varasyöttöyhteyden pohjoispuolelle Kokkolaan lisätään kaukokäyttö, joka varsinkin vesistönylityksissä lyhentää vikojen kestoja merkittävästi. Kymenvirran ylittävällä yhteydellä voidaan varasyötön lisäksi muuttaa Salon ja Kopsuon lähtöjen jakorajoja. Pääosin vedessä kulkevan kaapelireitin yhteispituus on noin 2000 metriä ja sen on esitetty kuviossa 7.



KUVIO 7. Pyhäniemen ja Kokkolan välille rakennettava yhteys

7.1.3 Anianpelto - Salo

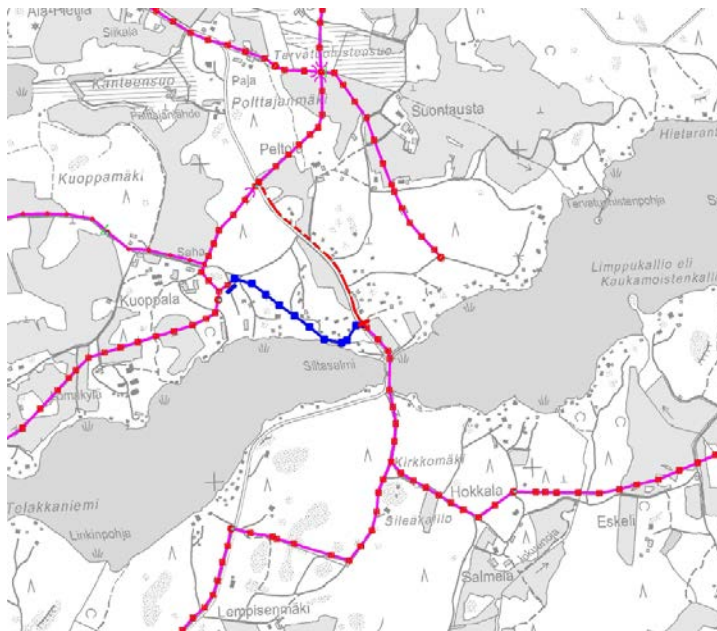
Anianpellon ja Salon välinen kaapeliyhteys lähtee Mustaniemestä Kuotaan Puistomuuntamolle vesikaapelina, ja jatkaa sieltä edelleen Salonsalmen yli Halkoniemeen. Yhteyden tarkoitus on korvata alueelta ilmajohtoyhteys. Anianpellon ja Salon välinen aiempi ilmajohtoverkko on huonokuntoiset ja useat pylväistä on rakennettu jo 50-luvulla. Ilmajohdon korvauksen yhteydessä korvataan myös Halkoniemessä sijaitseva pylväsmuuntamo uudella puistomuuntamolla. Yhteensä alueelle rakennetaan uutta johtoa noin 1400 metriä, joista valtaosa on vesikaapelia. Anianpellon ja Salon väliltä uusittava verkon osa on esitetty kuviossa 8.



KUVIO 8. Anianpellon ja Salo välille rakennettava yhteys

7.1.4 Salonsaari

Anianpellon ja Salon välisen vesikaapeliyhteyden lisäksi Salossa on parhaillaan rakenteilla maakaapeliyhteys Siltasalmeista Salon runkoon, jonka pituus on noin 600 metriä. Siltasalmeen lisätään piiskaerotin, joka erottaa Kopsuon ja Salon lähdöt toisistaan. Samalla puretaan Salonsalmen ja Salmelan välillä kulkeva ilmajohto-osuus ja vanhalta jakorajalta poistetaan erotin. Salon alueen verkon suunnitelmat on esitetty kuviossa 9.



KUVIO 9. Salonsaareen rakennettava yhteys

7.1.5 Isosaari

Asikkalan pohjoisosassa sijaitsevassa Isosaarella on nykyisellään useita kesäasuntoja, mutta toistaiseksi alueelle ei ole tuotu sähköjä. Alueen sähköistämistä on suunniteltu, mutta ilman potentiaalisten asiakkaiden ja kunnan osallistumista kustannuksiin yhteyden rakentaminen ei ole taloudellisesti järkevää. Suunnitelman osalta odotetaan ensin potentiaalisten liittyjien vastausta sekä Asikkalan Voiman hallituksen päätöstä, jonka jälkeen voidaan tehdä ratkaisut suunnitelman toteutumiseksi. Kuviossa 10 on esitetty yksi vaihtoehtoinen suunnitelma Isosaaren sähköistämiseksi.



KUVIO 10. Yhteys Särkijärveltä Isosaareen

8 VERKON KEHITTÄMISSUUNNITELMAT

Asikkalan verkossa ei normaalissa käyttötilanteessa ole suurempia ongelmia, sillä jännitteenalenemat sekä teho- ja energiahäviöt ovat jokaisella lähdöllä sallituissa rajoissa. Yksi sähköasema kahdella päämuuntajalla on myös riittävä Asikkalan kokoiselle alueelle normaalissa käyttötilanteessa. Lähdöt ovat kuitenkin pitkiä, jolloin vikatilanne voi vaikuttaa suureen osaan verkkoa. Myös vikojen kestot ovat pitkiä. Vikaantunutta verkkoa on varsinkin usean vian tilanteessa vaikea korvata ja korjausajat ovat pitkiä, jolloin myös herkkyys suurhäiriöille on suuri. Samalla verkko vanhenee ja ilman saneerauksia vikojen määrä tulee kasvamaan.

Verkossa on tarvetta myös uudelle sähkö- tai kytkinasemalle, joiden avulla verkon luotettavuutta saataisiin nostettua paremmalla lähtöjen jaolla. Uusilla rengasyhteyksillä saataisiin vikatilanteissa uusia varayhteyksiä ja myös vikojen kestot lyhenisivät. Suunnitelmien korkeiden investointikustannusten vuoksi kuitenkin jo ennestään huonossa kunnossa olevien ilmajohtojen saneerausta pitäisi siirtää myöhempään ajankohtaan. Toisaalta myöskään saneerauksien kanssa ei voi odotella kauaa, koska pelkästään huonokuntoisen verkon vikojen korjaus voi viedä suuren osan investointeihin varatuista resursseista.

Seuraavissa kappaleissa esitetään toimenpiteitä, joilla verkkoa voidaan kehittää. Pääpaino tarkasteluissa on Salon ja Kopsuon lähtöjen luotettavuuden parantamisella, mutta suunnitelmissa yritetään löytää keinoja koko verkon teknisen tilan kehittämiseen. Jokainen suunnitelma parantaa joitain verkon ominaisuuksia, mutta rajallisten resurssien takia jokaista suunnitelmaa ei voida toteuttaa seuraavien vuosien aikana. Tämän vuoksi vaihtoehtoja vertaillaan mahdollisimman kattavasti ottamalla huomioon tekniset arvot, luotettavuus, verkon ylläpito ja huolto sekä investoinneista aiheutuneet kustannukset, jotta päätökset verkon tarvitsemien investointien toteuttamiseksi olisivat mahdollisimman helppoja.

8.1 Kalkkisten kytkinasema

Kalkkisten kytkinasema –suunnitelmassa Nuoramoisten sähköasemalta tuodaan syöttöjohto Kalkkisiin rakennettavalle kytkinasemalle. Suunnitelma sisältää kaapeloinnin sekä Nuoramoisten ja Kalkkisten välille asennettavien puistomuuntamoiden lisäksi uuden kytkinaseman lähtöjen jakorajojen optimoinnin.

Suunnitelman etuja ovat sen vaikutukset Salon ja Kopsuon lähtöihin. Uusien jakorajojen avulla on mahdollista jakaa Salonsaari omaksi lähdeksi ja samalla kytkinasema lyhentää Kopsuon lähdön pituutta huomattavasti. Kalkkisten kytkinasema on kuitenkin samalla tässä työssä suunnitelluista vaihtoehdoista kallein. Suuret kustannukset aiheutuvat muun muassa kytkinaseman hinnasta sekä pääosin kunnan alueen ulkopuolelle tehtävistä kaapeloinneista. Energiamarkkinaviraston (2011) mukaan kytkinaseman hinta on vain 44 140 euroa, mutta tässä työssä hinta on arvioitu selkeästi korkeammaksi.

Vaikka uusi runkojohto Nuoramoisten sähköasemalta Kalkkisiin rakennettaisiin erityisesti Asikkalan Voimaa varten, parantaisi se samalla myös Vattenfallin sähköverkkoa Nuoramoisten alueella. Tämän vuoksi suunnitelmasta aiheutuvien kustannuksien jakamisesta täytyy sopia siten, että suunnitelmasta on hyötyä molemmille osapuolille. Yksi mahdollinen ratkaisu kulujen jakamiseksi on Asikkalan Voiman maksama liittymismaksu Vattenfall Verkolle. Tässä suunnitelmassa liittymistehoksi on arvioitu 3 MW, jolla voidaan syöttää Salon ja Kopsuon lähtöjä kokonaisuudessaan Kytkinaseman lähdeillä. Kalkkisten kytkinasema –suunnitelma sekä siihen liittyvät jakorajojen optimoinnit on esitetty kuviossa 11.



