TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

KIMMO LUMMI

SÄHKÖTARIFFIEN NYKYTILA JA KEHITYSMAHDOLLISUUDET

Kandidaatintyö

Tarkastaja: Professori Pertti Järventausta

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Sähkötekniikan koulutusohjelma
KIMMO LUMMI: Sähkötariffien nykytila ja kehitysmahdollisuudet
Kandidaatintyö, 30 sivua
Joulukuu 2011
Pääaine: Sähkövoimatekniikka
Tarkastaja: Professori Pertti Järventausta
Avainsanat: AMR, siirtohinnoittelu, siirtotuote, sähkötariffi

Sähkönkäyttäjien sähkötariffit koostuvat sähkönmyyjän tarjoamista myyntituotteista, paikallisen jakeluverkonhaltijan myymistä siirtopalveluista, eli siirtotuotteista sekä veroista. Sähköenergian sisältävät myyntituotteet ovat olleet vuodesta 1997 lähtien kaikkien sähkönkäyttäjien kilpailutettavissa, mikä on aiheuttanut luonnollisen paineen myyntituotteiden kehittämiselle.

Siirtohinnoittelun osalta tilanne on erilainen, sillä asiakas ei voi kilpailuttaa siirtotuotettansa jakeluverkkoyhtiön paikallisen monopoliaseman vuoksi, joten varsinaista painetta siirtohinnoittelun kehittämiselle ei ole ollut. Tulevaisuudessa tilanne on muuttumassa, sillä tekniikan kehittyminen, poliittiset tavoitteet sekä asiakkaiden mielenkiinnon lisääntyminen sähkölaskujensa pienentämismahdollisuuksiin synnyttävät muutospaineita siirtohinnoittelun kehittämiselle, mikä myös luo tarpeita uusille siirtotuoterakenteille.

Tässä kandidaatintyössä selvitetään pienasiakkaiden sähkötariffien rakennetta keskittyen pääosin siirtohinnoitteluun ja siirtotuotteiden muodostumiseen. Aluksi työssä käsitellään sähkön myynti- ja siirtohinnoittelun lainsäädäntöä sekä siirtohinnoittelun kannalta olennaisia perusperiaatteita. Siirtotuotteiden muodostumismekanismeja käsitellään työssä yleisellä tasolla, koska niiden muodostamiselle ei ole olemassa yhtä ja oikeaa laskentamenetelmää, jonka avulla olisi mahdollista muodostaa kustannusvastaava hinnasto. Työssä esitellään nykyinen siirtotuotetarjonta, joita pienasiakkaille pääosin tarjotaan Suomessa. Osana työtä esitellään Tampereen teknillisen yliopiston Sähköenergiatekniikan laitoksella kehitteillä oleva laskentatyökalu, jonka tarkoitus on toimia tukena uudenlaisten siirtotuoterakenteiden tutkimisessa. Työn loppuosa käsittelee siirtotuotteiden kehitysmahdollisuuksia yleisellä tasolla.

SISÄLLYS

Termit ja niiden määritelmät iv
1 Johdanto 1
2 Sähkön hinnoittelua koskeva lainsäädäntö ja yleiset hinnoitteluperiaatteet 2
2.1 Sähkömarkkinalaki 2
2.1.1 Sähkön myyntiä koskeva lainsäädäntö 2
2.1.2 Sähkön siirtohinnoittelua koskeva lainsäädäntö 3
2.1.3 Energiamarkkinavirasto 3
2.2 Siirtohinnoittelun perusperiaatteita 4
2.2.1 Aiheuttamisperiaate 4
2.2.2 Yksinkertaisuusperiaate 4
2.2.3 Markkinahintaperiaate 5
2.2.4 Muita siirtohinnoittelua koskevia periaatteita 5
3 Sähkötariffien muodostuminen 6
3.1 Pienasiakkaan sähkölaskun muodostuminen 6
3.1.1 Sähköenergian osuus 7
3.1.2 Sähkön siirron osuus 8
3.1.3 Verojen osuus 8
3.2 Siirtotuotteiden muodostuminen 9
3.2.1 Kustannusanalyysi 9
3.2.2 Kulutusanalyysi 10
3.2.3 Kustannusten kohdistaminen siirtotuotteille 10
3.2.4 Tuottotavoitteet 11
3.2.5 Siirtotuotteiden muotoutuminen 11
4 Perinteiset siirtotuoterakenteet 12
4.1 Yleistuote 12
4.2 Aikatuote 12
4.3 Kausituote 13
4.4 Sähkönkäytön ohjauksen sisältävä siirtotuote 13
5 Laskentatyökalu 14
5.1 Laskentatyökalun rakenne ja toiminnallisuus 14
5.2 Laskentatyökalun kehitys tulevaisuudessa 20
6 Sähkötariffien kehitysmahdollisuudet 22
6.1 Etäluettavat sähkömittarit ja AMR 22
6.2 Siirtohinnoittelun kehittymisen vaikutukset 23
6.2.1 Kuormien hallinta 23
6.2.2 Kysyntäjousto 24
6.2.3 Taloudelliset vaikutukset 25
6.3 Uusia siirtotuoterakenteita 25
7 Yhteenveto 27
Lähteet 28

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

AMR	Automaattinen mittarinluenta (Automatic Meter Reading)
EMV	Energiamarkkinavirasto
kWh	Energian yksikkö
RTP	Real Time Pricing, reaaliaikainen hinnoittelu
SGEM	Smart Grids And Energy Markets, tutkimusohjelma

1 JOHDANTO

Sähkönkäyttäjistä pienasiakkaiden sähkölaskut muodostuvat sähköenergian hinnasta, siirtomaksuista sekä veroista. Sähkömarkkinoiden avautumisen johdosta sähkönkäyttäjillä on nykyisin mahdollisuus kilpailuttaa sähkön myynnin osuus sähkölaskustaan, mikä on painostanut myyntiyhtiöitä kilpailemaan ja kehittämään myymiään tuotteita jatkuvasti. Samanlaisia muutospaineita siirtomaksujen kehittämiseen jakeluverkkoyhtiöiden toimesta ei ole kohdistunut paikallisesta monopoliasemasta johtuvan kilpailun puutteen vuoksi. Tulevaisuudessa tilanne on siirtohinnoittelun osalta muuttumassa, sillä tekniikan kehittyminen sekä useat muut tekijät alkavat muodostaa kehityspaineita siirtohinnoittelulle.

Suomen sähkönjakeluverkoissa on meneillään suurin uudistus sitten maaseutujen sähköistämisen, kun asiakkaiden kulutusmittarit vaihdetaan perinteisistä kerran vuodessa luettavista kWh-mittareista etäluettaviin sähkömittareihin, joiden lukutiheys on vanhoihin mittalaitteisiin nähden huomattavasti suurempi. Uudet mittalaitteet mahdollistavat tarkkojen kulutustietojen saannin sähkönkäyttäjiltä ja oheislaitteineen ne sisältävät myös muuta toiminnallisuutta mittauksen lisäksi. Siirtohinnoittelun kehittymisen kannalta etenkin uudet etäluettavat mittauslaitteet sisältävät huomattavan potentiaalin siirtohintojen kehittämisen saralla. Perinteisten siirtotuotteiden rakenteet ovat jäykkiä ja ne eivät itsessään sisällä tehokkaita kannustimia, joiden avulla asiakkaat käyttäisivät sähköä energiatehokkaasti. Siirtotuotteita kehittämällä voidaan parantaa kustannusvastaavuutta ja tehostaa sähköverkon käyttöä entisestään. Uusien siirtotuoterakenteiden avulla voidaan esimerkiksi parantaa asiakkaiden mahdollisuuksia säästää sähkölaskuissa sekä pienentää esimerkiksi jakeluverkon häviö- ja investointikustannuksia. Optimitilanteessa siirtotuotteet sisältävät riittävät kannustimet niin asiakkaan kuin jakeluverkkoyhtiön tapauksessa.

Työn toisessa luvussa käsitellään sähkön hinnoittelua koskevaa lainsäädäntöä ja etenkin siirtohinnoittelua koskevia perusperiaatteita. Kolmannessa luvussa käydään läpi pienasiakkaan sähkölaskun muodostuminen ja tarkastellaan erityisesti siirtohinnoitteluprosessia yleisellä tasolla. Neljännessä luvussa käsitellään nykyisin Suomessa tarjottavia perinteisiä siirtotuotevaihtoehtoja. Viidennessä luvussa esitellään Tampereen teknillisen yliopiston Sähköenergiatekniikan laitoksella kehitteillä olevaa Microsoft Office Excel -pohjaista laskentatyökalua, joka toimii apuna siirtohintojen tutkimisessa. Kuudes luku käsittelee siirtohinnoittelun kehitysmahdollisuuksia. Tämän kandidaatintyön pääpaino on erityisesti siirtohinnoittelussa ja työn tarkoitus on pyrkiä luomaan lukijalle käsitys siitä, miten jakeluverkkoyhtiöiden tarjoamat siirtotuotteet muodostuvat periaatteellisesti ja minkälaisia kehitysmahdollisuuksia niiden saralla on.

2 SÄHKÖN HINNOITTELUA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ JA YLEISET HINNOITTELUPERIAATTEET

Sähköenergian myynnille ja siirtohinnoittelulle kohdistuu erilaisia rajoittavia tekijöitä, joilla pyritään varmistamaan sähkönkäyttäjien sähkönsaanti sekä palvelun korkea taso. Tässä luvussa käsitellään sähkömarkkinalain asettamia rajoituksia sähkön myynnin ja siirron hinnoittelulle Suomessa sekä esitellään sähkömarkkinalain toteutumista valvova viranomainen.

Luvun toinen osa käsittelee erilaisia siirtohinnoittelussa käytettäviä perusperiaatteita. Luvussa mainittujen periaatteiden avulla on jakeluverkkoyhtiöllä mahdollisuus muodostaa tasapuolinen, syrjimätön ja energiatehokkaaseen käyttäytymiseen kannustava siirtohinnasto.

2.1 Sähkömarkkinalaki

Vuonna 1995 Suomessa voimaan tullut sähkömarkkinalaki sisältää lainsäädännön koskien muun muassa sähkön myynnin sekä siirron hinnoittelua. Sähkömarkkinalain tarkoitus on turvata sähkönkäyttäjän kohtuuhintaisen ja hyvälaatuisen sähkön saanti sekä edistää tervettä kilpailua sähkömarkkinoilla.

Sähkömarkkinalain vaikutuksesta sähkön tuotanto ja siirto on eriytetty toisistaan, mikä on johtanut sähkön myynnin osuuden tehokkaaseen kilpailuttamiseen asiakkaiden toimesta sekä myyntituotteiden kehittymiseen. Siirtopalveluiden osuutta ei ole mahdollista kilpailuttaa samalla tavalla, joten verkkoliiketoiminnan valvonnan on toimittava hyvin sen alueellisen monopoliluonteen vuoksi.

