

Alva Sähköverkko Oy:n liittymismaksujen määrittäminen

Juho Mäkelä

Opinnäytetyö
Marraskuu 2019
Tekniikan ala
Insinööri (AMK), sähkö- ja automaatiotekniikka

Tekijä(t) Mäkelä Juho	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Marraskuu 2019
	Sivumäärä 44	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Alva Sähköverkko Oy:n liittymismaksujen määrittäminen		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), sähkö- ja automaatiotekniikka		
Työn ohjaaja(t) Väänänen Olli, Korpivaara Päivi		
Toimeksiantaja(t) Alva Sähköverkko Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Alva Sähköverkko Oy:n sähköverkon liittymismaksut päivitettiin viimeksi vuonna 2011. Toimeksiantajan antaman tehtävän tavoitteena oli tarkastella nykyisten liittymismaksujen kustannusvastaavuutta ja määrittää sen perusteella uudet liittymismaksut.</p> <p>Liittymismaksujen kustannusvastaavuustarkastelu tehtiin keräämällä menneiden työmaiden rakennuskustannukset ja vertaamalla niitä alueelta saatuihin liittymismaksuihin. Huomattiin, että kustannusvastaavuustarkastelu on hyvin työläs tapa määrittää liittymismaksut. Tämän seurauksena haluttiin vaihtoehtoinen tapa määrittää liittymismaksut tulevaisuudessa.</p> <p>Kustannusvastaavuustarkastelun tulosta käytettiin vertailupisteenä tehtäessä uutta työkalua, jonka avulla liittymismaksujen oikeellisuutta olisi mahdollista tarkastella tulevaisuudessa. Työkalu käyttää hyväkseen Alva Sähköverkon yksikköhintoja ja jakeluverkon keskiarvoistettuja arvoja. Tehty työkalu laskee hinnaston pienimmän ja suurimman liittymän liittymismaksun ja sovittaa liittymismaksuista suoran. Suoran yhtälöä käytetään määrittäessä muiden liittymäkokojen liittymismaksuja.</p> <p>Kustannusvastaavuustarkastelun ja työkalun avulla saatiin uudet liittymismaksut pien- ja keskijänniteverkolle. Työkalun antamat liittymismaksut ovat hyvin lähellä liittymien aiheuttamia todellisia rakennuskustannuksia sisältäen kapasiteettivarausmaksun.</p> <p>Laskentatyökalun antamien tulosten mukaan liittymismaksuja tulisi nostaa. Toisin sanoen nykyisten liittymien liittymismaksut eivät vastaa niistä aiheutuvia rakennuskustannuksia. On tärkeää huomioida, että opinnäytetyö on tehty Energiaviraston 2011 julkaisemilla ohjeilla. Ohjeet päivittyvät vuonna 2019-2020 eli ennen liittymismaksujen nostoa on tarkasteltava periaatteiden oikeellisuutta uusien ohjeiden mukaisesti.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Liittymis-, kapasiteettivarausmaksu, sähköjakelu, rakennuskustannus		
Muut tiedot (Salassa pidettävät liitteet)		

Author(s) Mäkelä Juho	Type of publication Bachelor's thesis	Date November 2019 Language of publication: Finnish
	Number of pages 44	Permission for web publication: x
Title of publication Determination of Alva Sähköverkko Oy Connection Fees		
Degree programme Bachelor's degree programme in Electrical and Automation Engineering		
Supervisor(s) Väänänen Olli, Korpivaara Päivi		
Assigned by Alva Sähköverkko Oy		
Abstract <p>Alva Sähköverkko Oy's power grid connection fees were last updated in 2011. The purpose of the thesis assignment was to review the cost-relatedness of the existing connection fees and based on that, to determine the new connection fees.</p> <p>The cost-relatedness of the connection fees was examined by gathering the construction costs of past worksites and comparing them with the connection fees received from the area. It was found out that cost-relatedness analysis is a very tedious way to determine connection fees. As a result, an alternative method was sought for determining connection fees in the future.</p> <p>The result of the analysis on cost-relatedness was used as a benchmark for creating a new tool to review the correctness of connection fees in the future. The tool utilizes the unit prices of Alva Sähköverkko Oy and the average values of the distribution network. This tool calculates the minimum and maximum connection fees for the price list and make a line fitting. The slope-intercept form is used to determine other size connection fees.</p> <p>The analysis and tool on cost-relatedness provided new connection fees for low and medium voltage networks. The connection fees provided by the tool are very close to the actual construction costs of the connections, including the capacity reservation fee.</p> <p>According to the results of the calculation tool, the connection fees should be increased. In other words, the connection fees for the existing connections do not reflect the costs of building them. It is important to note that the thesis is based on the guidelines published by Energy Authority in 2011. The guidelines will be updated in 2019-2020; therefore, before increasing the connection fees the correctness of the principles will need to be reviewed in accordance with the new guidelines.</p>		
Keywords/tags (subjects) Connection fee, capacity reservation fee, electric power distribution, construction cost		
Miscellaneous (Confidential information)		

Sisältö

1	Opinnäytetyön lähtökohdat	4
1.1	Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet	4
1.2	Tutkimusmenetelmät ja aineisto.....	5
1.3	Alva Sähköverkko Oy	6
2	Hinnoitteluperiaatteet	8
2.1	Liittymismaksujen kohtuullisuus	8
2.2	Vyöhykehinnottelu	9
2.3	Aluehinnottelu.....	10
2.4	Tapauskohtainen hinnoittelu	11
3	Liittymismaksun rakenne	12
3.1	Välittömät verkonrakennuskustannukset	12
3.2	Kapasiteettivarausmaksu	13
3.3	Liittymismaksun määräytyminen	15
4	Kustannusvastaavuus	16
5	Energiaviraston kapasiteettivarausmaksun laskentatyökalu	17
6	Kustannusvastaavuustarkastelu Alva Sähköverkko Oy:ssä	19
6.1	Kustannusvastaavuustarkastelun lähtökohdat	19
6.2	Kustannusvastaavuustarkastelun toteutus	20
6.2.1	Tarkasteltujen alueiden haku	20
6.2.2	Alueiden kustannukset RKJ:ltä	23
6.2.3	Kustannusvastaavuustarkastelun tulot ja menot.....	23
6.3	Kustannusvastaavuus AXMK25 kaapeloiduilla liittymillä.....	24
6.4	Kustannusvastaavuus AXMK185 kaapeloiduilla liittymillä.....	25
6.5	Keskijänniteliittymät.....	25
7	Liittymismaksujen laskenta todellisten kustannusten perusteella	26
7.1	Pienimmän pienjänniteliittymän liittymismaksun laskenta.....	27
7.2	Suurimman pienjänniteliittymän liittymismaksun laskenta	28

	2
8 Liittymismaksujen laskenta yksikköhintojen avulla	29
8.1 Työkalun toiminta pienillä liittymillä	29
8.1.1 Työkalun komponentit	29
8.1.2 Kustannusten jakaminen liittyjien kesken.....	30
8.1.3 Työkalun liittymismaksu 25 A liittymälle.....	32
8.2 Työkalun toiminta suurilla liittymillä.....	33
8.3 Työkalun toiminta keskijänniteliittymillä	34
9 Uudet liittymismaksut	35
9.1 Pienjänniteliittymät	35
9.2 Keskijänniteliittymät.....	36
10 Pohdinta.....	38
Lähteet	40

Kuviot

Kuvio 1. ASV:n jakeluverkkoalue	7
Kuvio 2. Vyöhyke 1.....	9
Kuvio 3. Suuruudeltaan 25 A-63 A liittymät vuoden 2011 jälkeen.....	21
Kuvio 4. Sääksvuoren omakotitaloalue (rajattu pilvityksellä)	22
Kuvio 5. Liittymismaksujen kuvaaja.....	35

Taulukot

Taulukko 1. Laskentatyökaluun syötettävät arvot	18
Taulukko 2. ASV:n ohjeelliset liittymisjohdot	20
Taulukko 3. Esimerkki osasta RKJ:n raporttia	23
Taulukko 4. Voimassa olevat liittymismaksut.....	27
Taulukko 5. Työkalun komponentit pienimmän liittymän laskennassa	30
Taulukko 6. Laskennan tulokset 25 A liittymälle	32
Taulukko 7. Työkalun komponentit suurimman liittymän laskennassa	33
Taulukko 8. Laskennan tulokset 1000 A liittymälle	34
Taulukko 9. Työkalun komponentit KJ -liittymän laskennassa	34
Taulukko 10. Uudet PJ-liittymismaksut	36
Taulukko 11. Uudet KJ-liittymismaksut	37

1 Opinnäytetyön lähtökohdat

1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet

Verkonhaltijan, kuten jakeluverkonhaltija Alva Sähköverkko Oy:n velvollisuus on liittää alueellaan olevat sähkönkäyttöpaikat ja voimalaitokset sähköverkkoonsa. Liittymisestä peritään liittymismaksu. Liittymismaksujen suuruuden määrittävät verkkonhaltijat itse, mutta hinnoittelumenetelmien ja -periaatteiden täytyy noudattaa Energiaviraston ohjeita. Verkkoon liittämisen kustannukset ja siihen liittyvä ohjeistus muuttuu aika ajoin, jolloin liittymismaksuja täytyy päivittää. (Liite 1 2011, 1.)

Sähkön siirtoa tai liittymismaksuja ei voi kilpailuttaa. Puhutaan niin sanotusta luonnollisesta monopoli-asemasta (Tytär- ja osakkuusyhtiöt n.d). Sähkömarkkinalaki 588/2013 määrää verkkonhaltijan velvollisuuksista seuraavaa:

Verkonhaltijan tulee pyynnöstä ja kohtuullista korvausta vastaan liittää sähköverkkoonsa tekniset vaatimukset täyttävät sähkönkäyttöpaikat ja voimalaitokset toiminta-alueellaan. Liittämistä koskevien ehtojen ja teknisten vaatimusten tulee olla tasapuolisia sekä syrjimättömiä, ja niissä on otettava huomioon sähköjärjestelmän toimintavarmuus ja tehokkuus. (Sähkömarkkinalaki 588/2013, 20 §.)

Opinnäytetyön tavoitteena oli päivittää toimeksiantajan eli Alva Sähköverkko Oy:n liittymismaksut Energiaviraston määräyksien avulla. Lisäksi tarkoituksena oli löytää vastaukset seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Vastaavatko liittymismaksut niihin kohdistuneita kustannuksia?
2. Sopiiko kapasiteettivarausmaksun laskentatyökalu kaupunkiverkkoyhtiöille?

Jakeluverkkoyhtiön toimintaan kuuluu liittymismaksujen päivittäminen, joten niitä on päivitetty Alva Sähköverkko Oy:ssä useasti aikaisemmin. Viimeisin liittymismaksujen päivitys on vuodelta 2011. Maksujen päivittäminen on toimeksiantajalle tärkeää, jotta sähköverkkotoiminta olisi taloudellisesti kannattavaa ja syrjimätöntä myös jatkossa. Opinnäytetyön tärkein tulos onkin siis uusi liittymishinnasto sekä ohjeistus

koskien kustannusvastaavuustarkastelua. Ohjeistuksen tekemistä ei käsitellä raportissa tarkemmin.

Aihe on rajattu niin, että opinnäytetyö käsittelee ainoastaan liittymismaksuja, niiden muodostumista ja kustannusvastaavuutta. Työn luonne aiheuttaa sen, että aihealue rajautuu itsestään hyvin kapealle alueelle. Työssä pystyttiin täten paneutumaan syvemmälle tarkasteltaviin asioihin.