KUVIO 11. Kalkkisten kytkinaseman suunnitelmat sekä kytkinaseman jakorajat

8.2 Rutalahden sähköasema

Yksi ratkaisu haasteellisten Salon ja Kopsuon lähtöjen lyhentämiseksi on rakentaa uusi sähköasema. Sähköasemainvestoinnin vaikutus luotettavuuteen on merkittävä ja samalla se pienentää jännitteenalenemaa ja häviöitä. Sähköaseman sijainnilla on suuri vaikutus suunnitelmien kannattavuuteen, jonka takia paikka on valittava tarkkaan. Asema on yleensä mieluiten sijoitettava mahdollisimman lähelle kulutuskeskuksia sekä 110 kV:n johtoja.

Tässä suunnitelmassa sähköaseman sijainniksi valitaan Rutalahti, sillä Rutalahdella on aiemmin ollut sähköasema, joka on kuitenkin purettu. Sijoittamalla sähköasema samalle alueelle Rutalahden saadaan kaksi lähtöä lisää joiden avulla voidaan tasata lähtöjen kuormitusta. Vääksyn kahdesta päämuuntajasta vain toinen on käytössä, jolloin varalla

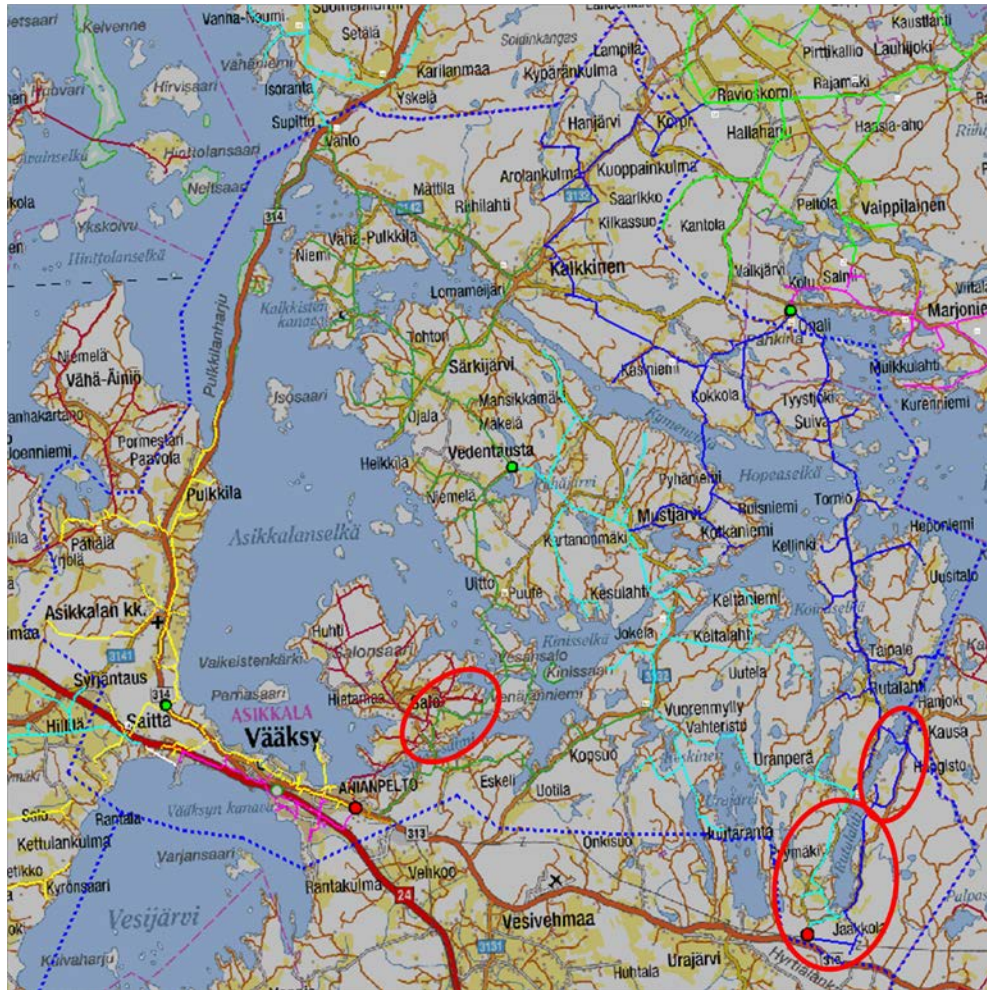
oleva mitoitusteholtaan 10 MVA:n päämuuntaja voitaisiin siirtää uudelle sähköasemalle. Muuntajan koko on riittävän suuri, sillä sen avulla voidaan vikatilanteessa tarvittaessa syöttää koko verkkoa.

Sähköaseman sijainti on kunnan kaakkoisosassa, jolloin Asikkalan verkon pohjoisosat, kuten esimerkiksi Kalkkinen ovat edelleen kaukana lähimmistä sähköasemista. Toinen uuden sähköaseman huonoista puolista on sen hinta. Kevyt sähköasema ilman muuntajaa ja lisättävää verkkoa maksaa Energiamarkkinaviraston (2011) hinnaston mukaan yli 400 000 euroa. Uuden sähköaseman yhteydessä sähköasemainvestoinnin lisäksi lähtöjen alkuosat on järkevä uusia, sillä alueen johdot on mitoitettu haarajohdoiksi. Alimitoitettut johdot kuten 25 mm² Swan- ilmajohto aiheuttavat runkojohtoina huomattavia tehohäviöitä ja jännitteenalennuksia.

Suunnitelmaan kuuluu myös runkojohdon rakentaminen Salonsaareen, jolloin Salonsaari saadaan jaettua omaksi lähdeksi. Runkojohdon rakentaminen on liitetty osaksi tätä suunnitelmaa, koska uusi sähköasema pienentää Vääksyn sähköaseman kuormaa, jolloin Rutalahden sähköasemalle siirtyvien lähtöjen tilalle voidaan asentaa uusi runkojohteus. Lisäksi Rutalahdessa sijaitseva verkkokatkaisija siirretään Onaliin, jolloin se suojaa paremmin sitä edeltävää verkkoa

Suunnitelman kokonaishintaa arvioitaessa on mietittävä myös ennen aikaisten investointien osuus kustannuksista. Suunnitelmaa varten tehtävät Rutalahden ja Salon johtojen uusimiset on tehtävä jossain vaiheessa. Varsinkin Rutalahden alueella on paljon huonokuntoista johtoa, jotka tulisi joka tapauksessa uusia lähivuosina, mikä lisää suunnitelman kannattavuutta.

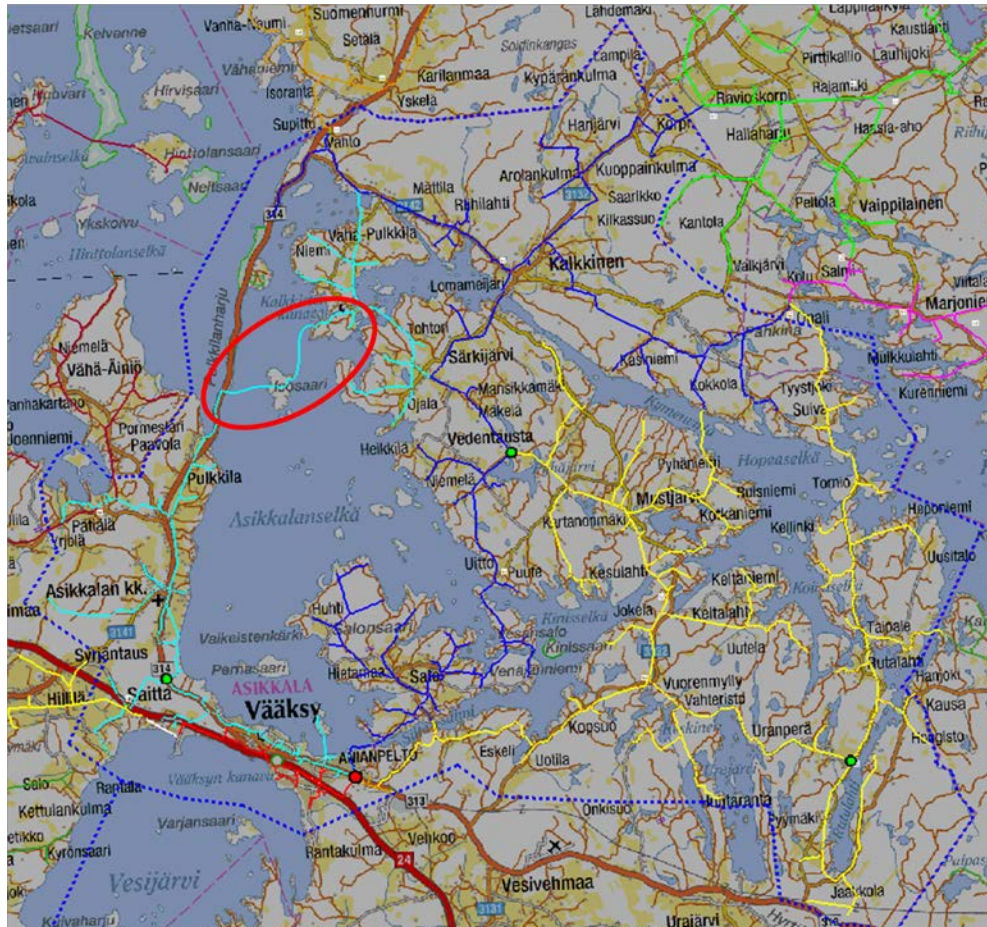
Tehdyissä suunnitelmissa on arvioitu, että saneeraukset toteutettaisiin Salon alueella noin 10 vuotta etuajassa ja Rutalahdessa 5-10 vuotta suunniteltua aikaisemmin. Rutalahden sähköasema ei pelkästään luotettavuuslaskujen ja energiahäviösäästöjen perusteella ole kannattava. Sähköaseman kapasiteetista on kuitenkin tavallisesti ainoastaan alle 2 MW käytössä, jolloin yhteistyö Lahti Energian kanssa voi tehdä investoinnista kannattavan. Rutalahden sähköasemaan liittyvät suunnitelmat on esitetty kuviossa 12. Verkkokatkaisijoiden sijainnit näkyvät suunnitelmissa vihreillä pisteillä.