2.1.1 Sähkön myyntiä koskeva lainsäädäntö

Sähkömarkkinoiden avautuminen mahdollisti sähkön myynnin kilpailuttamisen, mikä johti kustannusvastaavaan toimintaan sähkön hinnoittelun kannalta. Asiakas voi nykyisin kilpailuttaa sähkön myynnin osuuden sähkölaskustaan ja kilpailun piirissä olevan asiakkaan sähköenergian hinnoittelu voi olla yksilöllistä.[1; 2]

Sähkömarkkinalaki määrää toimitusvelvollisuuden, mikä tarkoittaa sitä, että jakeluverkon vastuualueella toimivan suurimman markkinaosuuden omaava sähkön myyjä on velvollinen toimittamaan vastuualueella sijaitsevalle sähkönkäyttäjälle sähköä kohtuulliseen hintaan tämän niin pyytäessä. Toimitusvelvollisella sähkönmyyjällä tulee olla julkiset sähkön myyntiehdot, myyntihinnat ja niiden määräytymisperusteet toimi-

tusvelvollisuuden piirissä oleville asiakkaille. Hinnoissa sekä niiden määräytymisperusteissa ei saa esiintyä kohtuuttomia tai sähkökaupan kilpailua rajoittavia ehtoja tai rajoituksia.[1]

2.1.2 Sähkön siirtohinnoittelua koskeva lainsäädäntö

Sähkömarkkinalaissa määrätään myös siirtovelvollisuus, joka tarkoittaa sitä, että paikallisen verkonhaltijan on myytävä sähkön siirtopalveluja niitä tarvitseville asiakkaille sähköverkon siirtokyvyn rajoissa kohtuulliseen hintaan. Jakeluverkonhaltijan tulee esittää julkisesti verkkopalveluiden yleiset myyntiehdot ja hinnat sekä niiden määräytymisperusteet. Hintojen ja myyntiehtojen tulee olla tasapuolisia sekä syrjimättömiä kaikille sähkönkäyttäjille. Verkkopalveluiden hinnoittelussa ei myöskään saa esiintyä kohtuuttomuuksia tai sähkökaupan kilpailua rajoittavia ehtoja tai rajoituksia. [1]

Siirtovelvollisuuden lisäksi sähkömarkkinalaissa määrätään pistehinnoittelu, jolla tarkoittaa sitä, että riippumatta asiakkaan maantieteellisestä sijainnista verkonhaltijan vastuualueella, on verkonhaltijan järjestettävä edellytykset sille, että asiakas voi asianomaiset maksut suorittamalla käyttää liittymispisteestään koko maan sähköverkkoa ja hankkia sähkönsä mistä päin Suomea tahansa. Asiakkaan suorittamat maksut kattavat siis koko siirtoketjun. [1; 2]

2.1.3 Energiamarkkinavirasto

Energiamarkkinavirasto (aikaisemmin Sähkömarkkinakeskus) on kauppa- ja teollisuusministeriön alalla toimiva asiantuntijavirasto, jonka tehtäviin kuuluu muun muassa sähkömarkkinalain noudattamisen ja siten sähkön siirtohintojen kohtuullisuuden valvominen [3]. EMV saa vuosittain tiedot jakeluverkkoyhtiöiden käyttämistä siirtohinnoista ja tutkii, onko yhtiön käyttämä hinnoittelu ollut kohtuullista tietyn pituisella tarkasteluvälillä.

Siirtohintojen kohtuullisuuden arvioinnissa EMV käyttää nykyisin valvontamallia, jonka avulla jakeluverkkoyhtiöiden siirtohinnoittelun kohtuullisuutta tarkastellaan yhden valvontajakson ajalta. Ensimmäinen valvontajakso oli kolmen vuoden mittainen kattaen vuodet 2005-2007. Toinen valvontajakson kesto on neljä vuotta kattaen vuodet 2008-2011. Kolmas valvontajakso on myös nelivuotinen ja sen alkamisen ajankohta on 1.1.2012 kestäen aina vuoden 2015 loppuun saakka. [4]

EMV laskee jakeluverkkoyhtiöiltä saamien tietojensa perusteella oikaistun tuloksen kullekin jakeluverkkoyhtiölle ja ilmoittaa niille, ylittääkö tai alittaako valvontajakson ajalle laskettu oikaistu tulos kohtuullisen tuoton määrän [4]. Sallitun tuoton rajan ylittyessä jakeluverkkoyhtiön on hyvitettävä asiakkailleen tilanne alempien siirtomaksujen muodossa tulevaisuudessa. Vastaavasti, mikäli jakeluverkkoyhtiön siirtohinnoittelu on ollut sallittua tasoa halvempaa, on jakeluverkkoyhtiöllä mahdollisuus korottaa siirtohintojaan tulevaisuudessa. [2; 4]

2.2 Siirtohinnoittelun perusperiaatteita

Koska yhdellä alueella ei ole mahdollista, suurten investointikustannuksien sekä muiden käytännön tekijöiden johdosta, sijaita useampia rinnakkaisia sähkönjakeluverkkoja, ei sähkönkäyttäjillä ole mahdollisuutta kilpailuttaa sähkönsiirron osuutta sähkölaskustaan toisin kuin sähkön myynnin osuutta. Alueella toimii vain yksi paikallinen jakeluverkonhaltija, jonka toiminta on kilpailun puutteen vuoksi luonnollinen, alueellinen monopoli.

Verkkoliiketoiminta on monopoliluonteensa vuoksi tarkasti säädelty. Sähkömarkkinalaissa todetaan, että siirtohinnoittelun on oltava kohtuullista, joten hinnoitteluun kytkeytyy tietynlaisia periaatteellisia rajoituksia. Seuraavaksi esitellään muutama olennainen siirtohinnoittelussa käytetty perusperiaate, joita noudatetaan laajalti.

2.2.1 Aiheuttamisperiaate

Aiheuttamisperiaatteen mukaan myytävälle tuotteelle tai suoritteelle kohdistetaan pelkästään ne kustannukset, jotka ovat aiheutuneet kyseisistä tuotteista tai suoritteista. Jakeluverkkoyhtiön perimien siirtomaksujen tulisi aiheutumisperiaatteen mukaan siis kattaa sähkön siirtämisestä aiheutuneet kustannukset siten, että asiakkaiden maksamat siirtomaksut kattavat mahdollisimman tarkasti asiakkaiden aiheuttamat todelliset kustannukset. Siirtohintojen rakenteiden tulisi siis olla sellaiset, että kunkin asiakkaan siirtohinta olisi mahdollisimman lähellä kustannusvastaavuuden toteutumista. [5; 6; 7]

Aiheuttamisperiaatteen toteutumista käytännön tasolla hankaloittaa sähkömarkkinalaissa määrätty pistehinnoittelu, jonka mukaan yksittäisen asiakkaan maantieteellinen sijainti ei saa vaikuttaa asiakkaan maksaman siirtomaksun suuruuteen. Hinnoittelua ei siis voida tehdä asiakaskohtaisesti perustuen esimerkiksi asiakkaan tarvitseman pienjänniteverkon pituuteen, jolloin ei päästä täydelliseen kustannusvastaavuuteen.

2.2.2 Yksinkertaisuusperiaate

Verkkoyhtiön siirtotuotteiden hinnoittelussa on pyrittävä siihen, että hinnoittelu on rakenteeltaan tarpeeksi yksinkertainen ja selkeä. Asiakkaan tulisi kyetä ymmärtämään sähkölaskunsa sisällön perusteella, mistä asiakkaan maksamat siirtomaksut muodostuvat. [6; 7]

Aiheuttamisperiaatteen ja yksinkertaisuusperiaatteen välillä on selkeä ristiriita. Mikäli haluttaisiin pyrkiä täydelliseen aiheuttamisperiaatteen toteutumiseen, jolloin jokainen asiakas maksaisi aiheuttamastaan siirtotien kustannuksista, tulisi jokaiselle asiakkaalle laatia oma siirtotuote. Tällöin hinnoittelusta tulisi sangen monimutkaista ja yksinkertaisuusperiaate ei toteutuisi. Siirtohintojen muodostamisessa on siis tehtävä kompromisseja, jotka pyrkivät aiheuttamisperiaatteen ja yksinkertaisuusperiaatteen riittävän tarkkaan toteutumiseen käytännössä. [5]

2.2.3 Markkinahintaperiaate

Yhdellä alueella toimivalla jakeluverkkoyhtiöllä ei ole alueellista kilpailua ja monopoliaseman vuoksi siirtotuotteiden markkinakelpoisuuden varmistamiseksi on käytettävä muita keinoja. Kilpailun puutteen vuoksi jakeluverkkoyhtiön on käytännössä vertailtava siirtohintojaan muiden Suomessa toimivien jakeluverkkoyhtiöiden siirtohintoihin saavuttaakseen markkinakelpoisuuden yleisellä tasolla siirtohinnoittelun osalta. [5]

Verkkoyhtiöiden käyttämät siirtohinnat ovat julkista tietoa, joten verkkoyhtiön julkisivun kannalta on olennaista, ettei sen hinnoittelu ole yleiseen tasoon nähden kohtuutonta. Mikäli asiakas kokee siirtohinnoittelun kohtuuttomaksi, voi tämä jättää epäilystään selvityspyynnön EMV:lle siirtohinnoittelun kohtuullisuuden arvioimiseksi. Varmistamalla, että verkkoyhtiön hinnoittelu on yleisellä tasolla kohtuullista, voidaan varmistaa se, ettei verkkoyhtiön hinnoittelusta tehdä ylimääräisiä selvityspyyntöjä EMV:lle. [5]

Suomessa toimivat jakeluverkkoyhtiöt eivät kuitenkaan pääsääntöisesti peri niin suuria siirtomaksuja kuin mitä valvontamalli antaisi myöden. Sallitun tuoton kannalta jää siis alijäämää, eli siirtohintoja olisi myös mahdollista korottaa monessa jakeluverkkoyhtiössä entisestään. [8]

2.2.4 Muita siirtohinnoittelua koskevia periaatteita

Jakeluverkkoyhtiön siirtohinnoittelussa on syytä kiinnittää huomiota siihen, että hinnoittelu on kestävää ja kannattavaa liiketoiminnan kannalta sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä. On huomioitava myös se, että asiakkaan on voitava luottaa siihen, että siirtohinnat ovat mahdollisimman pysyviä, eivätkä ne pitkälläkään aikavälillä vaihtele suuresti. Hinnoittelu ei saa esimeriksi äkillisten hintojen korotusten vaikutuksesta viedä pohjaa asiakkaan laiteinvestoinneilta. [9]

Hinnoittelun tulisi myös kannustaa asiakasta energiatehokkaaseen käyttäytymiseen. Erilaisten siirtotuotteiden ja tuotteiden osakomponenttien keskinäisiä suhteita muuttamalla voidaan ohjata asiakasta käyttämään sähköä sen ollessa halpaa tai sähköverkon kuormitustilanteen ollessa sopiva ja vastaavasti hillitsemään kulutustaan tilanteen ollessa päinvastainen. Siirtohintojen suunnittelussa on siis muotoiltava siirtohintojen perusmaksukomponenttien ja kulutuksen määrästä riippuvien komponenttien keskinäinen suhde sellaiseksi, että siirtomaksut sisältävät itsessään kannustimen energiatehokkaaseen käyttäytymiseen. [5]