1.2 Tutkimusmenetelmät ja aineisto

Tämän opinnäytetyön tietoperustan päätehtävä on tukea liittymismaksun määräytymistä ja kustannusvastaavuustarkastelua. Tietoperusta pohjautuu Energiaviraston ohjeistukseen ja sähkömarkkinalakiin. Sisällöltään samankaltaisia opinnäyte- ja diplomitöitä on tehty useita eli aiheeseen liittyen on hyvin paljon tietoa ja aikaisemmin tehdyt työtkin rakentuvat Energiaviraston ohjeiden ympärille.

Teoriaa aiheeseen liittyen kerättiin myös toimeksiantajan sisäisistä ohjeista, materiaaleista ja järjestelmistä. Suurin osa aiheeseen liittyvästä teoriasta on määräyksiä ja ohjeita. Tästä seuraa, ettei tietoperustassa voi olla hinnoitteluun liittyvää materiaalia muista lähteistä, kuin virallisista määräyksistä. Lähdekriittisyys määräyksien tarkastelussa on hyvin matala, koska olemassa olevia määräyksiä on noudatettava siten, kuten niissä on määrätty. Vieraskielisten lähteiden käyttö tässä työssä on perusteltua jättää pois, koska ei ole tarkoituksen mukaista hankkia tietoa muusta kuin Suomessa tapahtuvasta liittymähinnoittelusta.

Tutkimusotteeltaan opinnäytetyö on kehittämistutkimus, koska tarkoituksena oli aikaansaada muutos (Kananen 2012, 21). Tässä tapauksessa muutoksen kohteena olivat liittymismaksut. Tarkasteltavia asioita kuvaillaan raportissa numeerisesti ja kerättyä aineistoa on määrällisesti paljon. Tuloksia keskiarvoistetaan ja tuloksien avulla lasketaan esimerkiksi korreloivatko liittymismaksut rakennuskustannuksia. (Kananen 2012, 31.) Tuloksien keskiarvoistaminen oli tässä työssä välttämätöntä, koska näin päästään mahdollisimman lähelle syrjimätöntä jakeluverkkotoimintaa.

Opinnäytetyön käytännön toteutus tapahtui laskemalla uudet liittymismaksut Energiaviraston ohjeiden mukaisesti. Liittymismaksujen laskennan apuna käytettiin Energiaviraston laskentatyökalua. Laskentatyökalun avulla saatiin selville kapasiteettivarausmaksu, joka on osa liittymismaksua. Kapasiteettivarausmaksun suuruutta analysoitiin ja mietittiin vastausta toiseen tutkimuskysymykseen eli ”Toimiiko kapasiteettivarausmaksun laskentatyökalu kaupunkiverkkoyhtiöille?”.

Rakennuskustannusten ja kapasiteettivarausmaksun avulla saatiin uudet liittymismaksut. Rakennuskustannukset saatiin RKJ -ohjelmasta, joka on rakennuttamisjärjestelmä. RKJ:ltä löytyvät kaikki Alva Sähköverkko Oy:n sähköverkon rakentamiseen liittyvät projektit. Rakennuskustannuksien avulla tehtiin kustannusvastaavuustarkastelu, jolloin saatiin vastaus ensimmäiseen tutkimuskysymykseen eli ”Vastaavatko liittymismaksut niihin kohdistuneita kustannuksia?”.

1.3 Alva Sähköverkko Oy

Alva Sähköverkko Oy (ASV) on Jyväskylän kantakaupungin alueella oleva jakeluverkkoyhtiö. ASV on Alva-yhtiöiden tytäryhtiö ja Jyväskylän kaupunki omistaa ne molemmat sataprosenttisesti. ASV:n keskeisimmät tehtävät ovat sähköverkon suunnittelu, rakennuttaminen, ylläpito ja käyttö, asiakkaiden liittäminen verkkoon ja muut sähkönsiirtoon liittyvät tehtävät. (Tytär- ja osakkuusyhtiöt n.d.)



Kuvio 1. ASV:n jakeluverkkoalue (Sahkon_jakelualue.pdf n.d.)

ASV:n jakelualue (ks. kuvio 1) on maantieteellisesti suhteellisen pieni verrattuna muihin jakeluverkkoyhtiöihin, mutta tunnuslukuja katsoessa ASV menee samaan kokoluokkaan monen jakeluverkkoyhtiön kanssa. Merkittävät tunnusluvut ovat seuraavat:

- päämuuntajat 10 kpl
- jakelumuuntajat 728 kpl
- pienjännitejohdot yhteensä 1090 km
- keskijännitejohdot yhteensä 422 km
- pienjänniteverkon kaapelointiaste 97,6 %
- keskijänniteverkon kaapelointiaste 85,3 %
- pienjännite käyttöpaikat 57162 kpl
- keskijännite käyttöpaikat 202 kpl
- henkilöstö 23 henkilöä.

Uusia liittymiä tulee ASV:n verkkoon noin 120 kappaletta vuodessa. Esimerkiksi vuonna 2018 uusia liittymiä tuli verkkoon 130 kappaletta ja niistä saatu liittymätulokertymä oli 0,82 M€. (Tilinpäätös 2019, 5.)

2 Hinnoitteluperiaatteet

2.1 Liittymismaksujen kohtuullisuus

Liittymismaksujen on oltava kohtuullisia ja kustannusvastaavia, jotta ne ovat jokaiselle liittyjälle tasapuolisia ja syrjimättömiä. Lisäksi toiminnan täytyy olla tehokasta, jolloin mahdollisimman alhaisilla kustannuksilla saadaan aikaan asiakkaan tilaama palvelu. (Lausuntopyyntö liittymien hinnoittelumenetelmistä 2018, 6.) On kuitenkin otettava huomioon sähköverkon tekniset reunaehdot, kuten:

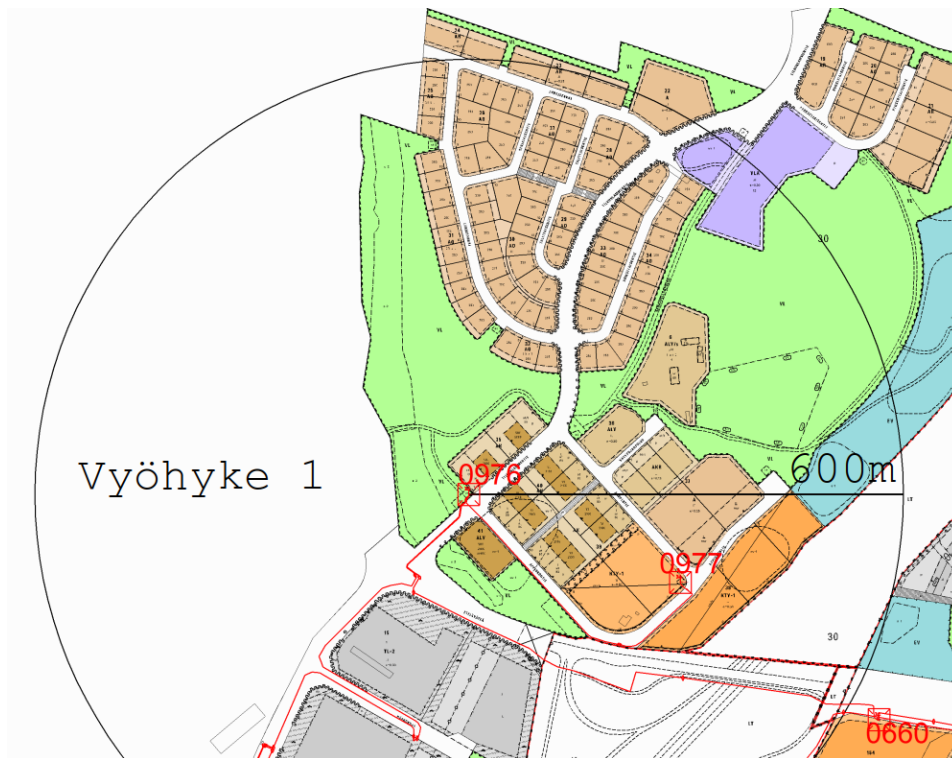
- jännitteenalenema
- johtojen terminen kestoisuus
- oikosulkukestoisuus
- suojauksen toimivuus
- sähköturvallisuus (Simola 2010, 26).

Liittymismaksu koostuu sähköverkon rakennuskustannuksista ja kapasiteettivaramaksusta. Rakennuskustannuksilla tarkoitetaan sellaisia välittömiä kustannuksia, jotka aiheutuvat uusista liittyjistä. Sähköverkon jälleenrakentamista ja kehittämistä ei saa sisällyttää liittymismaksuun, vaan verkonhaltijan tulee periä kustannukset esimerkiksi siirtomaksuilla. Liittymismaksuun ei myöskään saa sisällyttää mitään palvelua, jonka liittyjä voisi itse kilpailuttaa. Liittymismaksuun voidaan sitoa ainoastaan sähköverkkotoimintaan liittyvät kustannukset, jotka aiheutuvat kyseisen liittymän rakentamisesta. (Lausuntopyyntö liittymien hinnoittelumenetelmistä 2018, 6-7.) Käytännössä tällaisia vapaasti kilpailutettavia asioita on kaapeli tai johto-osuus, joka kulkee asiakkaan tontilla.

Uudet liittymät tuovat pitkällä aikavälillä tarvetta sähköverkon vahvistamiselle, jolloin se aiheuttaa vahvistuskustannuksia. Vahvistuskustannukset tulee periä liittyjiltä kapasiteettivarausmaksulla, jonka suuruus määräytyy suhteessa liittymän kokoon. Tyypillinen esitystapa on €/kVA tai €/A. (Lausuntopyyntö liittymien hinnoittelumenetelmistä 2018, 6.)

2.2 Vyöhykehinnointelu

Vyöhykehinnointelussa verkonhaltija määrittelee etäisyydestä riippuvat alueet, joiden sisällä ovat kiinteät liittymismaksut. Asemakaava-alueella olevat liittymät kuuluvat automaattisesti vyöhykkeeseen 1 ilman etäisyysvaatimuksia. (Liite 1 2011, 1-2.) Verkonhaltijalla on velvollisuus liittää kaikki liittymät verkkoonsa vyöhykkeen 1 ehdoilla, mikäli he sijoittuvat enintään 600 metrin päähän olemassa olevasta muuntamosta (ks. kuvio 2). Vyöhykkeiden määrälle tai määrittämiselle ei ole asetettu muita rajoitteita Energiaviraston toimesta. (Liite 1 2011, 2.) ASV:n alueella liittymät kuuluvat vyöhykkeelle 1 lähes poikkeuksetta, koska suurin osa jakeluverkosta on asemakaava-alueella.



Kuvio 2. Vyöhyke 1

Kuviosta 2 nähdään, että kyseessä on kaava-alue eli kaikki kaavoitetut tontit kuuluvat automaattisesti vyöhykkeeseen 1, vaikka ne eivät ole piirretyn ympyrän sisällä. Kaavoittamattomat alueet vyöhykkeen 1 ulkopuolella kuuluvat toiseen vyöhykkeeseen, aluehinnoittelun tai tapauskohtaisen hinnoittelun piiriin riippuen jakeluverkkoyhtiöstä.

Vyöhykehinnat määritellään toteutuneiden hankkeiden keskimääräisten rakennuskustannusten ja kapasiteettivarausmaksun avulla. Tässä hinnoittelumallissa täytyy kuitenkin olla tiedossa useamman liittymän aiheuttamat rakennuskustannukset, jotta keskiarvoa voidaan pitää luotettavana. Rakennuskustannuksien kohdentaminen esimerkiksi vanhoilla asuinalueilla on erityisen hankalaa, koska on vaikeaa erotella, mikä on laajentamista ja mikä taas jälleenrakentamista. (Lausuntapyyntö liittymien hinnoittelumenetelmistä 2018, 9.) Tästä johtuen tarkasteltaviksi kohteiksi kannattaa valita uusia asuinalueita.