KUVIO 12. Rutilahden sähköaseman suunnitelmat

8.3 Isosaaren rengasyhteys

Suunnitelmia Isosaaren sähköistämisestä on esitetty aiemmin tässä työssä. Mikäli Isosaaren sähköistys päätetään toteuttaa, on samalla kannattavaa miettiä rengasyhteyden rakentamista Isosaaresta Pulkkiin. Vääksyn länsiosia syöttävät Vääksy 1 ja Vääksy 2 ovat erillään muusta verkosta, jolloin toisen lähdön vikaantuessa suuri osa verkosta on yhden lähdön takana. Isosaaren rengasyhteyden avulla saataisiin yhdistettyä lähdöt Salo ja Vääksy 1 ja samalla parannettua sähkön toimitusvarmuutta. Lisäksi yhteys toisi uusia mahdollisuuksia jakorajojen muutoksiin. Suunnitelma Isosaaren rengasyhteydestä on esitetty kuviossa 13.



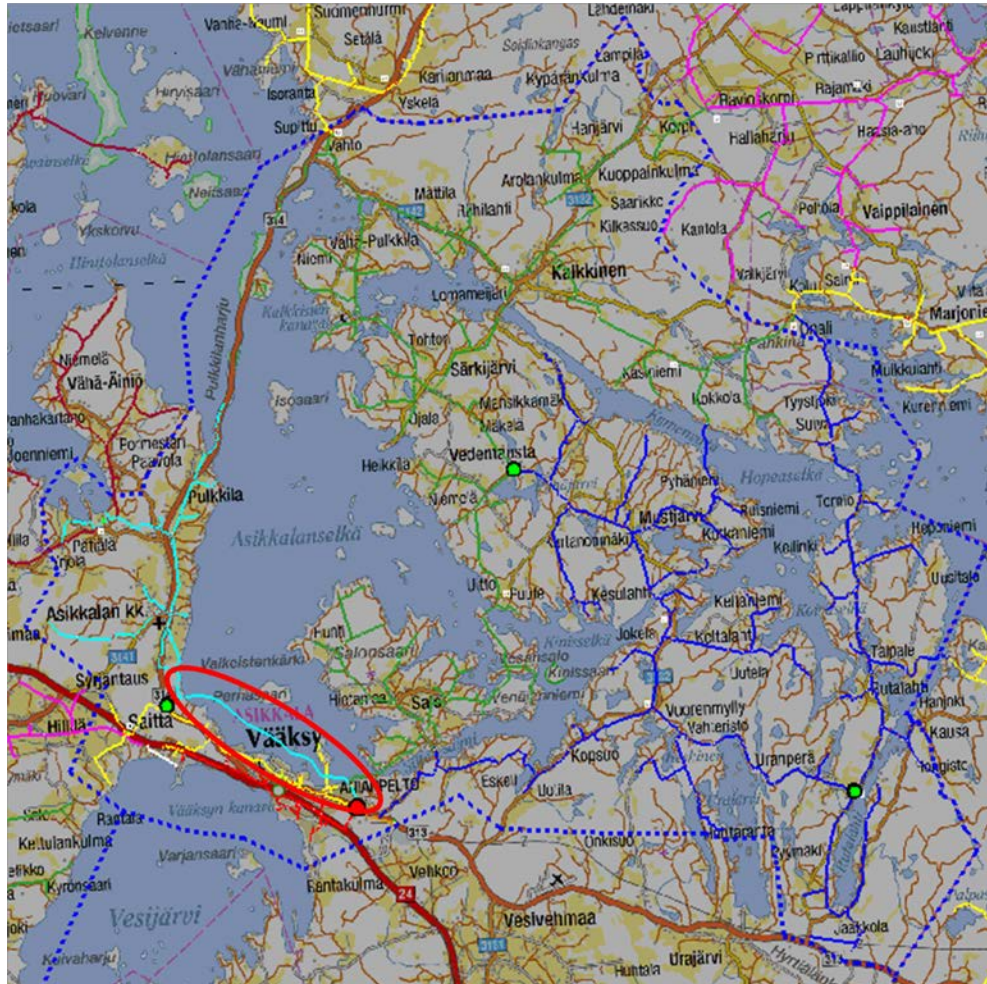
KUVIO 13. Isosaaren rengasyhteys

8.4 Vääksyn vesikaapeli

Vääksyn vesikaapeli –suunnitelmassa Vääksyn sähköasemalle rakennetaan uusi lähtö, jolla syötetään Asikkalan länsiosia. Suunnitelmassa on päädytty viemään kaapeli Anianpellolta Saittaan vesikaapelina, jolloin vältetään ahtaan keskustan läpi kaapelointi. Uuden lähdön avulla Vääksy saadaan jaettua kokonaan omille lähdöille ja Asikkalan kirkonkylää sekä Pulkkilan aluetta voidaan syöttää uudelta lähdöltä.

Vääksyn ohittavalla vesikaapelilla voidaan parantaa verkon luotettavuutta, kun Vääksyn keskusta saadaan omille lähdöille. Suunnitelman ongelmana on vesikaapelin selvästi korkeampi hinta normaaliin kaapelointiin verrattuna. Vikojen korjaus on myös vesikaapeleilla hankalampaa kuin tavallisilla maakaapeleilla. Vääksyä ohittavaa vesikaapelia on suunniteltu rakennettavaksi, mikäli Isosaaren rengasyhteys toteutuu, jolloin sen avulla voidaan parantaa verkon korvaustilannetta. Ilman Isosaaren rengasyhteyttä suunnitelma

ei vaikuta laskentatulosten perusteella kannattavalta, eikä se poista verkon ongelmakohtia. Suunnitelmat Vääksyn ohittavasta vesikaapelista on esitetty kuviossa 14. Suunnitelmasta, jossa Vääksyn vesikaapeli rakennetaan Isosaaren rengasyhteyden ohella, kerrotaan tarkemmin seuraavassa kappaleessa.