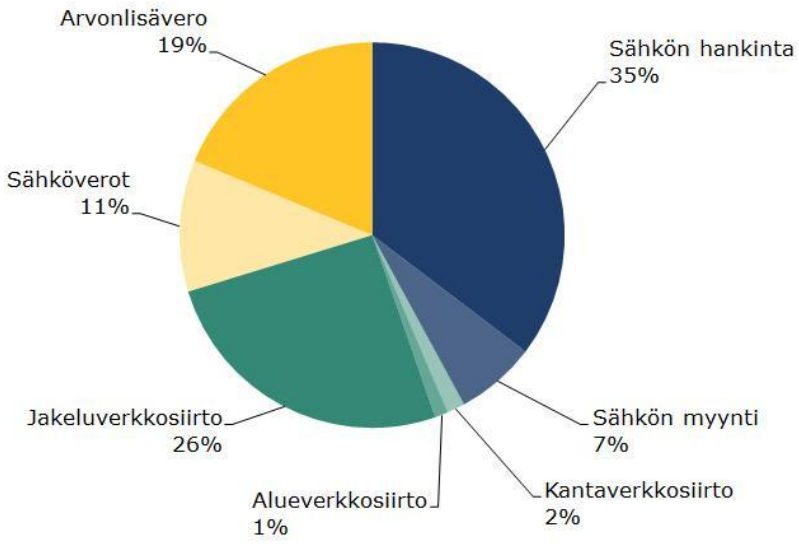
3 SÄHKÖTARIFFIEN MUODOSTUMINEN

Tämän luvun tarkoitus on luoda lukijalle käsitys siitä, mistä tyypillisen pienasiakkaan sähkölasku muodostuu. Kuluttajalla on mahdollisuus kilpailuttaa ostamansa sähköenergian osuus sähkölaskustaan, mutta sähkönsiirron osuus riippuu paikallisen verkkoyhtiön hinnoittelusta.

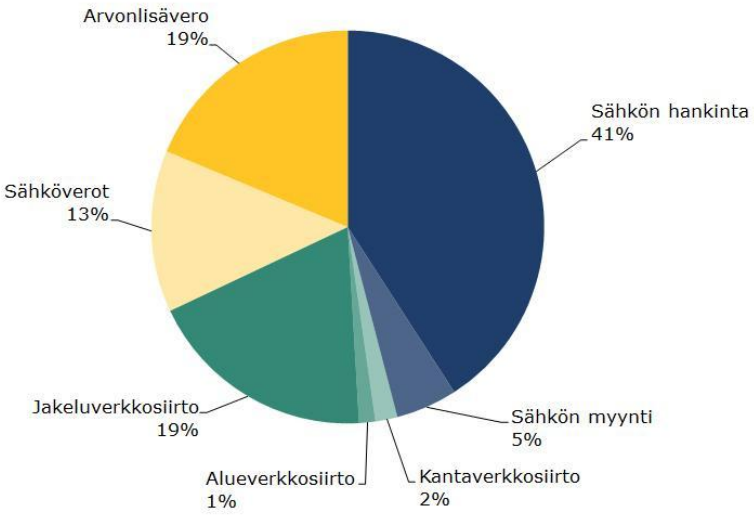
Luvun toisessa osassa avataan siirtohinnoitteluprosessia vaiheittain. Siirtohintojen tulee perustua todellisiin kustannuksiin ja hintojen määräytymisperusteiden on oltava kyllin selkeät ja perusteltavissa. Koska siirtohinnoittelulle ei ole määritelty tarkkaa laskentamenetelmää, käsitellään siirtohinnoitteluprosessia tässä työssä yleisellä tasolla.

3.1 Pienasiakkaan sähkölaskun muodostuminen

Asiakkaan sähkön hinta muodostuu useasta eri komponentista, joita ovat tiivistettynä sähköenergian osuus, sähkön siirron osuus sekä verojen osuus. Seuraavissa kuvissa 3.1 ja 3.2 on esitetty kahden erityyppisen pienasiakkaan sähkö hinnan eri komponenttien osuudet sähkölaskusta.



Kuva 3.1: *Kotitalouskuluttajan sähkölaskun muodostuminen komponenteittain.* [10]



Kuva 3.2: *Sähkölämmittäjän sähkölaskun muodostuminen komponenteittain.* [10]

Kuten edellisistä kuvasta voidaan havaita, on siirtohintojen ja sähköenergian komponenttien osuuksissa, suhteessa sähkölaskun kokonaissummaan nähden, eroja eri asiakastyyppien välillä. Kuvista voidaan myös havaita, että siirtomaksujen osuus sähkölaskusta on merkittävä.

3.1.1 Sähköenergian osuus

Sähköenergian osuudella tarkoitetaan varsinaista sähköenergian myyntiä sekä hankintaa. Sähkömarkkinat avattiin sähköenergian osalta kilpailulle 1995, mutta aluksi kilpailu rajoittui siten, että vain suuret asiakkaat (teholtaan 500 kW) pystyivät kilpailuttamaan sähköenergian osuuden sähkölaskustaan. Tehoraja poistui käytöstä kuitenkin vuonna 1997 ja nykyisin kaikilla sähkönkäyttäjillä on mahdollisuus ostaa sähkönsä miltä tahansa sähköä myyvältä yhtiöltä. [2]

Sähkömarkkinoilla sähköenergian hinta vaihtelee tunneittain riippuen hetkellisestä kysynnästä ja tarjonnasta. Eri sähköntuotantomuodoilla on erisuuret tuotantokustannukset ja mitä enemmän sähköenergiaa kulutetaan, sitä kalliimmaksi tuotetun sähköenergian tuntikohtainen hinta muodostuu. Tarvittava kysyntä pyritään kattamaan ensisijaisesti tuotantomuodoilla, joiden sähkön tuotannosta aiheutuvat muuttuvat kustannukset ovat alhaisimmat. Kysynnän kasvaessa aletaan sähköä tuottaa enemmän tuotantomuodoilla, joiden muuttuvat kustannukset ovat kalliimmat. Kullekin tunnille kysyntä- ja tarjouskäyrien leikkauspisteeseen muodostuu tuntikohtainen spot-hinta sähköenergialle, joka on sama kaikille tuotantomuodoille. [2]

Sähköenergian tuntikohtainen hinnan vaihtelu voi olla hyvinkin suurta. Tällöin yksittäisen tunnin, tyypillisesti raskas kuormitustilanne talvella, sähkön tuotantokustan-

nukset saattavat olla hyvinkin suuret. Kysynnän ollessa suurimmillaan, joudutaan sähköä tuottamaan enemmän hiilidioksidipäästöjä aiheuttavilla tuotantomuodoilla, jotka ovat samalla myös muuttuvilta tuotantokustannuksiltaan muita tuotantomuotoja kalliimpia.

Loppusähkönkäyttäjä ei kuitenkaan sähkölaskunsa osalta kohtaa sähkön hinnan todellista vaihtelua, sillä tyypillisesti sähkönkäyttäjä solmii määräaikaisia tai toistaiseksi voimassaolevia, kiinteähintaisia, sopimuksia sähkön myyjän kanssa ja tällöin sähköenergian hinnan eri tuntien väliset heilahtelut eivät näy asiakkaan sähkölaskussa [2]. Nykyisin tosin tarjotaan myös pienasiakkaille myyntituotteita, joiden myyntihinta seuraa sähkön pörssihintaa, mutta toistaiseksi näiden tuotteiden markkinaosuus on jäänyt pienasiakkaiden keskuudessa pieneksi [11].

3.1.2 Sähkön siirron osuus

Sähkön siirron osuus sähkön hinnasta koostuu sähkön siirrosta aiheutuvista kustannuksista eri sähköverkon tasoilla. Kantaverkkosiirron osuus aiheutuu kantaverkon rakentamis- ja ylläpitokustannuksista. Kantaverkkoyhtiö Fingrid perii kulutuksesta riippuvaa kantaverkkomaksua jakeluverkkoyhtiöiltä sekä sähköntuottajilta, joilla se pyrkii kattamaan siirtoverkkoyhtiön toiminnasta aiheutuneet kulut. [12] Siirron muut osuudet riippuvat jakeluverkkoyhtiön eri kustannuspaikoilla tapahtuvista kustannuksista, joita tarkastellaan tämän luvun loppupuolella tarkemmin.

Siirtokustannukset muodostuvat pienasiakkaan tapauksessa erilaisista osakomponenteista, joita ovat muun muassa perusmaksu, energiamaksu ja tehomaksu. Paljon sähköä käyttävillä tehoasiakkailla edellä mainittujen osakomponenttien lisäksi on vielä loistehon siirrosta aiheutuva loistehomaksu. Pienasiakkailla yleis- ja aikaportaittaisissa siirtotuotteissa perusmaksuun sisällytetään usein muut maksut siten, että siirtotuote koostuu vain perusmaksusta sekä yksi- tai useampiportaittaisesta energiankulutuksesta riippuvasta maksusta. Erillistä tehomaksua pienasiakkailla ei siis tyypillisesti ole. Paljon energiaa käyttävillä tehoasiakkailla teho- ja loistehomaksu ovat erillisiä komponentteja, eivätkä ne tällöin sisälly perusmaksuun. [5; 9]

3.1.3 Verojen osuus

Sähköstä kannetaan valmisteveroa, joka on porrastettu kahteen eri veroluokkaan. Ylemmän veroluokan veroa suoritetaan yksityisasiakkaiden sekä esimerkiksi palveluiden ja maa- ja metsätalouden osalta. Alempaa veroluokkaa sovelletaan teollisuudessa ja ammattimaisessa kasvihuoneviljelyssä. [13]

Jakeluverkkoyhtiö maksaa sähkön valmisteveroa sekä huoltovarmuusmaksua kulutukseen luovutetusta sähköstä ja maksattaa tämän asiakkaalla siirtomaksujen yhteydessä. Sähköveron lisäksi sähkölaskuun kuuluu arvonlisävero, jota maksetaan niin sähköenergiasta, sähkönsiirrosta kuin sähköveroistakin. [13]

3.2 Siirtotuotteiden muodostuminen

Jakeluverkkoyhtiön alueella tapahtuneesta sähkönsiirrosta aiheutuneet kulut on pyrittävä kattamaan siirtomaksuilla. Kustannuksien peittämiseksi jakeluverkkoyhtiö pyrkii kokoamaan tasapuolisen hinnaston, jonka avulla asiakkaille kohdistetaan kustannukset mahdollisimman kustannusvastaavasti.

Hinnaston muodostamiskäytännöt ja käytetyt menetelmät ovat jakeluverkkoyhtiökohtaisia, joten yhtä oikeaa ja luotettavaa tapaa muodostaa siirtohinnasto ei ole. Siirtohinnoitteluprosessi koostuu kuitenkin hyvin samankaltaisista osakokonaisuuksista, joita ovat tyypillisesti kustannusanalyysi, kulutusanalyysi sekä niiden avulla suoritettu kustannusten kohdistaminen siirtotuotteille ja lopullinen siirtotuotteiden muotoilu myyntikate huomioiden. [2]

3.2.1 Kustannusanalyysi

Kustannusanalyysin tarkoitus on kartoittaa jakeluverkkoyhtiön toiminnasta aiheutuneet kustannukset ja ohjata kustannukset kustannuspaikoille, eli jakeluverkon eri osille, siten, että aiheutumisperiaate toteutuu mahdollisimman tarkasti. Kustannuspaikkoja jakeluverkkoyhtiön tapauksessa ovat sähköverkon osalta esimerkiksi alueverkko, sähköasemat, keskijänniteverkko, jakelumuuntamot ja pienjänniteverkko, jotka havainnollistuvat myös seuraavasta kuvasta 3.3.