2.3 Aluehinnoittelu

Aluehinnoittelua sovelletaan vyöhykehinnittelun ulkopuolisilla, ennalta määritetyillä alueilla. Aluehinta määritellään jakamalla alueen rakennuskustannukset ja kapasiteettivarausmaksu jokaisen potentiaalisen liittymän kesken. Hinnoittelun haasteena on ennustaa, kuinka moni potentiaalisista liittymistä todellisuudessa liittyy sähköverkkoon. Potentiaalisia liittymiä laskiessa on otettava huomioon kaikki olemassa olevat rakennukset, kaavoitetut rakennuspaikat ja poikkeuslupakohteet. Verkonhaltijan on ilmoitettava millä perusteella se määrittelee potentiaaliset liittymät. (Liite 1 2011, 3.)

Rakennuskynnys

Rakennuskynnyksellä tarkoitetaan sitä prosentuaalista arvoa rakennuskustannuksista, jolla verkonhaltijan on aloitettava liittymien rakentaminen. Verkonhaltija voi itse määrittää rakennuskynnyksen prosentuaalisen arvon, mutta sen arvo voi olla maksimissaan 60 %. Rakennuskynnys ja sen määrittely on myös ilmoitettava liittymishinnastossa. (Liite 1 2011, 3-4.)

Rakennuskynnys voi jäädä alhaisemmaksi kuin verkonhaltija on määrittänyt. Tällöin liittyjällä on mahdollisuus liittyä verkkoon korotetulla liittymismaksulla. Korotetun liittymismaksun suuruus määritellään jakamalla alueen rakennuskynnystä vastaavat rakennuskustannukset liittyjien lukumäärällä. Käytettäessä korotettua liittymismaksua on sopimukseen kirjattava jälkiliittyjälauseke. Kun alueelle tulee uusia liittyjiä, täytyy korotetun ja uuden liittymismaksun erotus hyvittää alkuperäisille liittyjille. Jälkiliittyjälausekkeen on oltava voimassa vähintään kymmenen vuotta. (Liite 1 2011, 3-4.)

2.4 Tapauskohtainen hinnoittelu

Tapauskohtaista hinnoittelua sovelletaan ainoastaan silloin, kun ei voida käyttää muita edellä mainittuja hinnoitteluperiaatteita. Hinnoittelu perustuu liittymän rakentamisesta aiheutuviin kustannuksiin ja kapasiteettivarausmaksuun. Verkonhaltijan on rakennettava liittymä teknistaloudellisesti edullisimmalla tavalla. Jos verkonhaltija haluaa rakentaa sähköverkon eri tavalla, se ei saa vaikuttaa liittymismaksun suuruuteen. (Liite 1 2011, 4.)

Tapauskohtaisessa hinnoittelussa on voimassa jälkiliittyjälauseke, mikäli liittymismaksu on suurempi kuin uloimman vyöhykkeen liittymismaksu. (Liite 1 2011, 4.)

3 Liittymismaksun rakenne

3.1 Välittömät verkonrakennuskustannukset

Sähköverkkoonliittymisestä aiheutuu aina kustannuksia. Välittömillä verkonrakennuskustannuksilla tarkoitetaan liittymän rakentamisesta aiheutuvia kustannuksia. Komponentit, joista liittymä rakentuu ja joista aiheutuu liittymien välittömät kustannukset:

- muuntamot
- jakelumuuntajat
- päätteet
- jakokaapit
- jonovarokkeet
- kaapelit
- maadoitukset
- jatkot
- kaapelireitit.

Näiden lisäksi on muita komponentteja, kuten sulakkeet, liittimet. Tämän kaltaisia komponentteja on paljon, mutta niiden aiheuttamat kustannukset ovat marginaalisen pieniä verrattuna edellä mainittuihin.

Kustannukset pitäisi pystyä kohdentamaan jokaiseen liittymäkokoone erikseen. Ongelmaksi muodostuvat ojat, putket ja asfaltointi. Näiden kustannusten jakaminen liittymien kesken on suhteellisen hankalaa, koska esimerkiksi ojan kustannuksen suuruuteen ei vaikuta liittymän koko. Tästä seuraa, että pienten liittymien välittömät kustannukset ovat suhteessa suuremmat isoihin liittymiin verrattuna.

Käytettäessä samaa kaapelikokoa usealla liittymäluokalla välitön kustannus liittymillä on lähes sama. Eroa tulee hiukan johtuen suuremmista liittimistä ja jatkoista. Tästä seuraa, ettei hinnoittelu ole täysin lineaarinen. Esimerkiksi ASV:n tapauksessa 25 A:n, 35 A:n ja 63 A:n liittymät kaapeloidaan AXMK 4x25S -kaapelilla. Välitön kustannus nousee siis portaittain kaapelikokoon nähden. Kustannusero samalla kaapelikoolla kaapeloituihin liittymiin koostuu kapasiteettivarausmaksusta. Liittymismaksujen ero olisi hyvä saada sellaiseksi, että se ohjaisi asiakkaita ottamaan oikean kokoisen liittymän.

3.2 Kapasiteettivarausmaksu

Kapasiteettivarausmaksu on liittymismaksuun sisältyvä osa. Maksulla katetaan olemassa olevan sähköverkon vahvistuskustannukset, jotka aiheutuvat uuden liittymän rakentamisesta. Vastaavasti sähköliittymänhaltijalla on oikeus saada liittymismaksua vastaava kapasiteetti sähköverkosta. (Simola 2010, 45.)

Kapasiteettivarausmaksun on oltava syrjimätön jokaista liittyjää kohtaan. Sen suuruus täytyy suhteuttaa liittymän varaaman kapasiteetin suuruuteen ja siitä aiheutuviin kustannuksiin. Tehontarve ja siirtoetäisyys ovat vaikuttavimmat tekijät kapasiteettivarausmaksun suuruuteen. (Liite 1 2011, 5.)

Sähköverkon vahvistamista on verkkokomponentin vaihtaminen vahvempaan komponenttiin. Vahvistuskustannukseksi katsotaan uuden ja vanhan verkkokomponentin jälleenhankinta-arvon hinnan erotus. Jälleenhankinta-arvojen erotus ottaa huomioon tehonsiirtokapasiteetin noususta johtuvat vahvistuskustannukset, eivätkä laajennus- ja ylläpitokustannukset vaikuta kapasiteettivarausmaksun suuruuteen. (Liite 1 2011, 5.)

Pienjänniteliittymän kapasiteettivarausmaksu

Kapasiteettivarausmaksu koostuu marginaalikustannuksien summasta. Marginaalikustannus lasketaan komponenttityypeittäin ja sen yksikkö on €/kVA. Energiaviraston ohjeistuksessa kerrotaan, kuinka määritellään marginaalikustannus johdolle, päämuuntajalle ja jakelumuuntajalle. (Liite 1 2011, 7.)

Näitä kolmea marginaalikustannusta tarvitaan määriteltäessä kapasiteettivarausmaksua pienjänniteteholiittymälle. Marginaalikustannukset sijoitetaan yhtälöön 1.

$$KVM_{pjt} = KVM_i * (1 - \theta) + KVM_m * \theta + KVM_{pm} + KVM_{jm} \quad (1)$$

missä

KVM_{pjt} = pienjänniteteholiittymän kapasiteettivarausmaksu

KVM_i = 20 kV ilmajohdon kapasiteettivarausmaksu

KVM_m = 20 kV maakaapelin kapasiteettivarausmaksu

KVM_{pm} = päämuuntajan kapasiteettivarausmaksu

KVM_{jm} = jakelumuuntajan kapasiteettivarausmaksu

θ = maakaapelointiaste

(Liite 1 2011, 7).

KVM_{pjt} kertoo kapasiteettivarausmaksun päämuuntajalta jakelumuuntajalle asti. Kyseistä kapasiteettivarausmaksua voidaan käyttää määriteltäessä sellaisten liittymien liittymismaksua, jotka liittyvät suoraan muuntamoon ja ovat lähellä sitä. Tällaisia ovat tyypillisesti PJ-teholiittymät eli suuritehoiset pienjänniteliittymät. (Liite 1 2011, 7.)

Keskijänniteliittymän kapasiteettivarausmaksu

Keskijänniteliittymän kapasiteettivarausmaksu koostuu myös marginaalikustannuksista. Maksun suuruus lasketaan kuten pienjänniteliittymillä, mutta KVM_{jm} eli jakelumuuntajan kapasiteettivarausmaksua ei lasketa mukaan. KVM_{kj} huomio vahvistuskustannukset päämuuntajalta olemassa olevaan KJ-verkkoon asti. Yhtälö saa siis yhtälön 2 mukaisen muodon. (Liite 1 2011, 9.)

$$KVM_{kj} = KVM_i * (1 - \theta) + KVM_m * \theta + KVM_{pm} \quad (2)$$

(Liite 1 2011, 9).

3.3 Liittymismaksun määräytyminen

Pienjänniteliittyminen

Pienjänniteliitymällä tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä 0,4kV liittymiä. Pienjänniteliitymisen hinnoittelu koostuu verkonrakennuskustannuksista ja kapasiteettivarausmaksusta. Kapasiteettivarausmaksun suuruus liittymismaksusta riippuu liittymisen liittymistehosta. Liittymismaksu voidaan laskea kaavalla 3. (Liite1 2011, 4).

$$a + b * P \quad (3)$$

missä

$a =$ liittämisen – ja rakennuskustannus

$b =$ pienjänniteliitymisen kapasiteettivarausmaksu $= KVM_{pjt} \left(\frac{\text{€}}{\text{kVA}} \right)$

$P =$ liittymisen liittymisteho (kVA)

(Liite1 2011, 4).

Keskijänniteliittyminen

Keskijänniteliitymällä tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä 20kV liittymiä. Keskijänniteliitymisen liittymismaksun suuruus määräytyy samaa kaavaa käyttäen, kuten pienjänniteliitymissä. Ainoana erona on, että käytetään keskijänniteliitymisen kapasiteettivarausmaksua KVM_{kj} , jolloin ei huomioida jakelumuuntajien aiheuttamaa kapasiteettivarausmaksua. (Liite1 2011, 9.)

Liittymäkoon muuttaminen

Liittymisen kokoa on mahdollista kasvattaa. Maksun suuruus määräytyy uuden ja vanhan liittymismaksun erotuksena. Sama laskenta pätee pien- ja keskijänniteliitymissä. Ainoana erona on kapasiteettivarausmaksun suuruus, kuten liittymismaksua määriteltäessä. (Liite1 2011, 7-8.)

Esimerkiksi kasvatettaessa 25A:n liittymä 35A:n liittymäksi maksettaisiin liittymishinnaston mukainen liittymismaksujen erotus. Liittymismaksujen erotus lasketaan kaavalla 4.

$$a + b * (P_{uusi} - P_{vanha})$$

(4)

missä

a = liittämisen – ja rakennuskustannus

b = pien –/keskijänniteliittymän kapasiteettivarausmaksu

P_{uusi} = liittymän uusi liittymisteho (kVA)

P_{vanha} = liittymän vanha liittymisteho (kVA)

(Liite1 2011, 8).

Verkonhaltijan on määriteltävä, kuinka käsitellään tapaukset, joissa liittymisteho pienenee. Tyypillisesti tällaisissa tapauksissa verkkoyhtiö ei hyvitä liittymismaksua vaan liittyjällä säilyy oikeus ostamaansa liittymään. (Pienjänniteliittymien liittymishinnasto 2018, 1.)