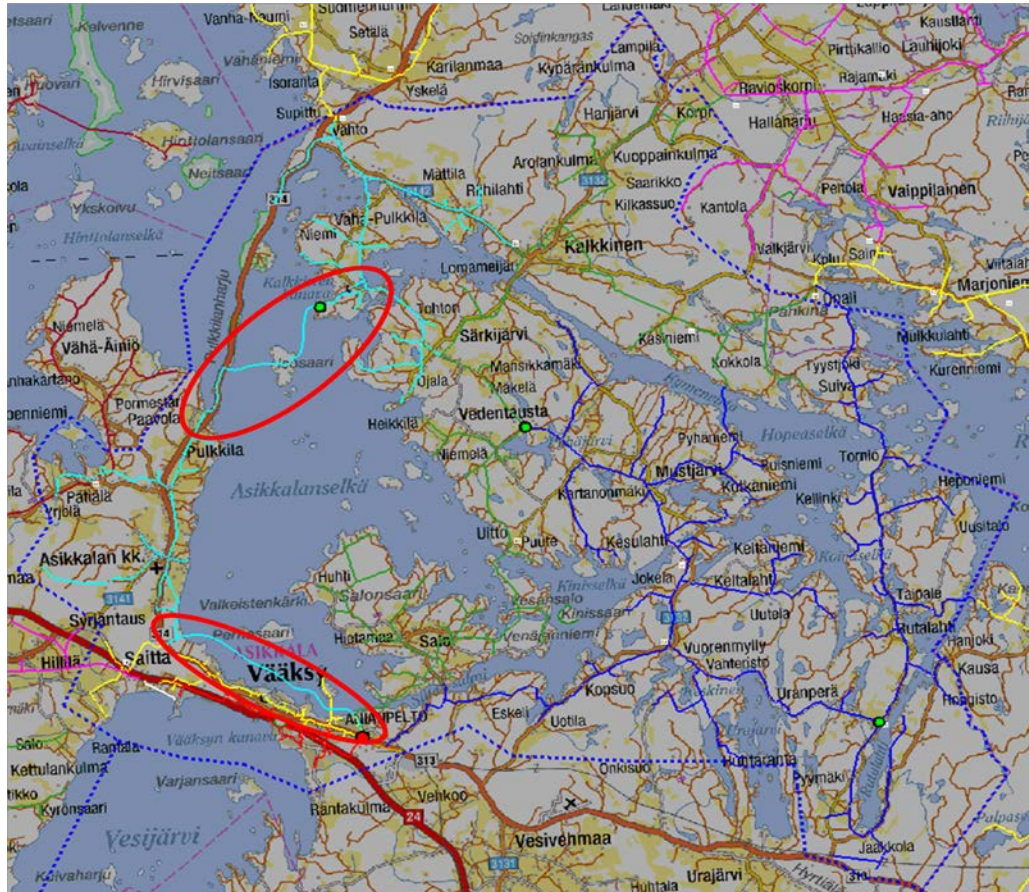


KUVIO 14. Suunnitelma Vääksyn ohittavasta vesikaapelista

8.5 Isosaaren rengasyhteys ja Vääksyn vesikaapeli

Mikäli yhdistetään kuvioissa 13 ja 14 esitetyt suunnitelmat Isosaaren rengasyhteydestä ja Vääksyn ohittavasta vesikaapelista, saadaan lähdöt Växsky1 ja Växsky 2 syöttämään ainoastaan keskustaa, ja Isosaarta voidaan tällöin syöttää Vääksyn ohittavalla vesikaapelilla. Tämä lisää vaihtoehtoja verkon kytkentätilanteiden muutoksille ja parantaa verkon korvattavuutta vikatilanteissa entisestään, koska keskustan kuormitus jää pois uudesta Isosaaren läpi menevästä yhteydestä. Kytkentärajoja on mahdollista muuttaa enemmän

myös terveen verkon tilanteessa, jolloin osia Kalkkisista tai Särkijärvestä voidaan yhdistää uuteen Vääksyn sähköaseman lähtöön. Kuviossa 15 on esitettyä suunnitelmat Vääksyn vesikaapelin ja Isoaaren rengasyhteyden rakentamisesta. Kuviosta nähdään myös suunniteltu verkkokatkaisijan siirto Saitasta Kalkkisiin.



KUVIO 15. Vääksyn vesikaapeli ja Isoaaren rengasyhteys

8.6 Rengasyhteyksien, erottimien ja verkkokatkaisijoiden lisääminen

Erottimien ja verkkokatkaisijoiden lisääminen voi joissain tilanteissa helppo ja suurempia investointeja halvempi tapa parantaa verkon toimivuutta. Erottimien avulla vika-aiikka saadaan rajattua pienemmälle alueelle ja kaukokäytöllä vikojen kesto lyhenee merkittävästi. Kaukokäyttöerottimien määrä onkin kokoajan ollut kasvussa ja kolmen viimeisen vuoden aikana Asikkalaan on lisätty neljä kaukokäyttöerotinta. Uusien kaukokäyttöerottimien suunnittelussa kannattaa ottaa huomioon erityisesti vesistöjen ylitykset. Suositeltavia paikkoja uusille kaukokäyttöille ovat etenkin Mustjärven ja Rutalahden alueet.

Verkkokatkaisijoilla vika saadaan rajattua katkaisijan jälkeiseen verkon osaan, jolloin niillä parannetaan etenkin pitkien lähtöjen toimintaa. Asikkalan alueelle on asennettu kolme verkkokatkaisijaa viimeisen kolmen vuoden aikana. Verkkokatkaisijoiden osalta täytyy kuitenkin ottaa huomioon suojauksen toimivuus, sillä verkkokatkaisijoita ei ole selektiivisyyden säilymisen takia suositeltavaa laittaa useampaa peräkkäin samaan lähtöön. Koska verkkokatkaisijoita on jo asennettu haastavimpiin lähtöihin, mahdollisuudet verkon kehittämiseen verkkokatkaisijoiden määrää lisäämällä ovat rajalliset.

8.7 Verkon optimointi kytkentämuutoksilla

Verkon kytkentämuutoksilla voidaan vaikuttaa verkon laskentatuloksiin joissain määrin. Vääksyn sähköaseman lähdöt ovat kuitenkin laskentatietojen perusteella nykyisellään hyvin tasapainossa, eikä tarvetta suurin muutoksiin ole. Verkon kytkentätilanne kuitenkin muuttuu jatkuvasti kytkentätilanteen optimoinnin lisäksi muun muassa verkkoon tehtävien investointien, uusien liittymien ja kuormitusten muutoksien vaikutuksesta, joten tarvetta jakorajojen optimointiin tulee olemaan jatkossa. Tässä työssä on jokaisen suunnitelman yhteydessä myös kytkentätilanne laskettu vastaamaan mahdollisimman hyvin toteutuvan verkon optimaalista kytkentätilannetta.

8.8 Verkon kehittäminen saneerauksilla

Vanhan verkon saneerauksessa on useampia vaihtoehtoja, jonka mukaan saneeraukset toteutetaan. Yksi tapa on uusia verkkoa aina vanhimmasta ja huonokuntoisimmista alkaen, jolloin verkossa on mahdollisimman vähän huonossa kunnossa olevaa verkon osaa. Pelkästään verkon kunnan perusteella tehtävä saneeraus ei kuitenkin usein ole optimaalisin tapa, koska tällöin keskitytään liaksi haarajohtoihin, jotka vikaantuessaan vaikuttavat vain pieneen osaan verkkoa. Ongelmana on myös se, että korjaukset jakaantuvat verkon eri osiin. Tämä vaikeuttaa pidempiaikaisten suunnitelmien tekoa, sillä yhtä verkon osaa saneerataan vain vähän kerrallaan.

Saneerauksissa kannattaakin usein painottaa sähkönjakelun kannalta tärkeimpiä runkojohtoja ja korjata vain huonoimmassa kunnossa olevat haarajohdot. Verkkoa kehitettä-

essä saneerauksissa tulee huomioida myös onkoärkevin tapa korjata samaa lähtöä mahdollisimman pitkälle asemalta käsin, jolloin yksittäisiä lähtöjä saadaan uusittua tehokkaasti. Tämä vaihtoehto on sopivin, jos suuri osa lähdöstä on joka tapauksessa uusittava lähiaikoina.

Työssä on tehty suunnitelmat verkon kehittämistä seitsemän seuraavan vuoden ajalle. Suunnitelmat on lisäksi jaettu kahden vuoden jaksoihin, jolloin voidaan helpommin verrata kunkin alueen saneerauksien kannattavuutta kustannuksien ja luotettavuuslaskennan avulla.

Kahden vuoden aikana tehtyjen saneerauksien laajuus on valittu siten, että ne ovat samaa suuruusluokkaa jokaisella ajanjaksolla. Saneerauksien lähtökohdaksi on valittu runkojohtojen uusiminen, jonka jälkeen uusitaan huonokuntoisimpia johtoja. Saneerattavat kohteiden valinnassa on painotettu kuvion 4 pylväiden kuntoluokitusta, jonka lisäksi tarkasteluissa on mietitty johtojen tärkeyttä Asikkalan jakeluverkolle, mistä johtuen ensimmäisten vuosien saneeraukset keskittyvät pääosin runkojohtoihin.