Kuva 3.3: *Jakeluverkkoyhtiön kustannuspaikkoja.* [2]

Jakeluverkkoyhtiön alueella suurin kustannuserä muodostuu jakeluverkkoon sidotun pääoman aiheuttamista kustannuksista. Tyypillisesti kertaluontoiset investoinnit voidaan jakaa vuotuisiin tasapoistoeriin, jolloin kustannukset jakautuvat tasaisesti joka vuodelle kunkin komponentin käyttöiän ajalle. Mikäli investoinnit on katettu vieraalla pääomalla, syntyy luonnollisesti myös korkokuluja. [9]

Toinen merkittävä kustannuserä verkkoyhtiölle aiheutuu operatiivisista kustannuksista, jotka käsittävät muun muassa käyttö- ja kunnossapitokulut sekä hallinnon ja palkkojen aiheuttamat kustannuserät. Jakeluverkkoyhtiölle aiheutuu myös kuluja, jotka ovat riippuvaisia siirretyn sähköenergian määrästä. Tällaisia kustannuksia ovat esimerkiksi kantaverkkoyhtiölle (Fingrid) maksettavat liityntäpistemaksut, loistehon hankinnasta kantaverkkoyhtiöltä aiheutuvat kustannukset sekä jakeluverkossa tapahtuvat häviökustannukset [9].

3.2.2 Kulutusanalyysi

Kulutusanalyysin tavoite on kartoittaa jakeluverkon kuormitus käyttöpaikoittain ja muodostaa käsitys siitä, miten erilaiset asiakkaat osallistuvat verkon kuormitukseen eri ajankohtina sekä miten kuormitustilanne tulee todennäköisesti tulevaisuudessa muuttumaan. Jotta on mahdollista kohdistaa eri kustannuspaikoilla aiheutuneet kustannukset asiakkaille aiheuttamisperiaatteen mukaisesti, on määritettävä kunkin kustannuspaikan sähköiset suureet, joiden avulla voidaan kohdistaa kustannukset perustuen todellisiin kulutustietoihin. [5; 9; 14; 15]

Kulutusanalyysin suorittamisessa hyödynnetään asiakastietojärjestelmää sekä verkkotietojärjestelmää. Kustannuspaikoittain pyritään saamaan tarkat mittaustiedot kulutuksesta ja tietojärjestelmien avulla voidaan laskennallisesti määrittää kunkin asiakas- tai siirtotuoteryhmän osallistuminen kustannuspaikoilla tapahtuvaan kuormitukseen tunneittain. Kiinnostavia sähköisiä suureita siirtohinnoittelun kannalta ovat etenkin kustannuspaikalla siirretty energia sekä huippukuormitusteho. [5; 9; 14; 15]

3.2.3 Kustannusten kohdistaminen siirtotuotteille

Kun tiedetään kussakin jakeluverkon kustannuspaikassa tapahtuvat kustannukset sekä kunkin kustannuspaikan kuormitukset eri vuoden tunteina, on mahdollista suorittaa kustannuslaskenta käyttäen esimerkiksi keskikustannuslaskentaa, missä kustannuspaikan kustannukset jaetaan valitulla suureella, eli kustannusajurilla, ja tulokseksi saadaan yksikkökustannukset. Kustannusajurina toimivat kustannuspaikasta riippuen esimerkiksi edellä mainitut tehot, energiat tai asiakasmäärät. Keskikustannuslaskenta on menetelmänä yksinkertainen ja sen avulla voidaan jakaa kustannuspaikkojen kustannukset asiakasryhmille tasaisesti. Keskikustannuslaskennan avulla ei aiheuttamisperiaate toteudu täysin. [5; 9; 14; 15]

Toinen laskentamenetelmä on nimeltään rajakustannuslaskenta. Rajakustannuslaskenta kertoo syntyvien lisäkustannuksien määrän, kun kapasiteettia kasvatetaan yhdellä yksiköllä. Rajakustannuslaskenta on keskikustannuslaskentaan verrattuna monimutkaisempi, mutta tarkkojen lisäkustannuksien avulla voidaan päästä lähemmäs aiheuttamisperiaatteen toteutumista. [5; 9; 14; 15] Käytettävän laskentamenetelmän valinta on jakeluverkkoyhtiökohtainen päätös ja niitä ei tässä työssä käsitellä syvemmin.

Kustannuslaskennan avulla pyritään jakamaan kustannuspaikkojen kustannukset joko asiakasryhmille tai suoraan olemassa oleville siirtotuotteille. On otettava huomi-

oon, että kustannuksia kohdistaessa pistehinnoittelu estää aiheutumisperiaatteen täydellisen toteutumisen, joten eri kustannuspaikoilla sijaitsevien samanlaisten asiakkaiden tapauksessa on huomioitava, että hinnoittelussa ei rikota sähkömarkkinalakia.

3.2.4 Tuottotavoitteet

Jakeluverkkoyhtiö lisää sen hallinnon määrittämän tuottotavoitteen mukaisen osuuden siirtohintoihin. Tuottovaatimuksien, eli myyntikatteen, lisäys siirtohintoihin pyritään mitoittamaan sellaiseksi, että se ei tee hinnoittelusta kohtuutonta ylittämällä suurimman sallitun tuoton rajan. [14]

Sallitulle tuotolle ei ole viranomaisen toimesta määritetty absoluuttisia arvoja, vaan sen suuruus arvioidaan aina jakeluverkkoyhtiökohtaisesti. Sallitun tuoton määrä on riippuvainen esimerkiksi sähköverkon jälleenhankinta-arvosta, toiminnan tehostamisesta ja myös tutkimuksesta ja kehityksestä innovaatiokannustimen tullessa mukaan valvontamalliin kolmannen valvontajakson alkaessa vuonna 2012. Innovaatiokannustimen tarkoitus on kannustaa jakeluverkonhaltijoita kehittämään uusia ja innovatiivisia teknillisiä sekä toiminnallisia ratkaisuja, jotka parantavat palvelun laatua. [4]

3.2.5 Siirtotuotteiden muotoutuminen

Siirtotuotteiden hinnoittelun viimeistelyssä pyritään muotoilemaan siirtohinnasto siten, että se on sähkömarkkinalain, yleisten siirtohinnoitteluperiaatteiden sekä jakeluverkkoyhtiön omien tavoitteiden mukainen. Hinnaston tulisi olla myös sellainen, että siirtotuotteiden asiakkaiksi saataisiin kohdistettua sellaiset asiakkaat, joille kukin siirtotuote on suunniteltu ja hinnaston avulla pystytään kannustamaan asiakasta energiatehokkaaseen käyttäytymiseen. Tällöin perusmaksujen ja kulutusmaksujen keskinäiset suhteet erilaisilla asiakkailla tulee määrittää järkevästi kussakin siirtotuotteessa. Esimerkiksi vähän sähköä käyttävien asiakkaiden perusmaksujen osuus on kulutusmaksun osuutta suurempi, kun taas paljon sähköä käyttävien asiakkaiden kulutusmaksun osuus on perusmaksua suurempi. [5]

Siirtotuotteiden muodostaminen ja etenkin siirtohintojen lopullinen muotoilu on iteratiivinen prosessi ja hinnaston määrittämisessä on luonnollisesti tehtävä kompromisseja, jotta aiheuttamisperiaate ja yksinkertaisuusperiaate toteutuvat sopivassa suhteessa. Siirtohinnoittelulle ei ole olemassa yhtä yksinkertaista menetelmää, koska paikalliset muuttujat, kuten jakeluverkon sekä asiakaskannan rakenne, voivat olla hyvinkin erilaiset eri jakeluverkkoyhtiöiden alueilla ja niiden vaikutukset johtavat luonnollisesti hieman vaihteleviin hinnoittelukäytäntöihin.

4 PERINTEISET SIIRTOTUOTERAKENTEET

Suomessa pieni- ja keskikokoisille sähkönkäyttäjille tarjotaan pääsääntöisesti kolmea tai neljää erilaista siirtotuotevaihtoehtoa. Siirtotuotteiden rakenteet muistuttavat periaatteellisesti toisiaan, mutta etenkin kulutusmaksujen suhteen erilaisilla siirtotuotteilla on huomattavia eroja.

Kunkin tässä luvussa esiteltävän siirtotuotteen kohdeasiakasryhmät poikkeavat toisistaan sähkön käyttömäärän sekä sähkönkäytön ajallisen jakautumisen mukaan ja siirtohintojen eri osakomponenttien erilaisilla painotustavoilla on mahdollista kannustaa tiettyyn asiakasryhmään kuuluvat sähkönkäyttäjät valitsemaan oikea, kyseiselle käyttäjätyypille suunniteltu, siirtotuotevaihtoehto.

4.1 Yleistuote

Yleistuote, usein yleissähkö, on tarkoitettu vähän sähköä käyttävälle asiakkaalle, jonka vuosienergia alle 10 000 kWh vuodessa. Yleistuotteen asiakkaiden sähkönkäyttö sijoittuu ajallisesti pääosin päiväaikaan. Yleistuotteissa tehomaksu on tyypillisesti sisällytetty perusmaksuun. [13]

Perusmaksu rakentuu joko sulakekokoon perustuen porrastetusta tai kiinteästä perusmaksun osuudesta sekä yksiaikaisesta kulutuksesta riippuvasta kulutusmaksun osuudesta. Perusmaksun porrastuskäytännön toteutus on riippuvainen jakeluverkkoyhtiön asiakasrakenteesta. Esimerkiksi maaseudulla yksittäisen asiakkaan tarvitsema huipputeho voi olla hyvin suuri verrattuna muihin asiakkaisiin, jolloin pienen asiakasmäärän vuoksi on perusmaksu rakennettu sulakeportaittain muuttuvaksi. Tällöin esimerkiksi suuremman pääsulakkeen omaava asiakas maksaa suurempaa perusmaksua, mutta kulutusmaksu voi olla kaikille sulakeportaille sama. [14]

Kaupungissa asiakasmäärä on huomattavasti maaseutua suurempi ja yksittäisen asiakkaan vaikutus huipputehoon on maaseudun tapausta vähäisempi. Tällöin perusmaksu voidaan rakentaa kiinteäksi. Yleistuote kaupungissa toimivan jakeluverkkoyhtiön tapauksessa voi siis muodostua siten, että perusmaksun ja kulutusmaksun osuus on sama jokaiselle yleistuotteen asiakkaalle tiettyyn sulakeportaaseen asti. [14]

4.2 Aikatuote

Aikatuote, usein vuorokausituote tai yösähkö, on siirtotuote, joka on tyypillisesti tarkoitettu keskisuurelle sähkönkäyttäjälle, jolta löytyy sähkölämmitys. Aikatuote muodostuu, kuten yleistuotekin, joko sulakeporrastetusta tai kiinteästä perusmaksun osuudesta sekä siirretyn sähkön määrästä riippuvasta kulutusmaksusta. Kulutusmaksu aikatuotteen osal-

ta on tyypillisesti porrastettu kahteen aikaportaaseen, joista ensimmäinen kattaa päiväajan (klo 07:00-22:00) ja toinen porras kattaa vastaavasti yöajan. [13]

Öisin sähköverkon kuormitus on tyypillisesti päiväaikaa pienempi, jolloin vapaata tehokapasiteettia sähköverkossa on enemmän käytössä. Hinnoittelemalla aikatuotteen kulutusmaksun yöosan päiväosaa halvemmaksi voidaan kannustaa asiakasta siirtämään kuormitustaan yön tunneille, jolloin tilanne on jakeluverkon kannalta edullinen ja myös asiakas saa yöllä halvempaa sähköä.