4 Kustannusvastaavuus

Kustannusvastaavuudella tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä, kuinka hyvin liittymän rakennuskustannukset vastaavat siitä saatuja tuloja eli liittymismaksuja. Mikäli asia on kunnossa, verkkoyhtiö kattaa liittymien rakentamisen liittymismaksuilla ja tekee voittoa sallituissa rajoissa. (Simola 2010, 37–38.)

Kustannusvastaavuus ja sen tarkastelu ei ole yleensä kovin suoraviivaista. Uudet asuinalueet rakentuvat yleensä osissa, jolloin sähköverkon rakennuskustannukset tulisivat maksettaviksi ensimmäisille liittyjille ja myöhemmin verkkoon liittyjät maksaisivat pahimmassa tapauksessa vain liittymiskaapelin. (Simola 2010, 45.)

Yksi tapa liittymishintojen kustannusvastaavuustarkasteluun on verrata uudisalueiden rakennuskustannuksia alueella kerättyihin liittymismaksuihin. Tämä on yksinkertainen tapa, mutta siihen liittyy ongelmia. Esimerkiksi ASV:n tapauksessa uudet alueet voivat rakentua kymmenen vuoden aikana useissa eri projekteissa ja kaikkien

kustannusten kerääminen näiltä vuosilta on vaikeaa, koska järjestelmällistä seuranta-tapaa ei ole. Lisäksi hankkeisiin saattaa sisältyä kustannuksia, jotka eivät suoraan liity liittymän rakentamiseen.

5 Energiaviraston kapasiteettivarausmaksun laskentatyökalu

Kapasiteettivarausmaksun laskennassa käytetään apuna Energiaviraston tekemää taulukkolaskentatyökalua, joka on tehty Excel-ohjelmistolla. Työkalua varten tarvitaan seuraavat alla näkyvät tiedot keskijänniteverkosta:

- tehokulma $\cos(\phi)$
- suurin sallittu suunnittelun mukainen jännitteenalenema
- keskimääräinen lähdön pituus
- jännitetaso
- KJ-maakaapelointiaste
- päämuuntajan sallittu normaali käyttöaste

Keskimääräinen lähdön pituus

Alva Sähköverkko Oy:llä on verkkotietojärjestelmänä Trimble NIS. Verkkotietojärjestelmästä haetaan raportti, joka sisältää pienjännite- ja keskijänniteverkon johtopituudet. Keskijänniteverkon pituus jaetaan johtolähtöjen määrällä siten, että siihen on huomioitu ainoastaan johtolähdöt, jotka syöttävät asiakkaita, eli asemien väliset varayhteydet jäävät pois. Keskimääräinen lähdön pituus saadaan kaavalla 5.

$$\frac{KJ\text{-johdot yhteensä}(km) - \text{Varasyöttöyhteydet}(km)}{\text{Asiakkaita syöttävät johtolähdöt}} \quad (5)$$

Näin laskemalla saadaan keskimääräiseksi lähdön pituudeksi noin 4 kilometriä.

Kaapelointiaste

Kaapelointiaste kertoo, kuinka monta prosenttia sähköverkosta on maakaapeloitu. Kaapelointiaste saadaan selville käyttämällä kaavaa 6.

$$\frac{\text{maakaapelit (km)}}{\text{ilmajohto (km)} + \text{maakaapelit (km)}} * 100 \% \quad (6)$$

Kaavaa käyttämällä saadaan KJ-kaapelointiasteeksi 85,3 %.

Syötetään edellä lasketut arvot Energiaviraston laskentatyökaluun (ks. taulukko 1).

Taulukko 1. Laskentatyökaluun syötettävät arvot

<u>Tarvittavat tiedot laskentaan:</u>	
Tehokulma cos(fii):	0,9
Jännitteenalenema:	5,00 %
Keskimääräinen lähdön pituus (km):	4
Jännitetaso (kV):	20
KJ-maakaapelointiaste:	85 %
Varasyötön huomioiminen (Päämuuntajan sallittu normaali käyttöaste):	50 %

Kapasiteettivarausmaksun laskentatyökälun tulokset

Työkälun laskentatulokset:

- KVM_{pjt} eli pienjänniteteholiittymän kapasiteettivarausmaksu on 30,8 €/kVA. Kapasiteettivarausmaksu kattaa sähköverkon vahvistuskustannukset päämuuntajalta jakelumuuntajalle asti.
- KVM_{kj} eli keskijänniteliittymän kapasiteettivarausmaksu on 18,4 €/kVA. Kapasiteettivarausmaksu kattaa sähköverkon vahvistuskustannukset päämuuntajalta olemassa olevaan KJ-verkkoon asti.

Kapasiteettivarausmaksun laskentatyökalu antaa keskimääräisen vahvistamiskustannuksen kaikkialla sähköverkossa. Työkalu käyttää laskennassa Energiaviraston yksikköhintoja. Energiavirasto määrittää keskimääräiset yksikköhinnat verkkokomponenttikohtaisesti (Valvontamenetelmät 2018, 25). Energiaviraston työkalussa käytetään ainoastaan tehonsiirtokykyyn vaikuttavien komponenttien yksikköhintoja, joita ovat

päämuuntajat, kaapelit, ilmajohdot sekä jakelumuuntajat. Eli esimerkiksi sähköaseman muut kuin päämuuntajien kustannukset täytyy sisällyttää sähköverkon kehittämisen hankkeisiin, eikä niitä voida periä liittymismaksujen avulla.

6 Kustannusvastaavuustarkastelu Alva Sähköverkko Oy:ssä

6.1 Kustannusvastaavuustarkastelun lähtökohdat

Kustannusvastaavuustarkastelu aloitettiin keräämällä menneiden projektien kustannukset ASV:n käyttämästä RKJ-ohjelmasta. Ohjelman rajoitteista johtuen projektien nimeämiselle ei ole yhtenäistä tapaa, joten niiden läpikäyminen pitkän ajan jälkeen on hankalaa. ASV:n suunnittelijoiden avustuksella pystyttiin kuitenkin kohdentamaan kustannukset oikeille projekteille. Näiden kustannuksien avulla tarkasteltiin ASV:n liittymien kustannusvastaavuutta.

Kustannusvastaavuustarkastelu tehtiin kaapelityypeittäin, koska esimerkiksi 25 A ja 63 A liittymät aiheuttavat identtiset verkonrakennuskustannukset johtuen ASV:n laatimasta ohjeesta (ks. taulukko 2).

Taulukko 2. ASV:n ohjeelliset liittymisjohdot (Sähköliittymän tekniset ohjeet, pienjänniteliittymät 2019, 4-5)

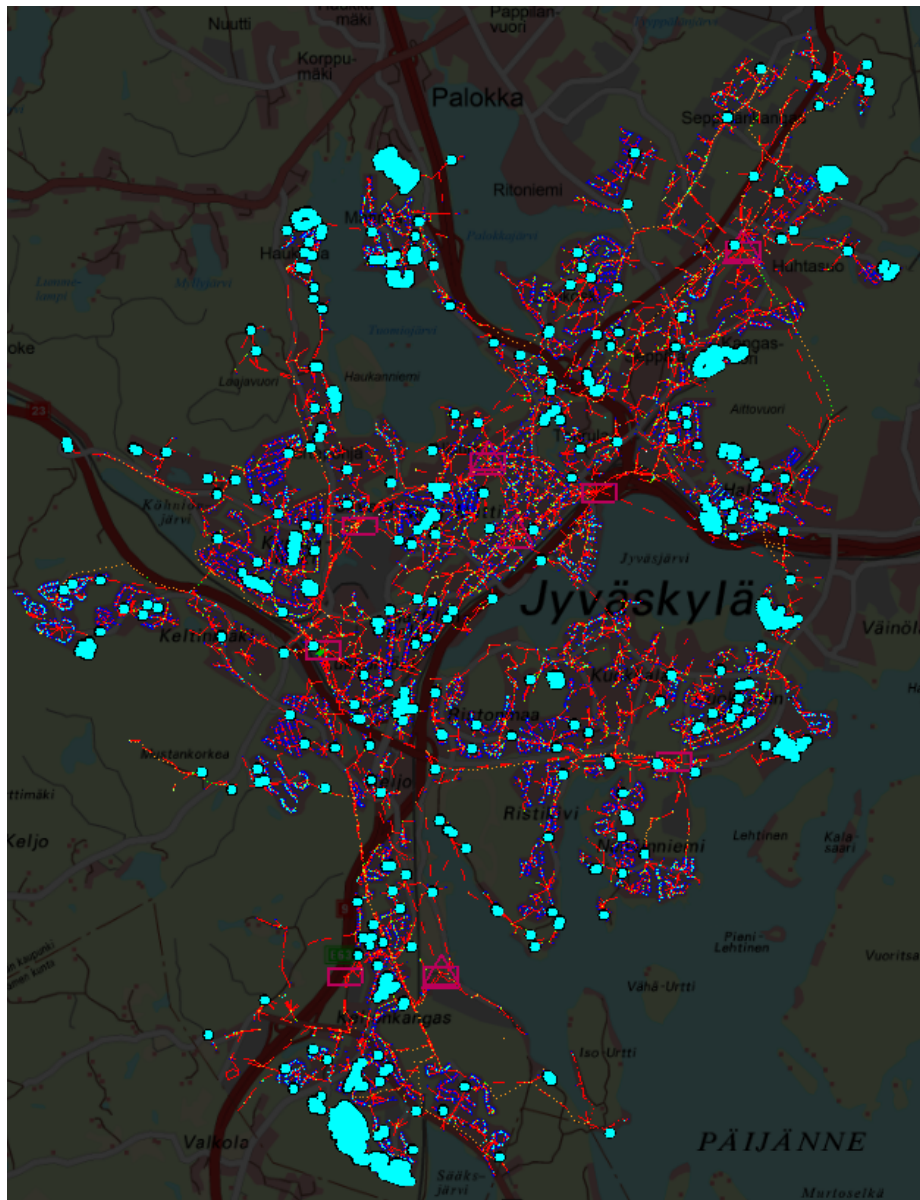
Liittymäluokka	Liittymisjohto kaapeliliittymissä
3 x 25 A	AXMK 4 x 25 S
3 x 35 A	AXMK 4 x 25 S
3 x 63 A	AXMK 4 x 25 S
3 x 100 A	AXMK 4 x 95 S
3 x 125 A	AXMK 4 x 95 S
3 x 160 A	AXMK 4 x 185 S
3 x 200 A	AXMK 4 x 185 S
3 x 250 A	AXMK 4 x 300 S tai 2 x AXMK 4 x 185 S
3 x 315 A	2 x AXMK 4 x 185 S
3 x 400 A	2 x AXMK 4 x 185 S
3 x 600 A	3 x AXMK 4 x 185 S
3 x 800 A	4 x AXMK 4 x 185 S
3 x 1000 A	4 x AXMK 4 x 300 S

Sähköliittymän teknisessä ohjeessa on määritelty liittymisjohdon koot kullekin liittymäluokalle (ks. taulukko 2). ASV:n sähköverkossa liittymisjohdot on mitoitettu siten, että asiakkaan on mahdollista kasvattaa liittymäluokkaansa yhdellä portaalla ilman uusia kaapelointeja. Liittymisjohtojen pienellä ylimitoituksella halutaan välttää katujen auki kaivaminen ja uudelleen kaapelointi. Maltillinen ylimitoittaminen on pitkällä aikavälillä tarkasteltuna teknistaloudellisin vaihtoehto. Sähköverkon ylimitoittaminen ei kuitenkaan saa vaikuttaa liittymismaksun suuruuteen.