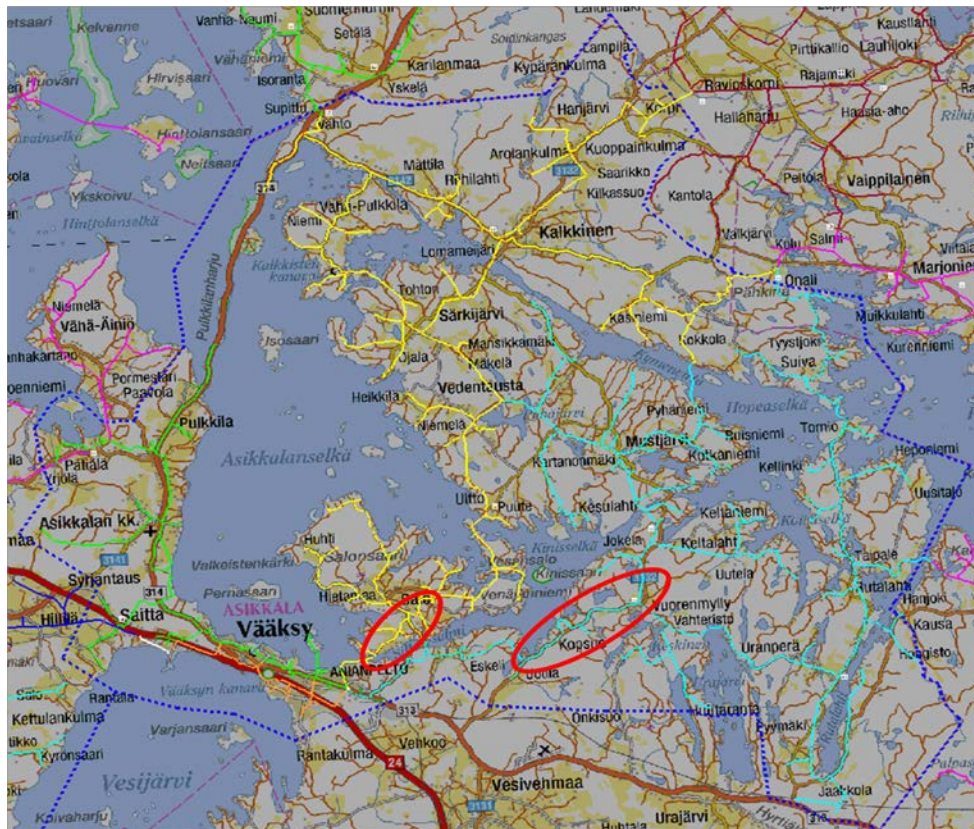
Pylväiden kuntoluokitukset on jaettu viiteen eri tasoon, jolloin samassa kuntoluokassa voi olla hyvinkin suuri osa verkosta. Tällöin kuntoluokista voi olla vaikea suoraan havaita, mikä osa verkosta kannattaa korjata nopeimmin. Tämän vuoksi järjestystä arvioidessa on tarkasteltu myös pylväiden asennusvuotta, sekä pylväiden kuntoa silmämääräisesti Visimind-ohjelmalla.

Myös maasto vaikuttaa korvattavaan verkon osaan, sillä kaukana tiestä tai huonossa maastossa oleva ilmajohto aiheuttaa selvästi korkeammat ylläpitokustannukset paremmalla alueella sijaitsevaan johtoon verrattuna. Tämä onkin perusteena muun muassa Vähä-Pulkkilan alueen saneeraamiselle ensimmäisten joukossa.

Seuraavissa kappaleissa on esitetty seuraavien vuosien saneeraukset jaettuna kahden vuoden aikajaksoihin siten, että jokaisen vuoden investointikustannukset ovat lähellä toisiaan ja suunnitelmat ovat siten myös keskenään vertailukelpoisia.

8.8.1 Ensimmäisen ja toisen vuoden saneeraukset

Ensimmäisien vuosien kohteiksi tässä suunnitelmassa valitaan Salonsaaren eteläosien ja Kopsuon alueen ilmajohtot. Uusittavat johdot ovat pitkien lähtöjen alkupään runkojohdot, joten niillä on selvä vaikutus luotettavuuteen suureen osaan Asikkalan kunnan aluetta. Saneerattavien alueiden pylväät kuuluvat huonoimpaan kuntoluokkaan, joten johdot on joka tapauksessa uusittava lähiaikoina. Valintaa ensimmäisinä saneerattaviksi kohteiksi puoltavat myös luotettavuuslaskennan tulokset, joiden perusteella saneerauksilla saadut säästöt ovat pitkällä aikavälillä kustannuksiin nähden huomattavan suuria. Ensimmäisen kahden vuoden saneeraukset on esitetty kuviossa 16.



KUVIO 16. Ensimmäisen ja toisen vuoden saneeraukset

Salonsaaren runkojohto muutetaan kulkemaan Haikoniemmentietä reunustaa Kotaniementien risteykseen asti, jonne sijoitetaan uusi puistomuuntaja. Kotaniementien risteyksestä yhteys jatkuu pellon laitaa myöten Salonsaarentielle rakennettavalle puistomuuntamolle asti kuvion 17 mukaisesti. Suunnitelmissa käytetään hyväksi uutta Salonsaarentien kaapelointia, joka yhdistetään Salonsaarentien puistomuuntamoon. Uutta kaapelia alueelle tulee vajaan kolmen kilometrin verran. Suunnitelmiin kuuluvat myös kuviossa

17 esitettyjen ilmajohtojen, erottimien ja pylväsmuuntajan purkaminen. Kuvioihin on merkitty rakennettavat kohteet punaisella ja purettavat kohteet sinisellä värillä.



KUVIO 17. Salonsaaren eteläosan saneeraukset

Kopsuon lähdöstä uusitaan verkkoa Siltasalmentien, Huhdantien ja Kopsuontien verkkoa Salonsaarentien risteyksestä Myllyjärvelle. Uusittavan verkon välin jäävä Kopsuonlahden ylitys jätetään entiselleen, sillä lahden ylittävä ilmajohto on hyvässä kunnossa olevaa PAS-johtoa, jonka vaihtaminen ei ole vielä tässä vaiheessa ajankohtaista. Saneerattavan verkon yhteispituus Kopsuon lähdössä on noin kahdeksan kilometriä, eli saneerattava alue on selvästi isompi kuin Salonsaaren vastaava alue.

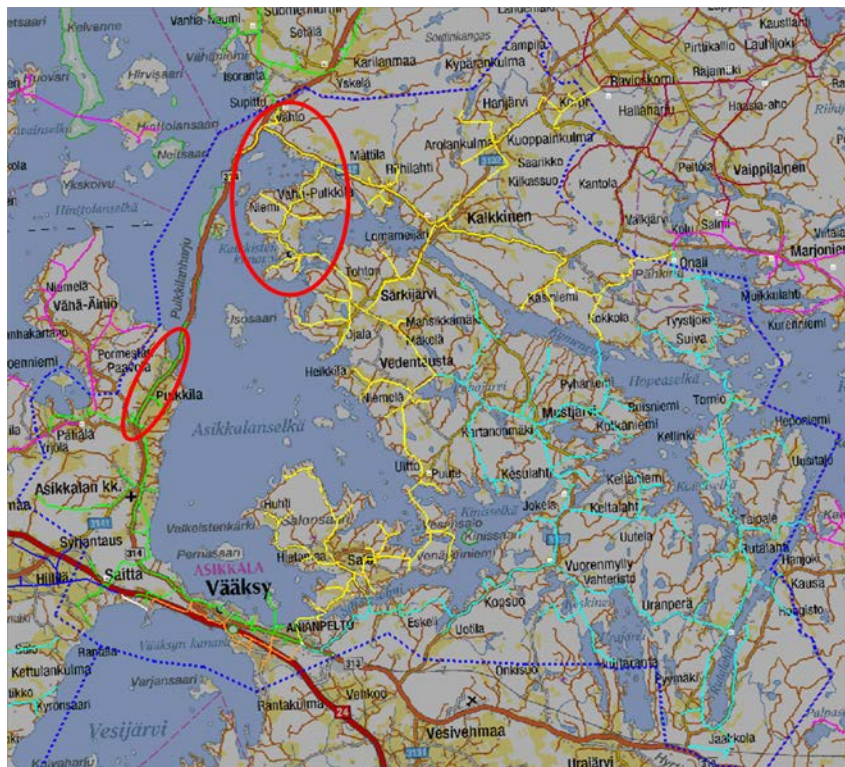
Yhteensä Salon ja Kopsuon lähtöihin rakennetaan yli kymmenen kilometriä maakaapeleita, jonka lisäksi kustannuksia nostavat suunnitelmiin kuuluvat puistomuuntamot. Nämä kaksi kohdetta ovat saneerattavista kohteista selvästi tärkeimmät, sillä vaikutukset sekä luotettavuuskustannuksiin että asiakkaiden vikakeskeytystunteihin ovat merkittäviä. Kopsuon lähdön saneeraukset on esitetty kuviossa 18.