4.3 Kausituote

Kausituote, usein vuodenaikatuote, on myös tyypillisesti tarkoitettu keskisuurille asiakkaille, joilla on varaava sähkölämmitys, mutta asiakkaalla on myös vaihtoehtoinen lämmitystapa sähkölämmityksen rinnalle. Kausituote muodostuu sulakeporrastetusta perusmaksun osuudesta sekä kaksi- tai useampiportaisesta kulutusmaksusta, joka riippuu siirretyn sähkön määrästä. [5; 13]

Kausituotteen tapauksessa kulutusmaksun osuus on porrastettu siten, että talvella kulutusmaksu on selvästi suurempi kuin mitä muuna aikana. Porrastus voidaan jakaa talven osalta vielä siten, että öisin ja viikonloppuisin kulutusmaksu on arkipäiviin nähden edullisempi. [5; 13]

4.4 Sähkönkäytön ohjauksen sisältävä siirtotuote

Osassa Suomessa toimivien jakeluverkkoyhtiöiden siirtotuotevalikoimassa on myös tarjolla siirtotuotteita, jotka sisältävät ohjattavien kuormien hyödyntämistä. Kuormanohjauksen sisältävän siirtotuotteen valitseminen edellyttää tyypillisesti sitä, että asiakkaalla on käytössään kuormanohjauslaitteisto, jota ohjataan jakeluverkkoyhtiön toimesta tarpeen mukaan. Ohjattavat kuormat ovat pääosin lämmityskuormia, kuten sähkölämmitys tai esimerkiksi sähkökiukaat. [16]

Sähkönkäytön ohjauksen sisältävä siirtotuote rakentuu perusmaksusta, kaksiaikaisesta kulutusmaksusta, joista toinen kattaa päiväajan ja toinen yöajan sekä tehomaksusta, joka voi riippua esimerkiksi lämmitysjärjestelmän tehosta. [9] Yöajan kulutusmaksu on tyypillisesti päiväaikaa halvempi ja ohjattavien lämmityskuormien päälle kytkennät pyritään ajoittamaan pääosin halvemmalle ajalle. [16]

Sähkönkäyttöä ohjaavissa kaksi- tai useampiportaisissa siirtotuotteissa on kiinnitettävä huomiota siihen, ettei asiakkaiden ohjattavia kuormia kytkettäisi samanaikaisesti päälle. Porrastamattomista kytkennöistä aiheutuva kuormituspiikki voi helposti ylittää aikaisemman huipputehon, jolloin sähköverkko rasittuu huomattavasti enemmän ja alkuperäinen tarkoitus rajoittaa kuormitushuippuja epäonnistuu. Lisäksi tehontarpeen lisääntyminen vaikuttaa suoraan siirtohintoihin tehomaksun kautta. [15]

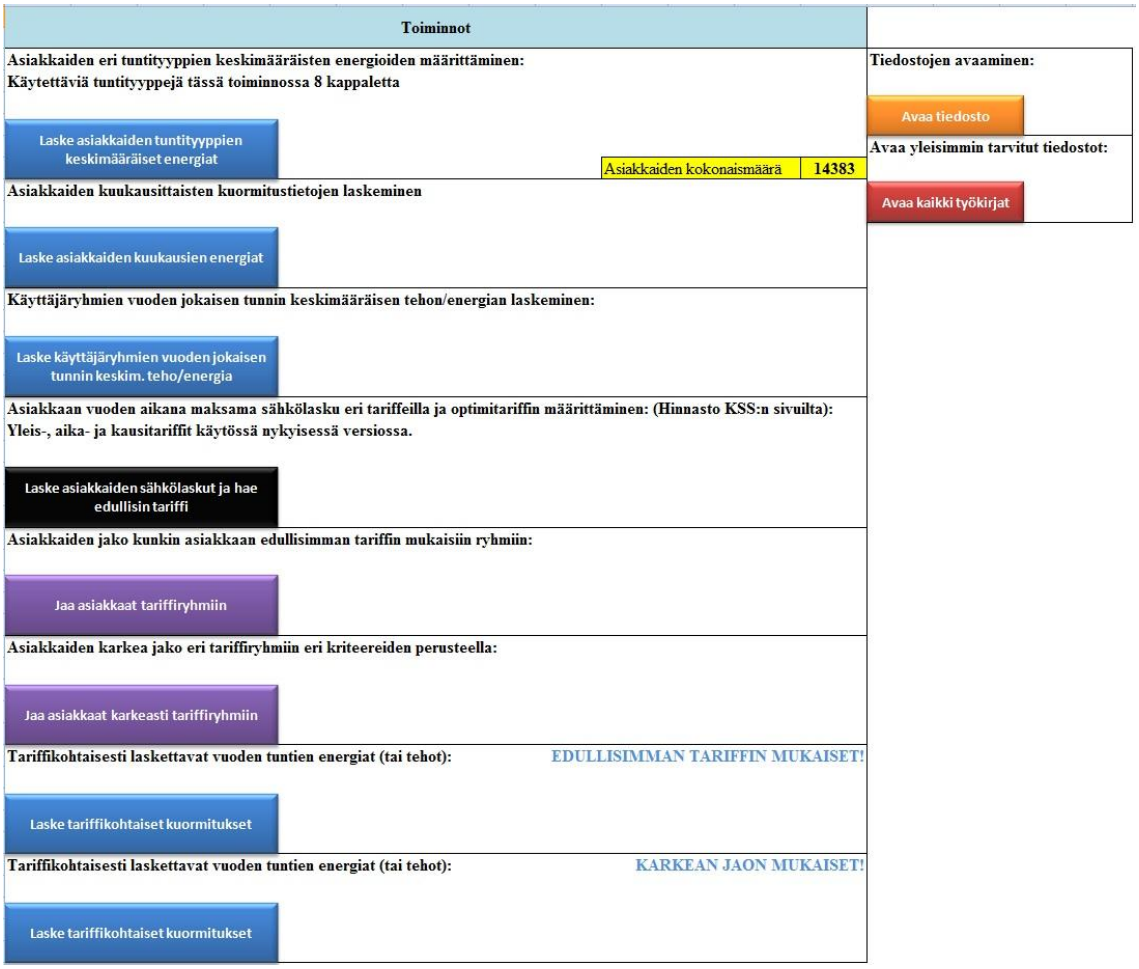
5 LASKENTATYÖKALU

Siirtotuotteiden tutkimista varten on Tampereen teknillisen yliopiston Sähköenergiatekniikan laitoksella osana Cleen Oy:n Smart Grids and Energy Markets (SGEM) -tutkimusohjelmaa kehitteillä laskentatyökalu, jonka tarkoitus on toimia tukena sekä perinteisiä että uusia siirtotuoterakenteita koskevien kehitysmahdollisuuksien tutkimuksessa.

Laskentatyökalun tekemiseen on käytetty Microsoft Office Excel 2007 -taulukkolaskentaohjelmistoa sekä suuren datamäärän käsittelyyn ja laskennan automatisointiin Visual Basic for Applications -ohjelmointityökalun avulla ohjelmoituja funktioita. Tässä luvussa käydään läpi laskentatyökalun nykyistä toiminnallisuutta sekä sen tulevaisuuden kehityssuuntia.

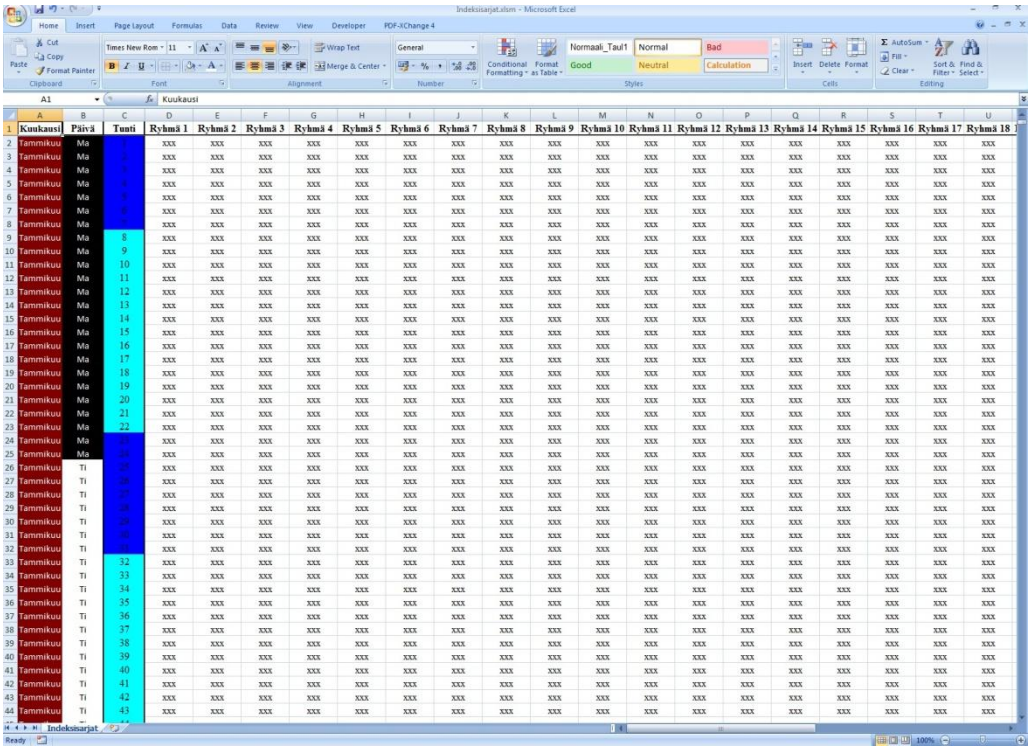
5.1 Laskentatyökalun rakenne ja toiminnallisuus

Laskentatyökalu koostuu useasta eri tiedostosta, joita hallinnoidaan keskitetysti päätiedoston avulla. Päätiedosto sisältää hallintavälilehden, johon on sijoitettu painonapeilla ajettavia toimintoja. Kukin toiminto käyttää hyväksi useampaa eri tiedostoa, kuten esimerkiksi asiakastietoja sekä indeksisarjoja, jotka avataan päätiedoston rinnalle. Kuvassa 5.1 esitetään laskentatyökalun hallintavälilehti, jonka avulla käyttäjä voi suorittaa erilaisia laskentatoimenpiteitä.