6.2 Kustannusvastaavuustarkastelun toteutus

6.2.1 Tarkasteltujen alueiden haku

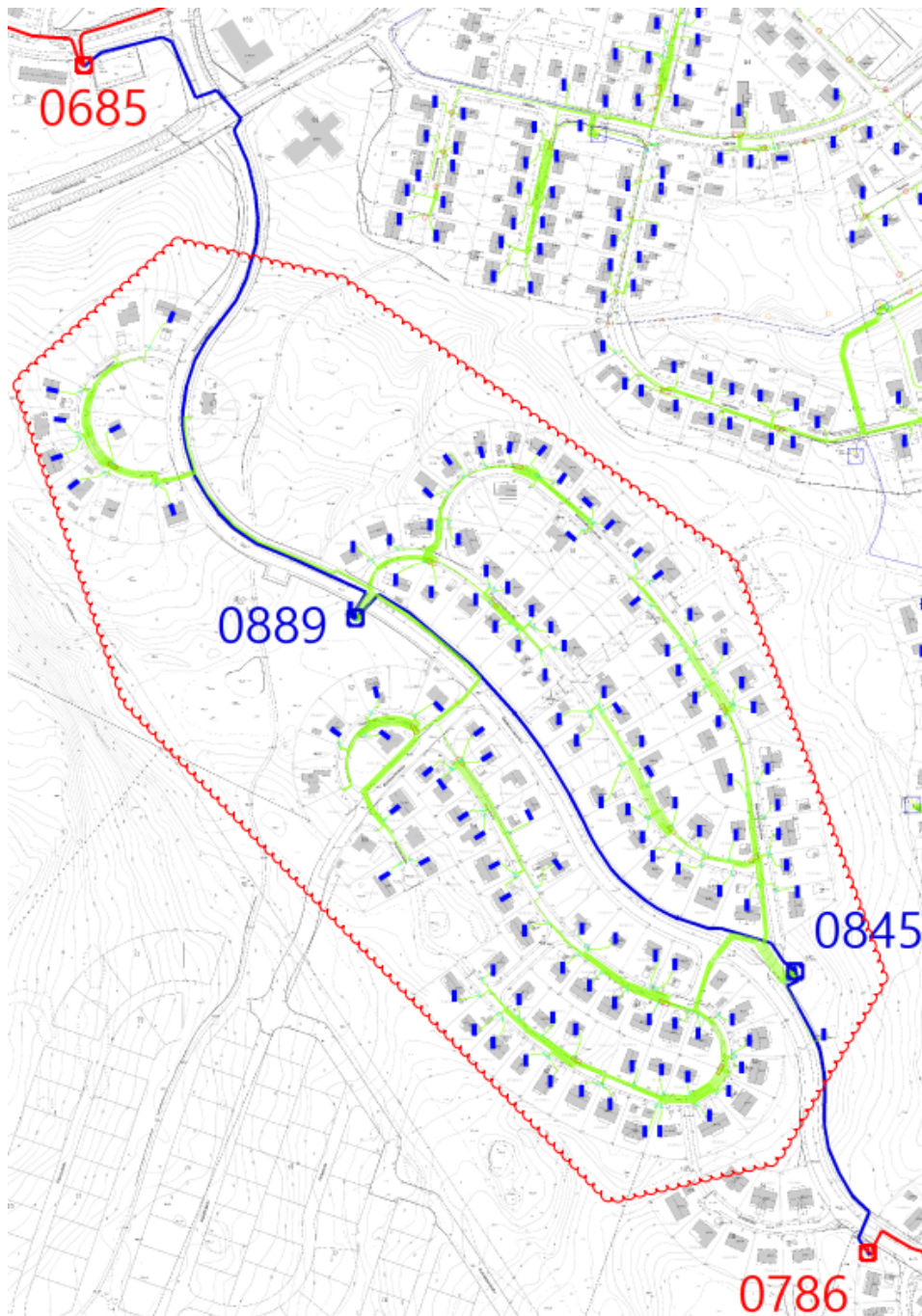
Tarkoituksena oli tarkastella vuoden 2011 jälkeen rakennettuja asuinalueita ja selvittää niiden aiheuttamat suorat rakennuskustannuksia. Alueiden etsimisen apuna käytettiin Trimble NIS-verkkotietojärjestelmää, josta haettiin yksinkertaisella kyselyllä liittymiä sulakekoon mukaan. Esimerkiksi pienten liittymien tarkastelussa haettiin vuoden 2011 jälkeen rakennetut liittymät joidenka sulakekoko on 25 A-63 A. Kuviosta 3 nähdään haetut liittymät ja havaitaan asuinalueita mihin on rakentunut paljon uusia liittymiä.



Kuvio 3. Suuruudeltaan 25 A-63 A liittymät vuoden 2011 jälkeen

Kuviosta 3 huomataan, että yhtenäisiä asuinalueita rakentuu suhteellisen vähän ja rakentaminen kohdistuu sähköverkon laiduille. Tämän havainnon perusteella kerättiin kaikki mahdolliset kohteet ja analysoitiin niitä.

Haulalla saatiin kerättyä pienten liittymien osalta seitsemän selkeää uudiskohdetta, johon oli rakennettu pääsääntöisesti pientaloja. Suurien liittymien osalta saatiin ainoastaan kolme uudiskohdetta. Kerätyt kohteet olivat kaikki vuosina 2011–2017 rakennettuja. Uusimmat alueet jätettiin tarkoituksella pois käsittelystä, koska alueita ei oltu vielä rakennettu loppuun. Toisin sanoen suurin osa potentiaalisista liittymistä ei ollut liittynyt verkkoon.



Kuvio 4. Sääksvuoren omakotitaloalue (rajattu pilvityksellä)

Kuviossa 4 nähdään yksi tarkastelluista alueista. Sininen väri kuvaa alueelle rakennettua keskijänniteverkkoa ja punainen olemassa olevaa keskijänniteverkkoa. ”Punaisen verkon” kaapelointikustannukset katetaan kapasiteettivarausmaksulla, joka on tässä tapauksessa KJ-verkon kapasiteettivarausmaksu. Vihreä osuus on PJ-verkkoa ja siniset suorakaiteet PJ-liittymiä. 0889 ja 0845 ovat alueelle rakentuneita muuntamoita.

6.2.2 Alueiden kustannukset RKJ:ltä

RKJ:stä etsittiin alueiden rakennuskustannukset käyttämällä ”selausraportti”-työkalua. RKJ:llä yksi työmaa voi sisältää useita hankkeita. Ohjelman avulla saatiin tarkastelujen työmaiden hankkeet kustannuksineen Excel-tiedostoon. Kerättyjä tietoja oli syytä tarkastella kriittisesti, koska tiedosto saattoi sisältää hankkeita, joiden kustannukset eivät liittyneet kyseisen alueen liittymien rakentamiseen. Taulukossa 3 punaisella korostetun hankkeen kustannukset eivät kuuluneet asuinalueen rakentamiseen, vaikka sen kustannus oli kohdistunut samaan työmaahan. Laskutetut summat (€) ovat salassapidettäviä, joten ne ovat piilotettu. Samaan tapaan kerättiin pienten, sekä suurten liittymien kustannukset.

Taulukko 3. Esimerkki osasta RKJ:n raporttia

Hanke	Kuvaus	Osoite	Ajoitus	Las.€
3068	Kangasvuori I 20kV kaapelointi	Liitokurrenkaari	01.01.2011 - 03.06.2011	€
3069	Kangasvuori I 0,4kV kaapelointi	Liitokurrenkaari	01.01.2011 - 03.06.2011	€
3070	Kangasvuori I jakokaapit	Liitokurrenkaari	01.01.2011 - 03.06.2011	€
3071	Kangasvuori I puistomuuntamot	Liitokurrenkaari	01.01.2011 - 03.06.2011	€
3072	M537 Kangasvuorentie 10 siirto	Kangasvuorentie	04.10.2010 - 26.11.2010	€

6.2.3 Kustannusvastaavuustarkastelun tulot ja menot

Kustannusvastaavuustarkasteluun tarvitaan kaksi suuretta, jotka ovat menot eli rakennuskustannukset ja tulot eli liittymismaksut. Rakennuskustannukset saatiin kerättyä RKJ:ltä, kuten edellä todettiin. Liittymismaksut laskettiin alueelle rakentuneiden liittymien perusteella. Esimerkiksi alueella, jolla on 10 kpl 25 A liittymiä liittymismaksut laskettiin seuraavasti:

$$10 * (25 A liittymismaksu) = 10 * 1796 € = 17960 € \quad (7)$$

6.3 Kustannusvastaavuus AXMK25 kaapeloiduilla liittymillä

Pienten liittymien 25 A-63 A kustannusvastaavuustarkastelu aloitettiin laskemalla alueiden rakennuskustannuksien, sekä liittymismaksujen summa. Liittymismaksut jaettiin rakennuskustannuksilla kaavan 8 mukaan.

$$\frac{\text{Liittymismaksut}(\text{summa})}{\text{Rakennuskustannukset}(\text{summa})} * 100\% = 57,1\% \quad (8)$$

AXMK25:lla kaapeloitujen liittymien liittymismaksut kattavat ainoastaan 57,1% alueen rakennuskustannuksista. Pieni prosenttuaalinen arvo viittaisi liian pieniin liittymismaksuihin. Todellisuudessa kustannuksia aiheuttaa lisäksi olemassa oleva verkko, jonka osuus pitäisi periä kapasiteettivarausmaksun avulla.

ASV:llä KJ-verkko rakennetaan renkaaseen aina kun mahdollista eli 20 kV kaapelia, päätteitä ja jatkoja tarvitaan enemmän verrattuna säteittäisverkon rakentamiseen. Rengasverkon rakentaminen vaatii normaalisti ainakin seuraavat toimenpiteet:

- olevaan KJ-verkkoon tehdään 2 jatkoa
- olevasta KJ-verkosta edestakainen kaapelointi uudelle muuntamolle
- uudelle muuntamolle 2 päätettä.

Liittymishinnoittelun periaatteiden mukaan rengasverkon rakennuskustannusta ei voida periä kokonaan liittymismaksun muodossa, koska liittymismaksuun voidaan sisällyttää ainoastaan välttämättömät kustannukset, jotka aiheutuvat liittymän rakentamisesta. Tämän perusteella laskentaan tehtiin oletus, että liittymismaksuihin kohdistetaan puolet KJ-verkon rakentamisesta. Rengasverkon rakennuskustannuksen puolittaminen vastaa yksinkertaisissa tapauksissa säteittäisverkon rakentamista.

Pienten liittymien liittymismaksujen kustannusvastaavuus laskettiin uudestaan ottamalla huomioon vain puolet KJ-verkon rakentamisesta. Lisäksi laskennassa otettiin huomioon alueen potentiaaliset liittyjät eli tyhjänä olevat kaavoitetut tontit. Kustannusvastaavuus laskettiin käyttäen kaavaa 9.

$$\frac{\text{Liittymismaksut}(\text{summa})+\text{Potentiaaliset liittäjät}}{(\text{PJ-verkon rakennuskustannukset})+(\text{KJ-verkon rakennuskustannukset})\cdot 0,5} * 100\% = 85 \% \quad (9)$$

Oleellista tietoa liittymismaksujen määrittämisen kannalta on kustannusrakenne. On tärkeää tietää, kuinka suuri osuus rakennuskustannuksista kohdistuu PJ-verkkoon ja KJ-verkkoon. PJ- ja KJ-rakennuskustannukset eriteltiin hankkeiden kuvauksien (ks. taulukko 3) perusteella omiksi kustannuksiksi. Erittelystä nähtiin, että puolet kustannuksista kuuluu PJ-verkon rakentamiseen ja toinen puoli KJ-verkon rakentamiseen. Tässä jaottelussa tehtiin sellainen oletus, että kaapelireitit jaettiin puoliksi PJ- ja KJ-verkkojen kesken.