KUVIO 18. Kopsuon lähdön saneeraukset

8.8.2 Kolmannen ja neljännen vuoden saneeraukset

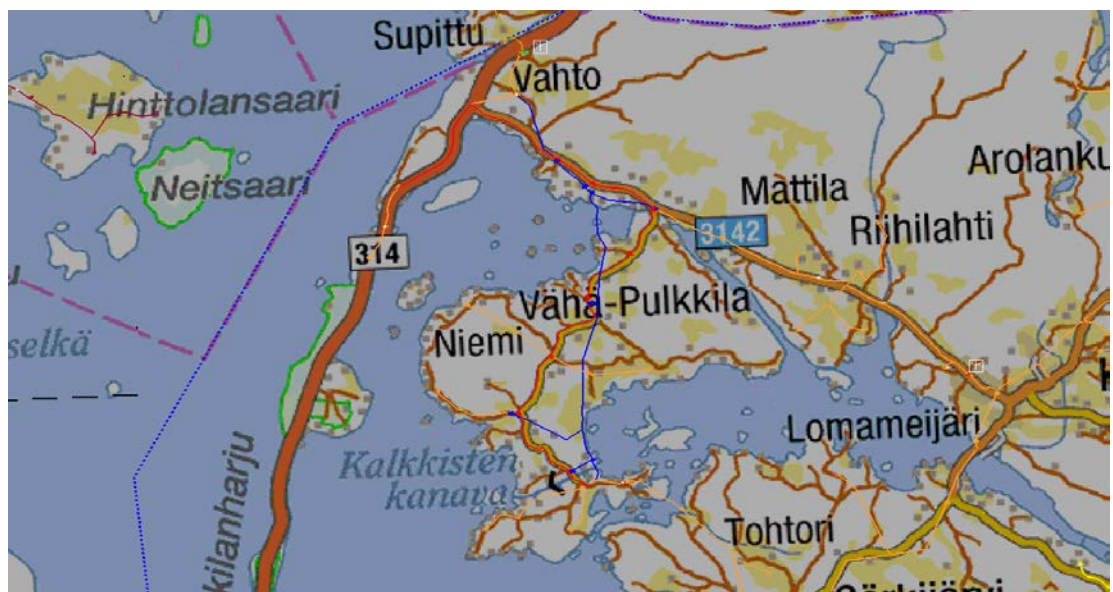
Kolmannen ja neljännen vuoden kohde on Vähä-Pulkkilan ja Pulkkilan alueiden saneeraukset. Yhteensä Asikkalan luoteisosan suunnitelmat sisältävät uutta kaapelia noin 10 km. Vaikka laskentatulokset eivät ole yhtä hyviä kuin ensimmäisen vuosien osalta, niin saneeraukset ovat tarpeellisia verkon kehittämisen kannalta. Kuvioon 19 on merkitty Pulkkilan ja Vähä-Pulkkilan alueelle tehtävät saneeraukset. Yhteensä uutta kaapelia suunnitelmissa asennetaan yli 10 kilometriä.



KUVIO 19. Kolmannen ja neljännen vuoden saneeraukset

Varsinkin Vähä-Pulkkilan alueen on hyvä olla ensimmäisinä saneerattavien alueiden joukossa, sillä alueen ilmajohto kulkee hankalassa rannan suomaastossa kaukana tiestä. Johdon vikaantuessa korjausaika saattaa venyä pitkäksi. Tällaisessa maastossa kulkevien ilmajohtojen vikojen määrä ja kesto sekä niistä aiheutuvat kustannukset ovat selvästi keskimääräistä korkeammat. Verkko on alueella jo valmiiksi huonossa kunnossa ja verkon vanhetessa vikojen määrä kasvaa entisestään.

Suunnitelmassa uudet kaapelit asennetaan Kanavakulmantien viereen. Samalla uusitaan Kalkkistentien ja Pulkkilantien johdot, jotka ovat muutenkin lähivuosina vaihdettava uusiin, niiden huonon kunnan takia. Suunnitelmat Vähä-Pulkkilan –alueen saneerauksista on esitetty kuviossa 20. Yhteensä uutta kaapelia Vähä-Pulkkilaan asennetaan noin 7 kilometriä.



KUVIO 20. Vähä-Pulkkilan saneeraukset

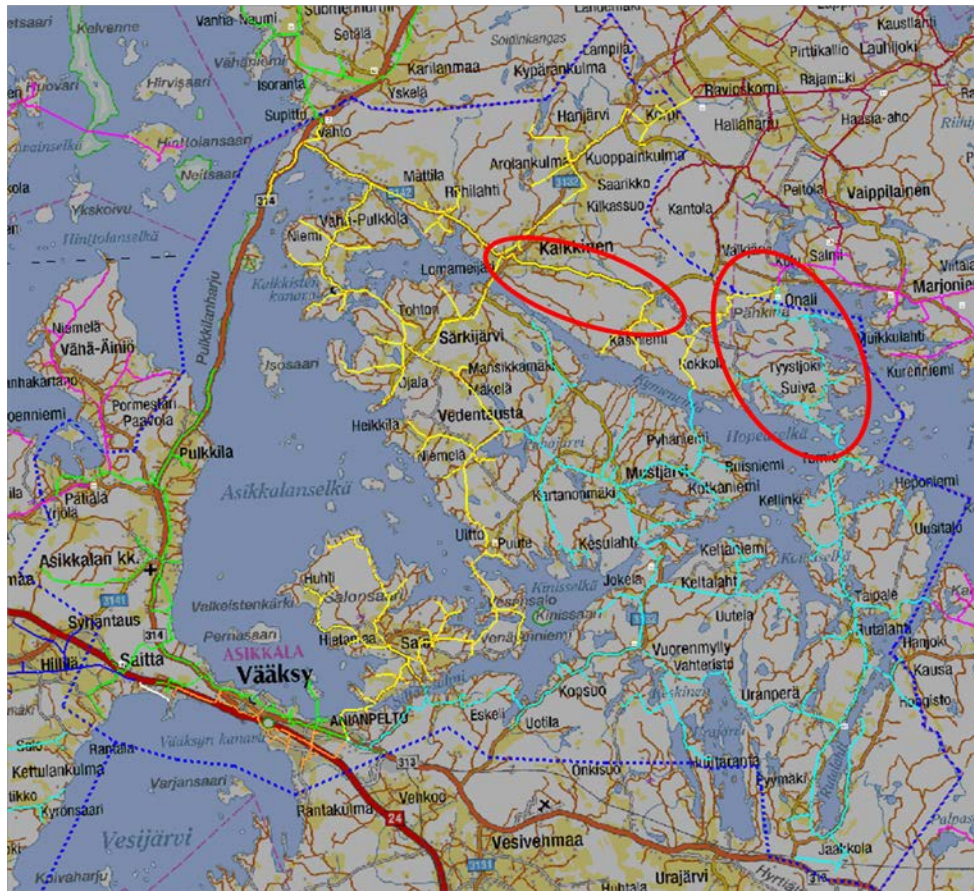
Vähä-Pulkkilan saneerausten lisäksi saneerataan myös Pulkkilan –aluetta, josta puretaan vanha ilmajohto ja asennetaan uusi maakaapelireitti kulkemaan Pulkkilantien varteen. Pulkkilaan tehtävät saneeraukset on esitetty kuviossa 21. Uutta kaapelia Pulkkilaan asennetaan noin 4 kilometriä.



KUVIO 21. Pulkkilan saneeraukset

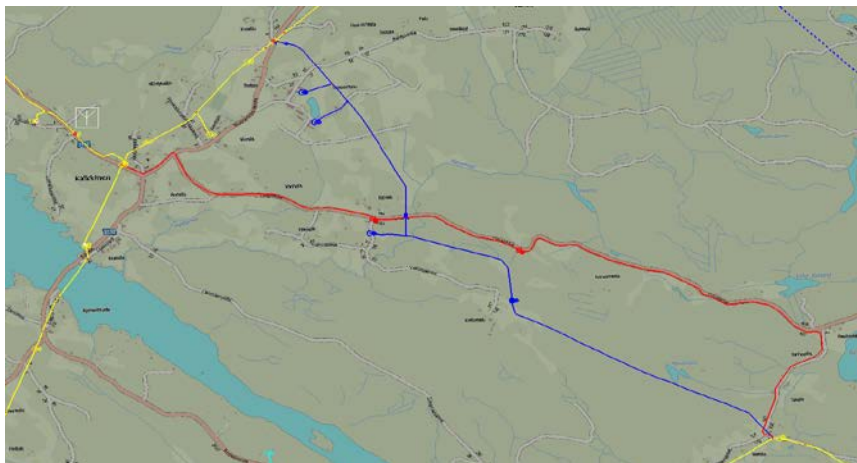
8.8.3 Viidennen ja kuudennen vuoden saneeraukset

Seuraaviksi kohteiksi valitaan Asikkalan pohjoisosista Kalkkisen ja Onalin kohteet, sillä alueiden ilmajohdot kuuluvat lähes kokonaisuudessaan huonoimpaan kuntoluokkaan. Yhteensä suunnitelmiin tulee uutta kaapelia 18 kilometriä, joista valtaosa tulee Onalin alueelle. Kokonaisuutena tämän vaiheen investoinnit ovat saneerattaviksi esitetyistä suunnitelmista kalleimmat. Merkitys varsinkin asiakkaiden kokemiin vikakeskeytystunteihin on kuitenkin suuri. Viidentenä ja kuudentena vuotena tehtävät investoinnit on esitetty kuviossa 22.