Kuva 5.1: *Laskentatyökalun hallintavälilehti sisältäen tämänhetkistä toiminnallisuutta.*

Asiakastietoihin ja käytettävissä oleviin indeksisarjoihin perustuen voidaan laskea halutun suuruisen asiakasmäärän kuormitustietoja. Laskentaan osallistuvien asiakastietojen lukumäärä on käyttäjän määritettävissä. Kuormitustietojen laskenta laskentatyökalun nykyisellä rakenteella perustuu 37 erilaiseen indeksisarjaan, jotka kuvaavat erilaisten asiakkaiden tyypillistä vuotuista kuormituskäyttäytymistä. Periaatteellinen indeksisarjatiedoston rakenne on esitetty seuraavassa kuvassa 5.2.



Kuukausi	Päivä	Tunti	Ryhmä 1	Ryhmä 2	Ryhmä 3	Ryhmä 4	Ryhmä 5	Ryhmä 6	Ryhmä 7	Ryhmä 8	Ryhmä 9	Ryhmä 10	Ryhmä 11	Ryhmä 12	Ryhmä 13	Ryhmä 14	Ryhmä 15	Ryhmä 16	Ryhmä 17	Ryhmä 18
Tammikuu	Ma	1	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	2	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	3	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	4	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	5	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	6	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	7	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	8	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	9	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	10	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	11	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	12	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	13	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	14	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	15	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	16	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	17	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	18	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	19	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	20	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	21	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma	22	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ma		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ti		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ti		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ti		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ti		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ti		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ti		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ti		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ti	32	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ti	33	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ti	34	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ti	35	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ti	36	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ti	37	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ti	38	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ti	39	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ti	40	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ti	41	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ti	42	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Tammikuu	Ti	43	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx

Kuva 5.2: *Indeksisarjat sisältävän tiedoston rakenne.*

Indeksisarjoissa ei ole huomioitu hajonnan vaikutusta, vaan ne kuvaavat keskimääräistä kuormitusta. Indeksisarjojen maksimilukumäärä on Excelin suhteen rajoitettu, sillä yhdellä välilehdellä on mahdollista olla 16384 saraketta. Käytännössä tämä ei kuitenkaan rajoita laskentatyökalun toiminnallisuutta, sillä rajan tullessa vastaan voidaan luoda uusi välilehti tai tiedosto tarpeen mukaan. Indeksisarjoja on siis mahdollista lisätä joko nykyisten indeksisarjojen perään tai jo olemassa olevia indeksisarjoja on mahdollista korvata uusilla käyttäjän niin halutessa.

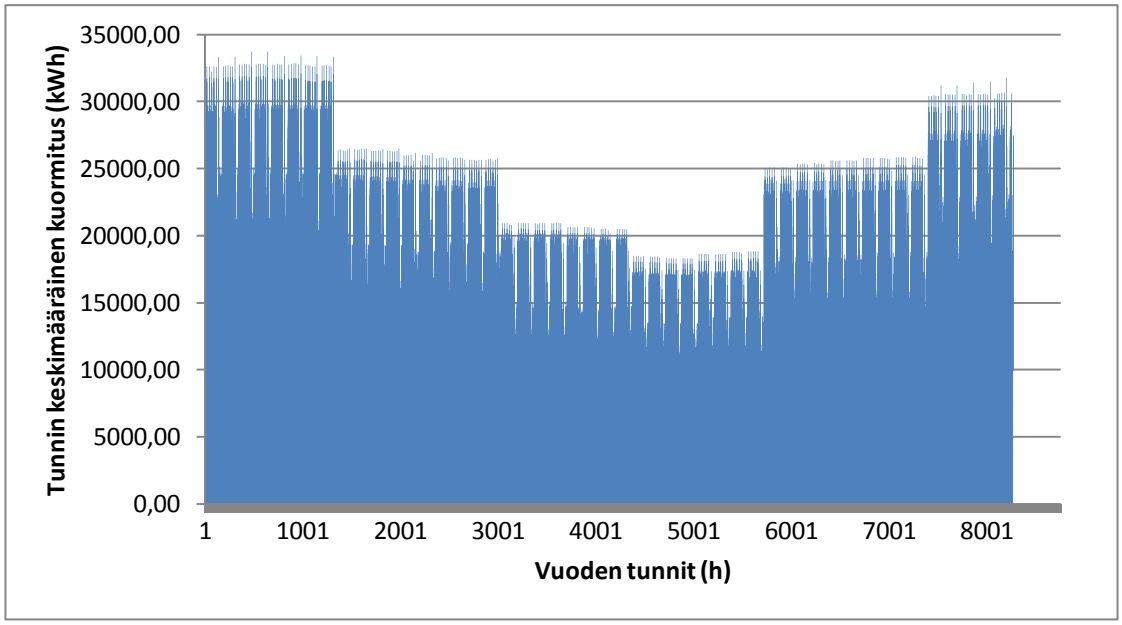
Indeksisarjoihin tehtävien muutoksien yhteydessä on muutokset huomioitava myös asiakastiedoissa. Mikäli uuden indeksisarjan piiriin halutaan liittää asiakkaita, on asiakastietoihin tehtävä muutos kyseisten asiakkaiden kuormituskäyrätietojen kohdalle. Laskentatyökalun toiminnallisuudessa indeksisarjojen tunnit on asetettu alkamaan siten, että indeksisarjojen ensimmäinen tunti kuvaa vuoden ensimmäisen päivän, joka on asetettu maanantaiksi, ensimmäistä tuntia klo 00:00-01:00.

Indeksisarjat sisältävässä tiedostossa on laskennan helpottamiseksi ja havainnollistamiseksi ohjelmoitu funktio, jonka avulla voidaan värjätä kunkin vuoden tunnin solu sitä vastaavaa tuntityyppiä kuvaavalla värillä. Väritys on toteutettu siten, että erilaisia tuntityyppejä on tällä hetkellä käytössä kahdeksan kappaletta. Nämä värit kuvaavat seuraavia tuntityyppejä: talviarkiyö, talviarkipäivä, talvipyhäyö, talvipyhäpäivä, kesäarkiyö, kesäarkipäivä, kesäpyhäyö, kesäpyhäpäivä. Pyhät sijoittuvat sunnuntaille ja nykyisessä toiminnallisuudessa ei ole toistaiseksi huomioitu arkipyhiä.

Yöaika sijoittuu nykyisessä toiminnallisuudessa aikavälille klo 22:00-07:00 ja loput vuorokauden tunneista on päiväaikaa. Tuntityyppien värityksessä käytetyssä funktiossa on lisäksi toiminto, jolla on mahdollista huomioida tunnin mittainen kellojen siir-

to tasauspäivien kohdalle. Tuntityyppien värityksen lisäksi indeksisarjoissa on havainnollisuuden vuoksi väritetty jokainen viikonpäivä ja kuukausi omilla väreillään.

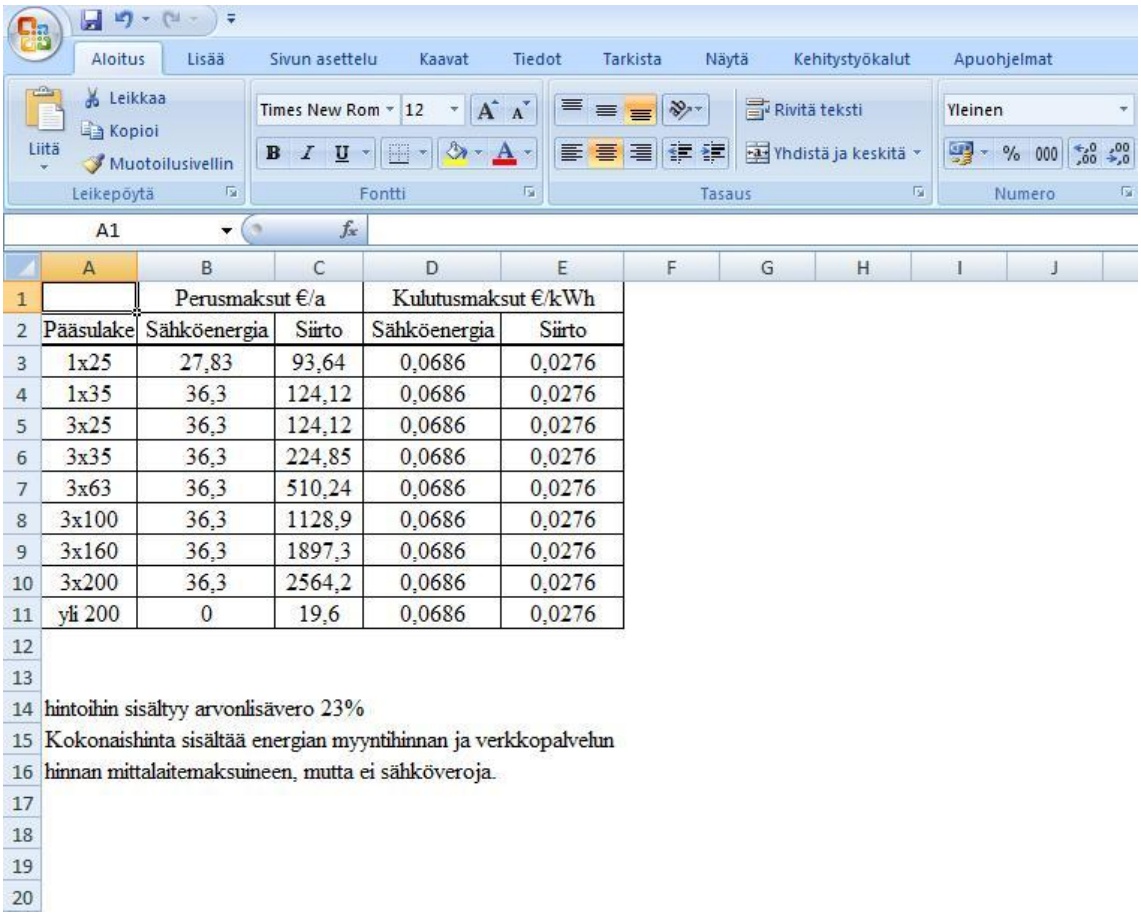
Kuormitustietojen laskennassa voidaan laskea joko käyttäjäryhmäkohtaiset kuormitukset kokonaisuudessaan ja näistä voidaan muodostaa koko asiakasjakauman kuormituskäyrä vuoden jokaiselle tunnille, joka on esitetty seuraavassa kuvassa 5.3.



Kuva 5.3: *Asiakkaiden kokonaiskuormitus yhden vuoden ajalta.*

Vastaavasti jokaiselle asiakkaalle voidaan laskea yksilöllisesti tuntityyppikohtaiset kuormitukset. Näitä tietoja voidaan hyödyntää jatkossa asiakkaiden siirtotuotteiden edullisuustarkasteluissa.