6.4 Kustannusvastaavuus AXMK185 kaapeloiduilla liittymillä

Vastaavanlainen tarkastelu tehtiin myös suuremmilla liittymillä. Alueitten hakeminen tehtiin samaan tapaan, kuin AXMK25 tapauksessa. Hakutuloksena saatiin 3 selkeää aluetta, joihin on rakentunut suuria liittymiä lyhyellä aikavälillä. Suurien liittymien kustannusvastaavuus saatiin laskettua kaavalla 10.

$$\frac{\text{Liittymismaksut}(\text{summa})+\text{Potentiaaliset liittäjät}}{\text{Rakennuskustannukset}(\text{summa})} * 100\% = 114 \% \quad (10)$$

Suurilla liittymillä on huomattavasti parempi kustannusvastaavuus, kuin pienillä liittymillä. Tämä selittyy sillä, että suuret liittymät liittyvät tyypillisesti suoraan muuntaan ja ovat suhteellisen lähellä sitä. Eli jakokaappeja ja kaivuutöitä ei ole niin paljon. Tätä väitettä tukee myös kustannusrakenne. AXMK185:lla kaapeloitujen liittymien kustannuksista 25 % kohdistuu PJ-verkkoon ja 75 % KJ-verkkoon.

6.5 Keskijänniteliittymät

KJ-liittymien osalta ei tehty varsinaista kustannusvastaavuustarkastelua vaan tarkasteltiin, mitä suoria kustannuksia ne aiheuttavat liittyessään verkkoon. Tarkastelussa oli kuusi KJ-liittymää, joiden suorien kustannusten keskiarvo oli 17924€. Tarkastelussa huomattiin, että KJ –liittymien kustannukset ovat täysin tapauskohtaisia, koska

ne riippuvat suurimmaksi osaksi siitä, kuinka kaukana uusi liittymä on olemassa olevasta KJ-verkosta.

7 Liittymismaksujen laskenta todellisten kustannusten perusteella

Liittymisestä aiheutuvat rakennuskustannukset laskettiin pienimmän ja suurimman PJ-liittymäkoon osalta. Kapasiteettivarausmaksuna käytettiin KVM_{kj} eli keskijännite-liittymän kapasiteettivarausmaksua 18,4 €/kVA. KVM_{kj} on perusteltua käyttää, koska edellä tehty kustannusvastaavuustarkastelu ylettyy olemassa olevaan KJ-verkkoon asti. Mikäli kapasiteettivarausmaksuna käytettäisiin KVM_{pjt} jakelumuuntajat laskettaisiin kahteen kertaan.

Voimassa olevien liittymismaksujen avulla laskettiin, kuinka suuria liittymismaksujen tulisi olla, jotta ne kattaisivat rakennuskustannukset ja kapasiteettivarausmaksun. Voimassa olevat vuonna 2011 määritellyt PJ-liittymismaksut on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Voimassa olevat liittymismaksut (Pienjänniteliittyneiden liittymishinnasto 2018)

Pienjänniteliittymät

Liittymän pääsulake A	Liittymismaksu €
miniliittymä 1 x 10	733
3 x 25	1 796
3 x 35	2 537
3 x 63	4 146
3 x 100	6 964
3 x 125	7 832
3 x 160	9 899
3 x 200	12 103
3 x 250	14 735
3 x 315	20 229
3 x 400	25 283
3 x 600	37 858
3 x 800	48 899
3 x 1000	61453

7.1 Pienimmän pienjänniteliittymän liittymismaksun laskenta

Pienimmän pienjänniteliittymän laskennassa käytettiin edellä laskettua kustannusvastaavuuden arvoa 85 %, sekä voimassa olevaa liittymismaksua. Niiden avulla laskettiin rakennuskustannusten osuus, joka kattaa koko PJ-verkon rakentamisen ja 50 % KJ-verkon rakentamisesta. Laskennassa käytettiin kaavaa 11.

$$\frac{\text{liittymismaksu (3x25A)=1796 €}}{85 \%} = 2113 \text{ €} \quad (11)$$

2113 € on siis 25 A liittymästä aiheutuvien rakennuskustannuksien suuruus. Tästä kustannuksesta puuttuu vielä kapasiteettivarausmaksu, joka summataan rakennuskustannuksien päälle. Muutetaan yksikkö €/kVA muotoon €/A (ALV.24 %) kaavalla 12.

$$\frac{\sqrt{3} \cdot 400V}{1000} * \frac{18,4 \text{ €}}{kVA} * (ALV. 24\%) = \frac{15,8 \text{ €}}{A} \quad (12)$$

Kapasiteettivarausmaksun suuruudeksi saatiin 25 A liittymällä:

$$\frac{15,8 \text{ €}}{A} * 25A = 395 \text{ €} \quad (13)$$

Summattiin rakennuskustannukset ja kapasiteettivarausmaksu yhteen:

$$2113 \text{ €} + 395 \text{ €} = 2508 \text{ €} \quad (14)$$

Uudeksi 25 A liittymän hinnaksi saatiin 2508 €. Liittymismaksu on kohtalaisen suuri verrattuna nykyiseen liittymismaksuun 1796 €

7.2 Suurimman pienjänniteliittymän liittymismaksun laskenta

Suurien liittymien rakennuskustannuksien laskennassa käytettiin edellä laskettua kustannusvastaavuuden arvoa 114 %. Laskettiin 1000 A liittymän rakennuskustannus:

$$\frac{\text{liittymismaksu } (3 \times 1000 A) = 61453 \text{ €}}{114 \%} = 53803 \text{ €} \quad (15)$$

Kapasiteettivarausmaksun laskennassa käytettiin samaa arvoa, kun edellä eli 15,8 €/A. Laskettiin kapasiteettivarausmaksun suuruus 1000 A liittymälle:

$$\frac{15,8 \text{ €}}{A} * 1000 A = 15800 \text{ €} \quad (16)$$

Summattiin rakennuskustannus ja kapasiteettivarausmaksu yhteen:

$$53803 \text{ €} + 15800 \text{ €} = 69603 \text{ €} \quad (17)$$

Uudeksi 1000 A liittymän hinnaksi saatiin 69603 €. Liittymismaksu on hieman nykyistä 61 453 € liittymismaksua suurempi.

8 Liittymismaksujen laskenta yksikköhintojen avulla

Liittymismaksujen päivittäminen edellä määritetyillä tavoilla on todella työlästä, joten päivittämistä varten tehtiin työkalu. Työkaluun määriteltiin sähköverkosta lasketuja keskiarvoja ja ASV:n urakoitsijan yksikköhinnat. Työkalu laski pienimmän ja suurimman liittymän liittymismaksun ja sovitti niistä suoran. Suoran yhtälön avulla laskettiin uudet liittymismaksut. Työkalun tarkoituksena on helpottaa liittymismaksujen määrittämistä jatkossa. Yksikköhinnat ovat salassa pidettäviä, joten tästä eteenpäin esimerkeissä käytetään EV:n yksikköhintoja, joita on kerrottu arvolla 0,67. Tämä arvo on verkkoyhtiöiden todellisten investointien suhde investointien arvostukseen energiaraston yksikköhinnoilla (Lassila 2019).

8.1 Työkalun toiminta pienillä liittymillä

8.1.1 Työkalun komponentit

Kustannusvastaavuustarkastelun perusteella tiedettiin suurimmat komponenttikohdattaiset kustannukset, joista liittymismaksu koostuu. Työkaluun ei haluttu ottaa kaikkia sähköverkon rakentamiseen liittyviä komponentteja, koska siitä olisi tullut liian monimutkainen ja työläs käyttää.

Taulukosta 5 nähdään, että laskentatyökaluun kerättiin 10 liittymien rakentamiseen liittyvää kustannusta. Näiden komponenttien kustannusten jakaminen liittymälle on tehty tarkasteltujen alueiden ja koko sähköverkon keskiarvojen avulla. Tarvittavien lähtötietojen kerääminen onnistui verkkotietojärjestämällä, johon tehtiin hakuehtoja, jotka palauttivat halutut lähtötiedot. Lähtötiedoista ”Muuntamon liittymien summa”, ”keskimääräinen liittymäkoko”, ”jakokaapilla olevat liittymä”, ”kaapelireiitit” ja ”tarkasteltujen alueiden liittymät” ovat tarkasteltujen alueiden arvoja. Loput lähtötiedot ovat verkkotietojärjestelmästä saatuja arvoja.

Taulukko 5. Työkalun komponentit pienimmän liittymän laskennassa

		Tarvittavat lähtötiedot	
		Muuntamon liittymien summa	1107 A
		Keskimääräinen liittymäkoko	39 A
		KJ-kustannuksesta kyseiselle liittymälle	0,5
		KJ-kaapelit yhteensä	300 km
		Muuntamot yhteensä	688 kpl
20kV		Jakokaapilla olevat liittymät (KA)	7,7 kpl
Jakokaappi		Runkokaapelin pituus (KA)	0,17 km
PJ-kaapelit		Liittymiskaapelin pituus (KA)	0,05 km
Oja		Kaapelireitit tarkastelulla alueella KJ+PJ	160000 €
		Tarkasteltujen alueiden liittymät	375 kpl
1	KJ-kaapeli	0,44 km/muuntamo	186 €
2	Jatko	2278 €/”alue”	40 €
3	Pääte	1474 €/”alue”	26 €
4	Muuntamo	1107 A/muuntamo	677 €
5	Muuntaja	6432 €/kpl	227 €
6	Jakokaappi		157 €
7	Jonovaroike		101 €
8	Runkokaapeli (AXMK185)	0,17 km (verkon KA)	269 €
9	Liittymiskaapeli (AXMK25) tontin rajalle	0,05 km/liittymä	308 €
10	Ojat		427 €
		Summa	2418 €

8.1.2 Kustannusten jakaminen liittyjien kesken

KJ-kustannukset

$$(a * b) * \left(\frac{c}{d}\right) * e \quad (18)$$

missä

$a = KJ$ – komponentin määrä

$b = KJ$ – komponentin kustannus (€)

$c =$ Tarkastellun alueen keskimääräinen liittymäkoko (A)

$d =$ Tarkastellun alueen muuntamon liittymien summa (A)

$e = KJ$ – kustannusten kohdentaminen liittymälle

Esimerkiksi KJ-kaapelin kustannus saatiin laskettua kaavalla 19.

$$\left(0,44 \frac{km}{muuntamo} * 24254 \frac{€}{km}\right) * \left(\frac{39A}{1107A}\right) * 0,5 \approx 186 € \quad (19)$$

Kaavassa jakolasku c/d jakaa KJ-komponentin kustannuksen tasaisesti alueen liittymien kesken riippumatta liittymän koosta. Asiaa voidaan ajatella myös näin:

$$\frac{d}{c} = \frac{1107A}{39A} = 28,4 = \text{alueen liittymien lkm} \quad (20)$$

Kaavassa 19 lasketulla tavalla laskettiin myös muut KJ-kustannukset, joita ovat: jatkot, päätteet, muuntamo ja muuntaja. On otettava huomioon, että KJ –kustannuksista kohdennetaan vain puolet liittyjien maksettavaksi, kuten todettiin kappaleessa 6.3.