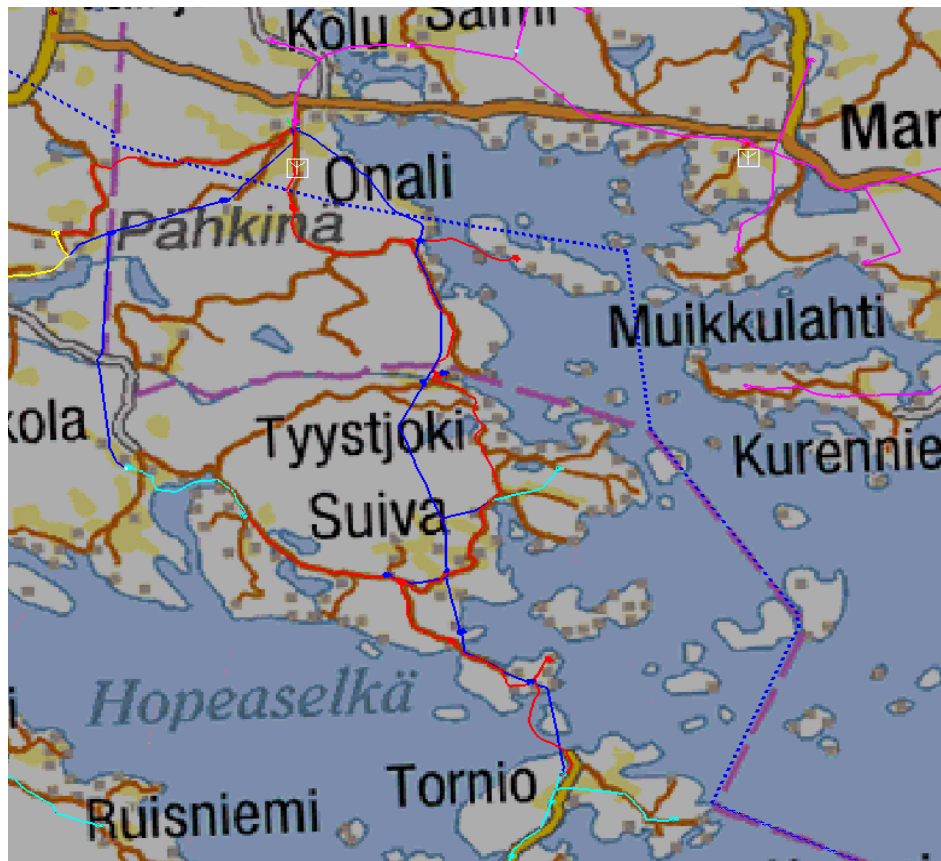
KUVIO 22. Viidennen ja kuudennen vuoden saneeraukset

Uusi verkko Kalkkisen alueella on suunniteltu rakennettavaksi Onalintien varteen. Suunnitelmissa kuitenkin on hyödynnetty Kasiniemen ja Kokkolan alueen ilmajohtot, jotka ovat selvästi muuta verkkoa paremmassa kunnossa. Kalkkisen alueelle tehtävät saneeraukset on esitetty kuviossa 23.



KUVIO 23. Kalkkisen saneeraukset

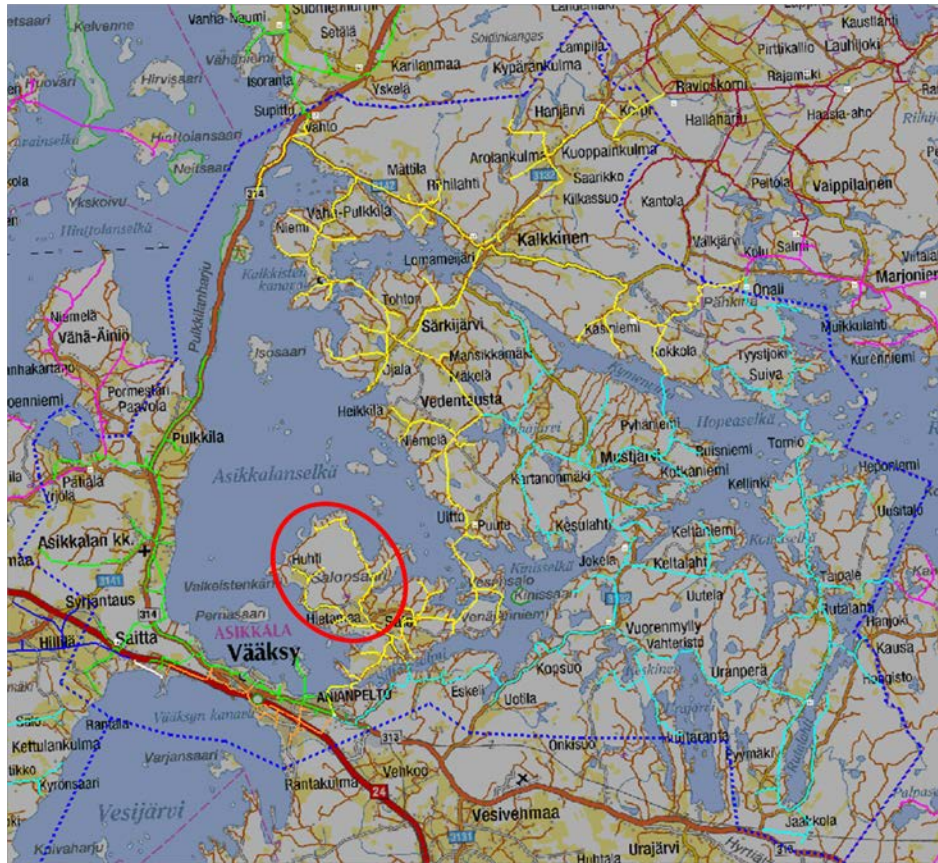
Onalin alueen ilmajohto kulkee kaukana teistä, joten keskijänniteverkon reittiä on siirrettävä, jos maakaapelia halutaan asentaa helposti asennettaviin ja huollettaviin kohtiin. Maakaapelireitille on joitain vaihtoehtoja, mutta suunnitelmassa on päädytty viemään johdot rannassa kulkevia pienempiä teitä pitkin niiltä osin kun se on mahdollista. Onalin saneeraukset on esitetty kuviossa 24.



KUVIO 24. Onalin saneeraukset

8.8.4 Seitsemannen vuoden saneeraukset

Salonsaaren pohjoisosien ilmajohtot ovat haarajohtoja, joiden uusimisella ei ole suurta vaikutusta Asikkalan verkon muiden alueiden toimintaan. Alueella on edellisinä vuosina jonkin verran uusittu vanhenevaa osaa, jonka ansiosta Salonsaaren verkon uusimisen ajankohtaa on voitu siirtää myöhemmäksi. Johdot ovat kuitenkin jo tässä suunnitelman vaiheessa hyvin huonossa kunnossa, eikä tämän vuoksi johtojen uusimista ole järkevää siirtää myöhemmäksi. Salonsaaren saneeraukset on esitetty kuviossa 25.



KUVIO 25. Seitsemännen vuoden saneeraukset

Uuden suunnitelman 20 kV:n maakaapelit on suunniteltu asennettavaksi lähellä rantaa kulkevien teiden vierustoille, jolloin Salonsaaren keskiosat jäävät kauaksi keskijänniteverkosta. Saaren keskiosissa ei kuitenkaan toistaiseksi ole juurikaan kulutuspisteitä. Koska tulevinakaan vuosina sähköntarve Salonsaarella ei tule suuremmin kasvamaan, ei suunnitelmassa ole tarvetta asentaa keskijännitejohtoa saaren sisäosiin. Yhteensä kuviossa 26 esitettyyn Salonsaaren suunnitelmaan asennetaan seitsemän kilometriä uutta kaapelia.



KUVIO 26. Salonsaaren saneeraukset

9 PITKÄN TÄHTÄIMEN KOHTEET

Asikkala on asukasmäärältään ja kuormitukseltaan hyvin vakaa kunta, eikä sen sähkönkulutukseen ole odotettavissa suuria vaihteluita lähitulevaisuudessakaan, vaan odotettavissa on lievää kasvua. Tämän vuoksi suunnitelmia, joita ei vielä seuraavien vuosien aikana valita toteutettaviksi, voidaan käyttää suunnittelun pohjana myös jatkossa. Onkin hyvin mahdollista, että tässä työssä esiteltyistä suunnitelmista joitain tullaan toteuttamaan hieman muokattuina myös seuraavien vuosikymmenten aikana.