Asiakkaiden kuormitustietojen selvittämisen jälkeen on mahdollista tarkastella kunkin asiakkaan vuoden sähkölaskun suuruutta erilaisia hinnastoja käyttäen. Hinnasto on muodostettu omaan erilliseen tiedostoonsa. Laskentatyökalun nykyisessä versiossa on käytössä erään keskisuuren suomalaisen jakeluverkkoyhtiön toimitushinnaston mukaiset hinnat sähkön siirrolle [17]. Laskennassa on mahdollista huomioida sähkön myyntihinnat että siirtohinnat, mutta tässä yhteydessä laskennassa on jätetty myynnin osuus huomiotta, sillä kandidaatintyön pääpaino on sähkön siirtohinnoittelussa. Ennen laskentaa käyttäjä voi valita, otetaanko myyntihinnat huomioon. Erilaisia siirtotuotteita on käytössä nykyisessä toiminnallisuudessa kolme kappaletta: yleistuote, aikatuote ja kausituote. Hinnastotiedoston periaatteellista rakennetta havainnollistetaan kuvassa 5.4.

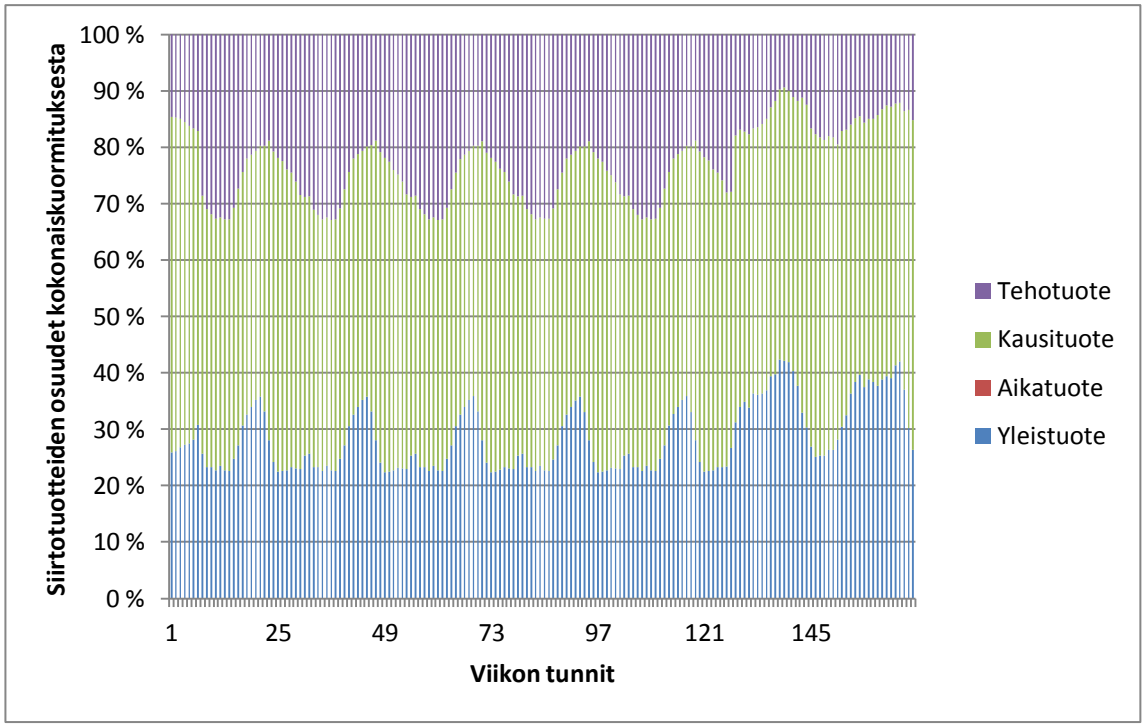


	A	B	C	D	E
1		Perusmaksut €/a		Kulutusmaksut €/kWh	
2	Pääsulake	Sähköenergia	Siirto	Sähköenergia	Siirto
3	1x25	27,83	93,64	0,0686	0,0276
4	1x35	36,3	124,12	0,0686	0,0276
5	3x25	36,3	124,12	0,0686	0,0276
6	3x35	36,3	224,85	0,0686	0,0276
7	3x63	36,3	510,24	0,0686	0,0276
8	3x100	36,3	1128,9	0,0686	0,0276
9	3x160	36,3	1897,3	0,0686	0,0276
10	3x200	36,3	2564,2	0,0686	0,0276
11	yli 200	0	19,6	0,0686	0,0276
12					
13					
14	hintoihin sisältyy arvonlisävero 23%				
15	Kokonaishinta sisältää energian myyntihinnan ja verkkopalvelun				
16	hinnan mittalaitemaksuineen, mutta ei sähköveroja.				
17					
18					
19					
20					

Kuva 5.4: *Hinnastot sisältävän tiedoston rakenne. Tällä hetkellä laskentatyökalussa käytössä kolme erilaista siirtotuotetta: yleis- aika- ja kausituote.*

Jokaiselle asiakkaalle on mahdollista hinnaston avulla laskea asiakkaan vuoden sähkölaskun suuruus perustuen edellisten kappaleiden mukaisiin kulutuslaskelmiin. Kun jokaiselle asiakkaalle on laskettu sähkölaskun suuruus kaikilla kolmella laskennassa käytössä olevalla siirtotuotteella, poimitaan niistä edullisin siirtotuotevaihtoehto uuteen sarakkeeseen. Laskennassa on oletettu, että ne asiakkaat, joilla on käytössä tuntitehomittaus (asiakkaan pääsulake > 63 A), ovat tehotuotteen piirissä ja tällöin asiakas ei ole yleis-, aika- tai kausituotteen piirissä, vaikka asiakkaan sähkölasku on laskettu kullakin kolmella tuotteella erikseen. Tulevaisuudessa AMR:n avulla saadut mittaustiedot sisältävät tiedon jokaisen asiakkaan tuntitehoista ja niitä ei ole tarpeen enää laskennallisesti määrittää.

Asiakkaat voidaan edullisuustarkastelun jälkeen jakaa omiin siirtotuoteryhmiinsä. Tällöin kukin asiakas on hinnaston määrittämän, asiakkaalle edullisimman, siirtotuotteen piirissä. Näiden tietojen avulla voidaan laskea kunkin siirtotuotteen asiakkaiden vuoden jokaisen tunnin kuormitus huomioiden se, että siirtotuotteen sisällä erityyppisten asiakkaiden kuormituskäyrät poikkeavat toisistaan. Kuvassa 5.5 on esitetty siirtotuotteiden osallistumiset talviviikon ajalta, jolloin kuormitus on verkossa suurimmillaan. Asiakkaat on jaettu siirtotuotteisiin edellä mainitulla tavalla.

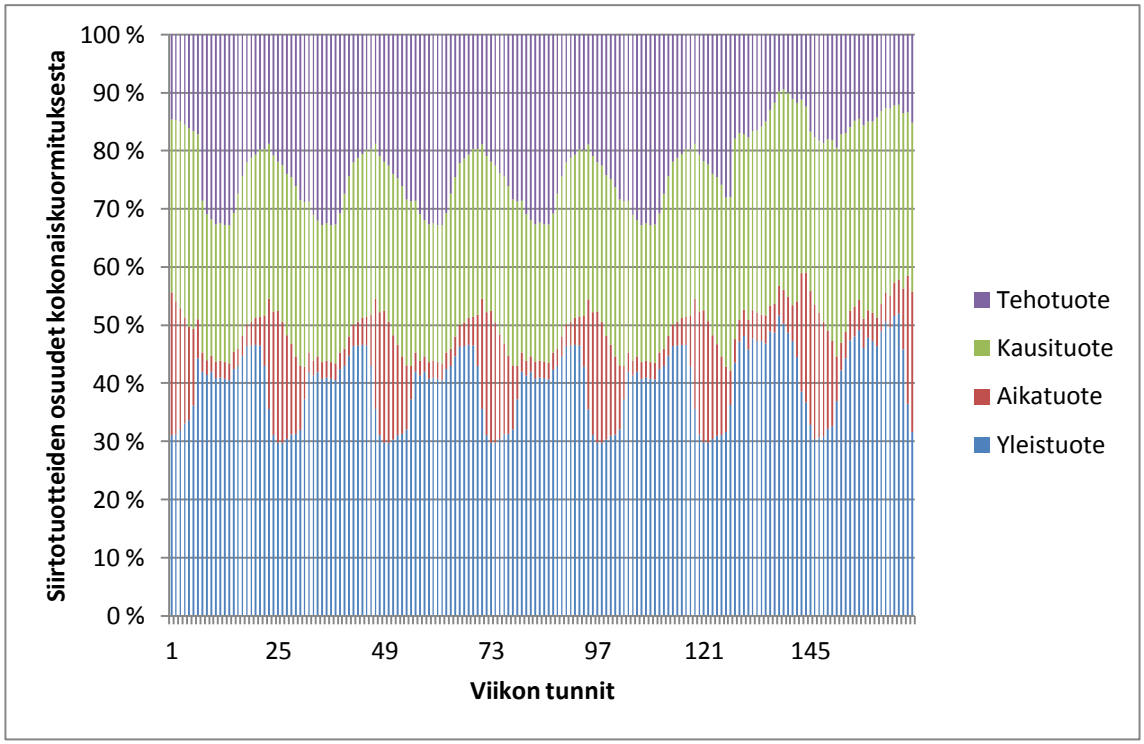


Kuva 5.5: *Eri siirtotuotteiden osallistuminen kuormitukseen sähköverkon huippukuormitusviikon tunteina. Asiakkaiden jako siirtotuotteisiin tehty kunkin asiakkaan optimisiirtotuotteen avulla käyttäen erään suomalaisen jakeluverkkoyhtiön käyttämää toimitushinnastoa* [17].

Laskennassa käytettyjen asiakastietojen, indeksisarjojen sekä hinnaston yhteisvaikutuksesta ei yhdellekään asiakkaalle tule optimisiirtotuotteeksi aikatuotetta, mikä havainnollistuu myös edellä esitetystä kuvasta 5.5.

Asiakkaiden jakaminen eri siirtotuotteiden piiriin on mahdollista tehdä myös karkeasti asiakastiedoista löytyvän vuosienergian sekä indeksisarjojen perusteella. Laskennallisesti voidaan määrittää asiakkaan vuoden eri tuntityyppien aikaiset kuormitukset. Asiakkaan vuosienergian suuruuteen sekä ajalliseen jakautumiseen perustuen voidaan erilaisia lajittelukriteerejä käyttämällä jakaa asiakkaat omiin siirtotuoteryhmiinsä.

Laskentatyökalun nykyinen toiminnallisuus on rakennettu siten, että kriteerinä yleistuoteryhmään on enintään 10 000 kWh vuodessa kuluttava asiakas. Aikatuotteen piiriin kuuluvat ne asiakkaat, joiden kulutus on suurempi kuin 10 000 kWh ja kulutus sijoittuu pääosin (yli 50 % kulutuksesta) yöaikaan, mutta asiakkaan kulutus on kesällä suurempaa (yli 50 % kulutuksesta) kuin talvella. Kausituotteen piiriin kuuluvat asiakkaat, joiden kulutus on myös suurempi kuin 10 000 kWh ja kulutus sijoittuu pääosin ajallisesti talviaikaan (yli 50 % kulutuksesta). Tehotuotteen piiriin kuuluvat yhä ne asiakkaat, joilta löytyy tuntitehomittaus. Asiakkaiden jakokriteereitä eri siirtotuotteisiin on mahdollista muutella tarpeen mukaan. Edellä mainittujen jakoperusteiden avulla on suoritettu laskenta ja tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa 5.6.