Jakokaappi

Jakokaapin kustannusten jakaminen tehtiin käyttämällä kaavaa 21.

$$\frac{\text{Jakokaappi kustannus}}{\text{Jakokaapilla olevat liittymät (KA)}} = \frac{1206 \text{ €}}{7,7 \text{ kpl}} \approx 157 \text{ €/liittymä} \quad (21)$$

Jonovarokekustannus jaetaan kahdella, koska yhdelle jonovarokkeelle kytketään ASV:n sähköverkossa kaksi liittymää 35 A liittymäkoko asti. Jonovarokekustannus saatiin laskettua kaavalla 22.

$$\frac{201 \text{ €}}{2} \approx 101 \text{ €/liittymä} \quad (22)$$

PJ-kaapelit

Runkokaapelin kustannuksen laskennassa käytettiin verkkotietojärjestelmästä saatua keskimääräistä runkokaapelin pituutta ja jakokaapilla olevien liittymien määrää. Runkokaapelin kustannus ratkaistaan kaavalla 23. Runkokaapelikustannus jaetaan siis siten, että siihen liittyville liittymille kohdistuu yhtä suuri kustannus.

$$\frac{\text{Runkokaapelin pituus (KA)} * \text{Runkokaapelin kustannus (AXMK185)}}{\text{Jakokaapilla olevat liittymät (KA)}} \approx 269 \text{ €} \quad (23)$$

Liittymiskaapelin kustannus kohdistuu suoraan yksittäiseen liittyjään, jolloin kustannus lasketaan kuten kaavassa 24.

$$\text{Liittymiskaapelin pituus(KA)} * \text{Liittymiskaap. kust. (AXMK25)} \approx 308 \text{ €} \quad (24)$$

Ojat

Ojakustannusten laskeminen ei onnistu sähköverkon keskiarvojen avulla, koska ASV:n verkkotietojärjestelmässä ei ole dokumentoitu oja. Ojien tapauksessa jouduttiin tarkastelemaan todellisia toteutuneita kustannuksia. Kaikki kaapelireitit PJ ja KJ-verkoissa jaettiin tasan liittyjien kesken. Ojien kustannusten laskentaan käytettiin kaavaa 25.

$$\frac{\text{Kaapelireittien kustannukset alueella}}{\text{Alueen liittymät+potentiaaliset liittymät}} \approx 427 \text{ €} \quad (25)$$

8.1.3 Työkalun liittymismaksu 25 A liittymälle

Taulukosta 6 nähdään, että laskennassa käytetyn keskimääräisen 39 A liittymän suorat kustannukset olisivat 2998 € (ks. taulukko 6) olemassa olevaan KJ-verkkoon. Näiden lukujen avulla lasketaan suorien kustannuksien €/A arvo kaavalla 26.

$$\frac{2998 \text{ €}}{39A} = 76,9 \text{ €/A} \quad (26)$$

Taulukko 6. Laskennan tulokset 25 A liittymälle

Suorat kustannukset olemassa olevaan KJ -verkkoon asti (ALV. 0%)		2418 €
Suorat kustannukset olemassa olevaan KJ -verkkoon asti (ALV. 24%)		2998 €
Suorakustannus (€/A)		76,9 €
Kapasiteettivarausmaksu KJ-verkko (€/A)		15,8 €
YHT €/A (ALV.24%)		92,7 €
	25 A	2317 €

Suorien kustannuksien 76,9 €/A arvoon lisättiin KJ-verkon kapasiteettivarausmaksu, jonka suuruus on 15,8 €/A. Näiden kustannusten summa on 92,7 €/A, joka tarkoittaa liittymän aiheuttamaa kokonaiskustannusta sen liittyessä verkkoon. Seuraavaksi laskettiin kaavalla 27, mikä olisi 25 A liittymän uusi liittymismaksu.

$$25 A * 92,7 \frac{\text{€}}{A} = 2317 \text{ €} \quad (27)$$

8.2 Työkalun toiminta suurilla liittymillä

Suurimman liittymän liittymismaksu laskettiin noudattaen samoja periaatteita, kun pienimmän liittymän tapauksessa. Erona ettei suurien liittymien kanssa käytetty jakokaappikustannusta (ks. taulukko 7). Tämä johtuu siitä, että keskimääräisesti suuret liittymät liittyvät suoraan muuntamoon. Lisäksi ojakustannukset on lasketettu siten, että ”Oja PJ” on liittymiskaapelin pituus kerrottuna ojakustannuksella ja ”Oja KJ” on laskettu, kuten muutkin 20 kV kustannukset.

Taulukko 7. Työkalun komponentit suurimman liittymän laskennassa

		Lähtötiedot	
20kV		Muuntamon liittymien summa	1332 A
Jonovaroike		Keskimääräinen liittymäkoko	184 A
PJ-kaapelit		KJ-kustannuksesta kyseiselle liittymälle	0,5
Oja		Liittymiskaapeli (AXMK185)	0,058 km
1 KJ-kaapeli	0,44 km/muuntamo		730 €
2 Jatko	2278 €/”alue”		157 €
3 Pääte	1474 €/”alue”		102 €
4 Muuntamo	1332 A/muuntamo		2656 €
5 Muuntaja	6432 €/kpl		889 €
6 Jonovaroike			302 €
7 Liittymiskaapeli (AXMK185)			705 €
8 Oja PJ			943 €
9 Oja KJ			977 €
		Summa	7461 €

Laskennassa käytettiin tarkasteltujen alueiden keskiarvoistettua liittymäkokoja 184 A. Liittymäkokoja vastaavat suorat kustannukset nähdään taulukosta 8. Suorien kustannuksien (ALV. 24%) suuruus on 9251€. Liittymäkoon ja suorien kustannuksien avulla saatiin laskettua suurien liittymien €/A arvo. Arvo laskettiin käyttämällä kaavaa 28.

$$\frac{9251\text{€}}{184\text{ A}} = 50,3\text{ €/A} \quad (28)$$

Suorien kustannuksien päälle summataan kapasiteettivarausmaksun aiheuttama kustannus 15,8 €/A, jolloin saadaan kokonaiskustannus. Kokonaiskustannuksen suuruus on 66,1 €/A (ks. taulukko 8). Laskettiin uusi liittymismaksu 1000A liittymälle käyttämällä kaavaa 29.

$$1000 A * 66,1 \frac{\text{€}}{A} = 66087\text{€}$$

(29)

Taulukko 8. Laskennan tulokset 1000 A liittymälle

Suorat kustannukset olemassa olevaan KJ -verkkoon asti (ALV. 0%)		7461 €
Suorat kustannukset olemassa olevaan KJ -verkkoon asti (ALV. 24%)		9251 €
Suorakustannus (€/A)		50,3 €
Kapasiteettivarausmaksu KJ-verkko (€/A)		15,8 €
YHT €/A (ALV.24%)		66,1 €
	1000 A	66087 €

8.3 Työkalun toiminta keskijänniteliittymillä

KJ-liittymän liittymismaksun laskennassa otetaan huomioon siihen kohdistuvat rakennuskustannukset, joita ovat taulukossa 9 esitetyt komponentit. KJ-liittymän rakennuskustannuksia ei ole sidottu tiettyyn liittymäkokoan, kuten PJ-liittymien kanssa tehtiin. Tämä johtuu siitä, että KJ-liittymien rakennuskustannukset ovat samat kaikilla liittymishinnaston liittymillä. Ero liittymismaksujen välille aiheutuu kapasiteettivarausmaksusta.

Taulukko 9. Työkalun komponentit KJ -liittymän laskennassa

Lähtötiedot			
		KJ-kaapelit yhteensä	300 km
		Muuntamot yhteensä	688 kpl
	20kV	Jatkot (KA)	2 kpl
	Oja	Päätteet (KA)	3 kpl
	1 KJ-kaapeli	0,44 km/muuntamo	10576 €
	2 Jatko	2278 €/ "alue"	2278 €
	3 Pääte	2211 €/ "alue"	2211 €
	4 Oja		7070 €
		Summa	22135 €

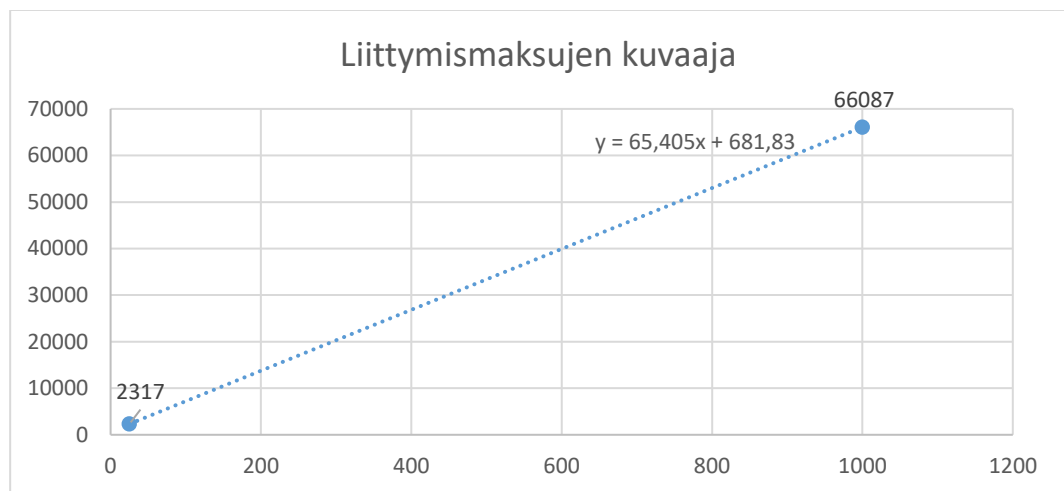
KJ-liittymän suorat kustannukset lasketaan kertomalla komponenttien määrää tai pituutta niiden yksikköhinnoilla. KJ-kaapelin pituus muuntamo kohti on sama, kun PJ-

liittymien laskennassa. Päätteiden ja jatkojen määrä on laskettu keskiarvona tarkastelluista KJ-liittymistä. Ojan pituus on sama, kun KJ-kaapelin pituus. Näin saadaan laskettua KJ-liittymän suorat kustannukset, jotka ovat 22135 € (alv 0 %).

9 Uudet liittymismaksut

9.1 Pienjänniteliittymät

Laskentatyökalun määrittämät 25 A ja 1000 A liittymismaksut sijoitettiin kuvaajaan. Käytettiin Excelin ”muodosta suuntaviiva” ja ”näytä kaava kaaviossa” -komentoja. Saatiin kuvion 5 mukainen suora ja suoran yhtälö.



Kuvio 5. Liittymismaksujen kuvaaja

Sijoittamalla suoran yhtälön ($y = 65,405x + 681,83$) tuntemattoman x :n paikalle liittymäkokoja saatiin niitä vastaavat liittymismaksut. Uudet PJ-liittymismaksut ovat taulukossa 10. Uudet liittymismaksut nousevat enemmän pienien liittymien osalta, kun taas suuret liittymät pysyvät lähes samoissa hinnoissa. Työkalun tulosta tukee kustannusvastaavuustarkastelusta saatu tulos, jossa todettiin suurien liittymien olevan lähes kustannusvastaavia.

Taulukossa 10 muutosprosentti ei laske tasaisesti, koska vanhojen liittymismaksujen €/A arvo ei ole puhtaasti kääntäen verrannollinen. Uusien liittymismaksujen €/A arvo laskee kääntäen verrannollisesti.

Taulukko 10. Uudet PJ-liittymismaksut

Liittymä(A)	Vanha(€)	Uusi(€)	Muutos(%)
25	1796	2317	29,0 %
35	2537	2971	17,1 %
63	4146	4802	15,8 %
100	6964	7222	3,7 %
125	7832	8857	13,1 %
160	9899	11147	12,6 %
200	12103	13763	13,7 %
250	14735	17033	15,6 %
315	20229	21284	5,2 %
400	25283	26844	6,2 %
600	37858	39925	5,5 %
800	48899	53006	8,4 %
1000	61453	66087	7,5 %

Laskentatyökalun tulos 25 A liittymälle on 2317 €. Liittymismaksun suuruus on hyvin lähellä kustannusvastaavuustarkastelun liittymismaksua 2508 €. Myös 1000 A liittymän liittymismaksu 66087 € on hyvin lähellä kustannusvastaavuustarkastelun tulosta 69603 €. Eroa liittymismaksujen välille aiheutuu työkalusta puuttuvista komponenteista, kuten maadoituksista. Lisäksi työkalu käyttää laskennassa koko sähköverkon keskiarvoja, joten ne voivat poiketa hiukan tarkasteltujen alueiden keskiarvoista.