Saneerattavista verkon kohteista tulevat tässä työssä esitetyjen kohteiden jälkeen seuraavina vuorossa olemaan Särkijärven, Vedentaustan, Asikkalan kirkonkylän ja Rutalahden alueet. Sähkönjakelun kannalta tärkeän Vääksyn alueen johdoilla ei ole vielä tarvetta uusimiseen, sillä johdot ovat enimmäkseen maakaapelia tai hyväkuntoista ilmajohtoa.

10 POHDINTA

Kappaleessa kahdeksan on esitetty vaihtoehtoisia suunnitelmia Asikkalan Verkon pitkäaikaiseen kehittämiseen. Taulukkoon 7 on järjestetty työssä esitetyt suunnitelmat arvioitujen investointikustannuksien mukaan järjestykseen suurimmasta kustannuksesta pienimpään. Taulukko on ainoastaan suuntaa antava, mutta siitä nähdään suunnitelmien vaikutuksia asiakkaille aiheutuneisiin vuotuisiin vikakeskeytystunteihin. Suunnitelmia ei voi taulukon arvojen perusteella suoraan verrata toisiinsa investointien erojen takia.

TAULUKKO 7. Suunnitelmien vähentyneet vikakeskeytystunnit

Suunnitelma	Vähentyneet vikakeskeytykset [h/a]
Verkon kehittäminen saneerauksilla	1952
Kalkkisten kytkinasema	2717
Rutalahden sähköasema	2511
Isosaaren rengasyhteys ja Vääksyn vesikaapeli	577
Vääksyn vesikaapeli	325
Isosaaren rengasyhteys	-82

Pelkästään tässä työssä esitettyjen suunnitelmien pohjalta ei voida tehdä päätöksiä verkon kehittämisestä, sillä moni asia on tällä hetkellä avoin. Rutalahden sähköasema parantaa verkon luotettavuutta huomattavasti, mutta uusi sähköasema on kallis toteuttaa. Tilanne muuttuu, mikäli sähköasemalla syötetään myös Lahti Energia lähtöjä. Sähköaseman kustannuksia jakamalla suunnitelman kannattavuus paranee merkittävästi, joten yhteistyön toteutuessa sähköasemainvestointi Rutalahteen ja siihen liittyvät verkostoinvestoinnit ovat huomattavasti suunnitelmassa arvioituja kannattavampia.

Myös Salon lähdön yhdistäminen lähtöön Vääksey 1 Isosaaren rengasyhteydellä on tois-
taiseksi epävarmaa. Isosaaren sähköistyksen toteutuminen riippuu Asikkalan Voiman ja potentiaalisten liittyjien päätöksestä. Jos Isosaari sähköistetään, tuloksien valossa vaikuttaa kannattavalta toteuttaa myös yhteyden jatkaminen renkaaksi. Isosaaren rengas hyödyttää kuitenkin vähiten Salon ja Kopsuon lähtöjä, joten vikakeskeytysten määrä ei varsinkaan talvella tule ratkaisevasti vähenemään.

Vääksyn keskustan ohittava vesikaapelia ei tulla itsessään toteuttamaan, sillä siitä saadut hyödyt ovat pieniä kuluihin verrattuna. Isosaaren rengasyhteyden kanssa suunnitelmasta tulee kuitenkin huomattavasti kannattavampi, koska silloin Isosaarta syöttävä

johto ei vikaantuessaan vaikuta Vääksyn sähkösaantiin. Suunnitelma ei kuitenkaan tulosten perusteella ole yhtä lupaava kuin esimerkiksi Rutalahden suunnitelma.

Kalkkisen kytkinaseman johdotus kulkee suurimmaksi osaksi Vattenfall Verkon puolella, jonka vuoksi myös tähän suunnitelmaan liittyvät kustannukset ovat toistaiseksi epävarmoja. Saadut tulokset ovat kuitenkin lupaavia ja varsinkin verkon vikojen määrä tulisi laskemaan suunnitelman myötä paljon. Suunnitelma on kuitenkin uusista investoinneista kokonaisuudessaan kallein.

Kytkeätilanteen muutokset sekä erottimien ja verkkokatkaisijoiden lisäykset kehittävät verkkoa joiltain osin, mutta ne eivät poista tarvetta verkon laajamittaisemmasta kehittämisestä. Verkon johtojen ja komponenttien iän kasvaessa vioista aiheutuvat kulut nousevat korkeaksi, mikäli suositeltuja pitoaikoja ylitetään.

Tulokset tässä työssä tehdyille suunnitelmille verkon saneerauksesta ovat hyviä. Tehtyjen laskelmien mukaan luotettavuus paranisi selkeästi ja samalla myös verkon ylläpito-kustannukset laskisivat selvästi. Mikäli suunnitelmat saneerauksille tehdään vielä yksityiskohtaisemmin, tulokset saattavat parantua entisestään. Tämän vuoksi verkon kehittämiseen käytettävissä olevien varojen sijoittaminen verkon saneeraukseen on verkon kehittämisen kannalta hyvä vaihtoehto, sillä saneeraukset on tehtävä lähivuosina joka tapauksessa.

Saneerauskohteita arvioitaessa käytettävissä pylväiden kuntoluokituksissa on vielä kehitettävää. Huonoimmassa kunnossa olevat pylväät pitäisi pystyä vaihtamaan uusiin mahdollisimman nopeasti. Koska huonoimmassa kuntoluokassa olevia pylväitä on paljon, kaikkia on vaikea uusia kerralla. Joidenkin pylväiden korjauksia saatetaankin joutua odottamaan toistakymmentä vuotta. Olisikin tärkeää, että tiedettäisiin mitkä huonoimmassa kuntoluokassa olevista pylväistä on saneerattava ensimmäisenä. Käytettävästä kuntoluokituksesta tulisikin helpommin käydä ilmi kuinka monta vuotta pylväitä voidaan vielä käyttää ennen kuin pylvään korvaaminen on välttämätöntä.

Tarkemmat johtopäätökset voidaan tehdä, kun suunnitelmien kustannukset sekä niistä saatavat hyödyt ovat kokonaisuudessaan tiedossa. Jos suunnitelmiin liittyvät yhteistyöt osapuolien välillä eivät tuota toivottua tulosta eli esimerkiksi Rutalahden sähköasemaan

liittyvät suunnitelmat yhteistyöstä Lahti Energian kanssa eivät toteudu, voi järkevin vaihtoehto olla verkon saneeraus. Mikään suunnitelmista ei poista kaikkia verkon ongelmia, jolloin suunnitelmaa valittaessa on mietittävä mitä investoinneilla halutaan saavuttaa.

LÄHTEET

Asikkalan Kunta. 2010. Puolivuotisraportti 2010. Luettu 5.4.2011
<http://dynasty.phnet.fi/asikkala/kokous/2010882-5-1386.PDF>

Asikkalan Voima. 2011. Luettu 5.4.2001.
<http://www.asikkalanvoima.fi/>

Elovaara, J. & Haarla, L. 2011a. Sähköverkot I. Järjestelmäteknikka ja sähköverkon laskenta. Helsinki: Otatieto

Elovaara, J. & Haarla, L. 2011b. Sähköverkot II. Verkon suunnittelu, järjestelmät ja laitteet. Helsinki: Otatieto

Energiamarkkinavirasto. 2011. Verkkokomponentit ja indeksikorjatut yksikköhinnat vuodelle 2011. Tulostettu 12.4.2011.
http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/Sahkoverkkokomponenttien_yksikkohintataulukko_2011.pdf

Historia Suomessa. 2011. Vattenfall. Luettu 18.5.2011.
<http://www.vattenfall.fi/fi/historia-suomessa.htm>

Konsernin historia. 2011. Vattenfall. Luettu 18.5.2011.
<http://www.vattenfall.fi/fi/konsernin-historia.htm>

Lakervi, E. & Partanen J. 2009. Sähkönjakeluteknikka. Helsinki: Otatieto

Luonto tuo haasteita sähkönjakeluun. 2007. Lahti WATTI. Lahti Energian asiakaslehti 1/2007, 11.

Merkkiniemi, H. 2010. Johtoaukeiden luontoarvot sekä Vattenfall Verkko Oy:n tavoitteet ja toimenpiteet niiden lisäämiseksi. Tampereen ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö

Sähköverkon tunnusluvut vuodelta 2009. 2010. Energiamarkkinavirasto. Luettu 9.6.2011
http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/Sahkoverkko_ttluvut_2009.xlsx

Sisäinen Lähde. 2011. Vattenfall Verkko

Vattenfall konserni. 2011. Vattenfall. Luettu 18.5.2011.
<http://www.vattenfall.fi/fi/vattenfall-konserni.htm>

Vattenfall Suomessa. 2011. Vattenfall. Luettu 18.5.2011.
<http://www.vattenfall.fi/fi/vattenfall-suomessa.htm>

Vattenfall Verkko. 2011. Vattenfall. Luettu 18.5.2011.
<http://www.vattenfall.fi/fi/vattenfall-verkko.htm>