9.2 Keskijänniteliittymät

KJ –liittymien osalta uudet liittymismaksut saatiin lisäämällä suorien kustannuksien 27447 € (alv. 24 %) päälle KVM_{kj} (alv.24 %) liittymistehon mukaan. Esimerkiksi 500kVA liittymän liittymismaksu saadaan kaavalla 30.

$$27447 \text{ €} + \left(\frac{18,4\text{€}}{\text{kVA}} * 1,24 \right) * 500\text{kVA} = 32011 \text{ €} \quad (30)$$

Kaavaa 30 käyttämällä laskettiin myös muiden liittymäkokojen liittymismaksut. Keski-jänniteliittymille saatiin taulukon 11 mukainen hinnasto. Taulukosta 11 nähdään, että pienien keskijänniteliittymien liittymismaksu on ollut liian pieni, kun taas suuret liittymät pysyvät lähes samoissa hinnoissa. Kapasiteettivarausmaksun suuruus on pysynyt lähes samana vuoden 2011 jälkeen. Tästä voidaan päätellä, että vanhojen liittymismaksujen suorat rakennuskustannukset ovat määritelty eri tavalla edellisessä liittymismaksujen määrittelyssä tai rakennuskustannukset ovat kasvaneet vuodesta 2011.

Taulukko 11. Uudet KJ-liittymismaksut

KJ-suorat kustannukset ALV. 0%					22135 €
KJ-suorat kustannukset ALV. 24%					27447 €
Kapasiteettivarausmaksu KJ-verkko (€/kVA) ALV.0%					18,4 €
Kapasiteettivarausmaksu KJ-verkko (€/kVA) ALV.24%					22,8 €
kVA	A	Vanha(€)	Uusi(€)	Muutos(%)	
200	289	26274	32011	21,8 %	
315	455	29625	34634	16,9 %	
500	722	35016	38855	11,0 %	
630	909	38805	41821	7,8 %	
800	1155	43758	45700	4,4 %	
1000	1443	49586	50263	1,4 %	

Kustannusvastaavuustarkastelusta saatu rakennuskustannuksien suuruus oli 17924 € (alv.0 %), joten työkalun suorakustannus on n. 4000 € liian suuri. Virhettä aiheuttaa pieni otanta kustannusvastaavuudentarkastelussa. Suurimmat kustannukset KJ-liittymissä syntyvät kaapeleista ja ojista. Näiden komponenttien ollessa +-100 m aiheutuu rakennuskustannuksiin n. +-4000 € eroa. KJ-liittymien osalta päädyttiin käyttämään laskentatyökalua, koska se käyttää laskennassa koko sähköverkon keskiarvoja, joilla päästään keskimääräiseen rakennuskustannukseen. Näin hinnoittelu on tasapuolista kaikkia liittyjiä kohtaan.

10 Pohdinta

Tavoitteet ja tulokset

Opinnäytetyön tavoitteena oli päivittää Alva Sähköverkko Oy:n liittymismaksut kustannusvastaaviksi pien- ja keskijänniteliittymien osalta. Liittymismaksujen kustannusvastaavuustarkastelun avulla saatiin selville, että nykyiset liittymismaksut eivät ole kustannusvastaavia. Näin saatiin vastaus ensimmäiseen tutkimuskysymykseen eli ”Vastaavatko liittymismaksut niihin kohdistuneita kustannuksia?”. Tämän tiedon perusteella pystyttiin määrittämään liittymismaksut PJ- ja KJ-verkolle, jotka vastaavat todellisia rakennuskustannuksia eli ovat kustannusvastaavia. Liittymismaksujen määrittämiseen tehtiin työkalu, joka käyttää laskennassa ASV:n omia yksikköhintoja ja jakeluverkon keskiarvoistettuja pituuksia tai määriä. Määriteltäessä uusia liittymismaksuja huomattiin, ettei hinnoitteluun ole yhtä oikeaa tapaa, vaan sen voi tehdä hyvin monella eri tavalla. Epäselvistä hinnoitteluun liittyvistä asioista käytiin keskustelua Energiaviraston kanssa sähköpostitse. Heidän ohjeistuksen perusteella tehtiin mahdollisimman oikeudenmukainen työkalu liittymismaksujen määrittämiseen.

Työkalulla määriteltujen liittymismaksujen suuruuksia voidaan pitää luotettavana, koska laskennassa käytettiin koko sähköverkon keskiarvoja. Käytettäessä koko sähköverkon keskiarvoja tasapuolisuus ja syrjimättömyysehto liittymismaksuissa toteutuu varmasti. Tarkasteltujen rakennuskustannuksien suuruutta ei voida täysin yleistää joka puolelle verkkoa, koska otanta rakennuskustannuksista oli suhteellisen pieni joh-tuen vähäisestä uudisrakentamisesta jakeluverkkoalueella. Rakennuskustannusten avulla saatuja liittymismaksuja voidaan kuitenkin pitää vertailupisteenä työkalun antamiin tuloksiin. Todellisia ja työkalulla saatuja kustannuksia verrattiin keskenään ja huomattiin kustannuksien olevan todella lähellä toisiaan. Ero rakennuskustannuksien ja työkalulla laskettujen liittymismaksujen välille aiheutuu työkalusta puuttuvista komponenteista. Työkalusta haluttiin tehdä mahdollisimman yksinkertainen ja vaiva-ton käyttää, joten siitä karsittiin vähiten kustannuksia aiheuttavat komponentit pois. Puuttuvien komponenttien lisäksi kustannuksien välille eroa aiheuttaa otannan sup-peus. Laajemmalla rakennuskustannuksien otannalla oltaisiin päästy lähemmäs koko sähköverkon keskiarvoja, eli lähemmäs laskentatyökalun tuloksia.

Kapasiteettivarausmaksun suuruus laskettiin Energiaviraston työkalulla. Työkalun toimintaa ja tuloksia tutkittiin, koska haluttiin löytää vastaus toiseen tutkimuskysymykseen: ”Toimiiko kapasiteettivarausmaksun laskentatyökalu kaupunkiverkkoyhtiöille?”. Huomattiin, että kapasiteettivarausmaksu oli ymmärretty hiukan väärin, kun liittymismaksuja oltiin viimeksi määritelty. Työn ansiosta saatiin parempi käsitys, mitä kapasiteettivarausmaksu tarkoittaa ja ymmärrys siitä, että sen laskentatyökalu toimii myös Alva Sähköverkko Oy:n jakeluverkossa.

Jatkotoimenpiteet ja tulosten hyödyntäminen

Opinnäytetyöstä saatujen tulosten perusteella liittymismaksuja tulisi nostaa, jotta ne saadaan enemmän kustannusvastaaviksi. Ennen liittymismaksujen nostamista on tarkasteltava, kuinka paljon liittymätulokertymä nousee liittymismaksujen noston seurauksena. Liittymätulokertymän kasvu voi vaikuttaa sähkön siirtohintoihin, koska osa liittymien rakennuskustannuksista on katettu siirtomaksuilla. Teoriassa siirtohintojen kuuluisi laskea, koska liittymien rakentaminen tultaisiin jatkossa kattamaan liittymismaksuilla. Todellisuudessa kasvanut liittymätulokertymä on marginaalisen pieni verrattuna siirtotuloihin, eli todellinen vaikutus siirtohinnoitteluun on olematon. Seuraava liittymismaksujen päivittäminen voidaan tehdä opinnäytetyössä tehdyn työkalun avulla päivittämällä siihen uudet yksikköhinnat ja kapasiteettivarausmaksu. Liittymismaksujen oikeellisuutta on syytä tarkastella aina kun yksikköhinnat päivittyvät.

Työn menetelmiä ja laskentatapoja voidaan soveltaa samantapaisissa jakeluverkko-yhtiöissä eli sellaisissa yhtiöissä joiden jakelualue koostuu lähes kokonaan asema-kaava-alueesta. On kuitenkin muistettava, että laskentatyökalu toimii täysin oikein vain Alva Sähköverkko Oy:n jakeluverkkoalueella. Laskentatyökalun tulosten oikeellisuuden voi varmistaa tekemällä kustannusvastaavuustarkastelun opinnäytetyössä tehdyin menetelmin.

Lähteet

Kananen, J. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Lassila, J. 2019. Sähköverkkoliiketoiminnan ajankohtaispäivä 24.9.2019.

Lausuntopyyntö liittymien hinnoittelumenetelmistä. 2018. Energiavirasto.

Lausuntopyyntö - Begäran om utlåtande 2018-11-30 1312SS.pdf

Liite 1. 2011. Energiavirasto. Viitattu 4.3.2019.

<https://energiavirasto.fi/documents/11120570/12768744/Menetelm%C3%A4t-s%C3%A4hk%C3%B6nk%C3%A4ytt%C3%B6paikkojen-liitt%C3%A4misest%C3%A4-peritt%C3%A4vien-maksujen-m%C3%A4ritt%C3%A4minen.pdf/710c7ab0-37b4-e422-a5d7-4b19e384fd84/Menetelm%C3%A4t-s%C3%A4hk%C3%B6nk%C3%A4ytt%C3%B6paikkojen-liitt%C3%A4misest%C3%A4-peritt%C3%A4vien-maksujen-m%C3%A4ritt%C3%A4minen.pdf>

L 588/2013. Sähkömarkkinalaki. Viitattu 4.3.2019.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588#Pidp446160048>

Pienjänniteliittymien liittymishinnasto. 2018. Alva Sähköverkko. Viitattu 25.10.2019

https://www.alva.fi/app/uploads/2/2019/10/ALVA_pienj%C3%A4nniteliittym%C3%A4t_hinnasto.pdf

Sahkon_jakelualue.pdf. N.d. Jyväskylän Energia. Viitattu 9.8.2019

https://www.jyvaskylanenergia.fi/filebank/249-sahkon_jakelualue.pdf

Simola L. 2010. Kapasiteettivarausmaksu osana liittymähinnoittelua. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Teknillinen korkeakoulu.

Diplomityo_LSimola_Kapasiteettivarausmaksu_liittymähinnoittelu.pdf

Sähköliittymän tekniset ohjeet, pienjänniteliittymät. 2019. Jyväskylän Energia. Viitattu 2.10.2019

https://www.jyvaskylanenergia.fi/filebank/3033-PJ-Sahkoliittymän_tekniset_ohjeet.pdf

Tilinpäätös. 2019. Jyväskylän Energia. Viitattu 30.9.2018

https://www.jyvaskylanenergia.fi/filebank/3046-JE_Siirto_Oy_Tilinpaaatos_2018.pdf

Tytär- ja osakkuusyhtiöt. N.d. Alva. Viitattu 25.10.2019.

<https://www.alva.fi/alva/tytar-ja-osakkuusyhtiot-2/>

Valvontamenetelmät. 2018. Energiavirasto. Viitattu 30.9.2019.

<https://energiavirasto.fi/documents/11120570/12766832/Valvontamenetelm%C3%A4t-s%C3%A4hk%C3%B6jakelu-2016-2023.pdf/72eac45f-4fe0-6b0a-d5f7-e89ee97b89fc/Valvontamenetelm%C3%A4t-s%C3%A4hk%C3%B6jakelu-2016-2023.pdf.pdf>