Kuva 5.6: *Eri siirtotuotteiden osallistuminen kuormitukseen jakeluverkon huippukuormitusviikon tunteina. Asiakkaiden jako siirtotuotteisiin tehty karkean jaon perusteella tekstissä mainituin perustein.*

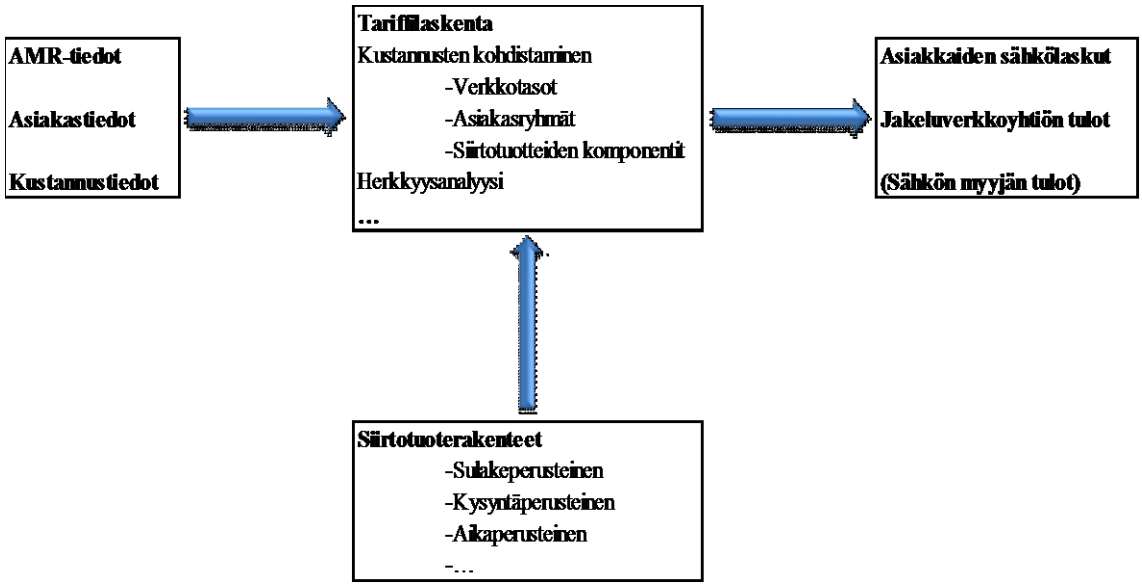
Siirtotuotekohtaisia kuormitustietoja eri kustannuspaikoilla on mahdollista käyttää tukena kustannuspaikoilla tapahtuvien kustannusten kohdentamiseen eri siirtotuotteille. Vaihtoehtoisesti on mahdollista myös tarkastella eri käyttäjäryhmien osallistumisia kustannuspaikkojen kuormitukseen ja laskettujen tietojen avulla voidaan kohdistaa kustannuspaikkojen kustannuksia eri käyttäjäryhmille.

Verkosto-omaisuuden huomioiminen sekä kustannusten kohdistaminen laskentatyökalun toiminnallisuudessa on kehityksen alla. Mielivaltaisen verkosto-omaisuuden vuotuisten pääomakustannusten rakenne muodostuu tällä hetkellä sähköasemien, keskijänniteverkon, jakelumuuntamoiden, pienjänniteverkon sekä mittauskustannusten osuuksista. Näiden lisäksi huomioidaan myös vuotuiset operatiiviset kulut, joiden kokonaiskustannusten on arvioitu olevan noin 50 % edellä mainituista pääomakustannuksista. Kustannusten kohdistamisprosessin keskeneräisyyden vuoksi sitä ei tämän syvemmin tässä yhteydessä käsitellä.

5.2 Laskentatyökalun kehitys tulevaisuudessa

Laskentatyökalun kehittäminen jatkuu tulevaisuudessa ja keskinäisiä asioita sen tulevaisuuden kehitysnäkymissä ovat muun muassa todellisten AMR:lla saatujen tuntimittaustietojen integroiminen laskentatyökalun toiminnallisuuteen ja vastaavien edullisuustarkastelujen tekeminen niiden avulla mittauksen piirissä oleville sähkönkäyttäjille. Ku-

vassa 5.7 on havainnollistettu laskentatyökalun taustalla olevia tavoitteita ja sen tulevaisuuden toiminnallisuuden periaatteellisia kehityssuuntia.



Kuva 5.7: *Laskentatyökalun tulevaisuuden tavoitteellinen toiminnallisuus tulevaisuudessa.Sisäänmenoinaan laskentatyökalu saa mittaus- ja asiakastietoja, joiden avulla kohdistetaan kustannuksia. Ulostulona laskennan tuloksena saadaan tiedot asiakkaiden sähkölaskujen suuruuksista ja tiedot jakeluverkkoyhtiön tuloista.*

Keskeinen tavoite laskentatyökalun kehityksessä on muodostaa sen avulla erilaisia hinnastoja, kuvassa 5.7 siirtotuoterakenteet, joiden perusteella voidaan laskea yksittäisen tai useamman asiakkaan sähkölaskujen suuruuksia. Laskentatyökalun tulevaisuuden toiminnallisuus tähtää siihen, että sen avulla voidaan kehittää uudenlaisia siirtotuotteita ja analysoida niiden vaikutuksia asiakkaan sähkölaskun suuruuteen sekä jakeluverkkoyhtiön tuloihin. Siirtotuotteiden kehittämisellä pyritään muodostamaan mahdollisimman optimaalinen ja kustannusvastaava siirtotuoterakenne, joka hyödyttäisi sekä asiakkaita että jakeluverkkoyhtiöitä sopivassa suhteessa.

6 SÄHKÖTARIFFIEN KEHITYSMAHDOLLISUUDET

Suomen sähkönjakeluverkoissa on meneillään mittava uudistus, kun jakeluverkkoyhtiöiden asiakkaiden sähkönkulutusta seuraavat perinteiset, kerran vuodessa luettavat, kWh-mittarit vaihdetaan etäluettaviin sähkömittareihin. Kehittyneemmät etäluettavat mittalaitteet oheislaitteineen sisältävät mittauksen lisäksi myös muunlaisia toimintoja, joita voidaan hyödyntää sekä sähköverkon että siirtotuotteiden suunnittelussa ja käytössä.

Tässä luvussa esitellään etäluettavat mittalaitteet ja AMR, jonka jälkeen siirrytään tarkastelemaan siirtotuotteiden kehitysmahdollisuuksia. Siirtohinnoittelun kehittämisellä voidaan vaikuttaa sähköverkon kuormitustilanteeseen etenkin raskaan kuormituksen aikoina, mutta hintojen kehittämiselle täytyy olla riittävät kannustimet, jotta sekä jakeluverkkoyhtiö että asiakas hyötyisivät tilanteesta. Luvun lopussa esitellään muutama uusi siirtotuoterakennevaihtoehto lyhyesti.

6.1 Etäluettavat sähkömittarit ja AMR

Valtioneuvosto on antanut asetuksen sähkömarkkinoista sekä sähkötoimitusten selvittämisestä ja mittaamisesta 5.2.2009, missä määrätään tuntimittausvelvoite. Sähkönkulutuksen mittaamisen on perustuttava tunneittain mitattuihin tietoihin ja mittauslaitteiston on oltava etäluettavissa. Asetuksen mukaan 80 % jakeluverkkoyhtiön asiakkaista tulee olla etäluettavan mittauksen piirissä viimeistään 31.12.2013. Tuntimittauksen mahdollistavat mittalaitteet on asetuksen mukaan luettava kerran päivässä. [18]

Etäluettavien mittareiden osalta vaatimuksiin kuuluu muun muassa etäluentamahdollisuus ja kyky kaksisuuntaiseen tiedonsiirtoon, minkä johdosta uusien mittalaitteiden sekä niiden oheislaitteiden tuomat kehitysmahdollisuudet siirtohinnoittelun kehittymisen kannalta verrattuna perinteisiin jäykkiin energiamittareihin ovat huomattavat. [19; 20; 21; 22]

Vanhojen mittalaitteiden lukemat on tyypillisesti luettu kerran vuodessa ja mitatun vuosienergian avulla on arvioitu laskennallisesti asiakkaan kunkin vuoden tunnin kulutusta erilaisten asiakasryhmien tyypillisiä kuormitusprofiileja mallintavien kuormituskäyrien avulla. Etäluettavan mittalaitteen ja AMR:n avulla jakeluverkkoyhtiöllä on mahdollisuus saada lähes reaaliaikainen ja tarkka mittaustieto asiakkaan todellisesta kulutuksesta eikä verkon vuoden eri tuntien kuormitustilannetta tarvitse arvioida laskennallisesti, mikä luonnollisesti sisältää aina jonkin verran epätarkkuutta. [20]

Mittaustoimintojen lisäksi uusissa AMR-laitteissa on erilaisia toimintoja, kuten esimerkiksi releiden avulla mahdollistettuja kuormanohjaustoimintoja. Kytkennät voidaan suorittaa laitteistoon ohjelmoitujen tietojen avulla esimerkiksi kellonaikoihin tai hintasignaaleihin perustuen. Asiakkaalla on siis tulevaisuudessa mahdollisuus vaikuttaa omaan kulutukseensa aktiivisesti, mutta toiminnan edellytyksenä on se, että asiakkaan on saatava jonkinlaista hyötyä toimenpiteistään, sillä ilman kannustimia asiakkaalla ei ole syytä muuttaa kulutustottumuksiaan. Saatavalla hyödyllä tässä yhteydessä tarkoitetaan rahallista etua. [5; 15; 22]

Tarkempien kulutustietojen saaminen on myös nostanut esiin kehitysmahdollisuuksia ja osaltaan myös kehityspaineita sähkötariffien suhteen. Kuten aikaisemmin työssä mainittiin, sähkön myynnin suhteen eräät sähkönmyyntiyhtiöt tarjoavat jo nykyisin sähkön spot-hintaa seuraavia myyntihintoja [11]. Etenkin siirtohintojen kehityksen osalta etäluettavien mittalaitteiden sekä oheislaitteiden rooli on merkittävä.

6.2 Siirtohinnoittelun kehittymisen vaikutukset

Etäluettavien mittalaitteiden sekä AMR:n hyödyntämisen mahdollisuudet siirtotuotteiden kehitysmahdollisuuksien osalta on tiedostettu laajalti. Kuten aikaisemmin työssä todettiin, on etäluettavien sähkömittareiden ja niiden oheislaitteiden avulla mahdollista hallita ohjattavia kuormia entistä joustavammin. Mahdollisuudet eivät tulevaisuudessa tule rajoittumaan pelkästään yksipuoliseen kuormienhallintaan, vaan myös sähkönkäyttäjällä on tulevaisuudessa mahdollisuus ottaa aktiivisesti osaa kysynnän joustavuuteen.

Nykyiset siirtotuoterakenteet eivät kuitenkaan sisällä kovin tehokasta kannustinta, joka saisi sähkönkäyttäjän toimimaan aktiivisemmin, joten tarjolle on saatava uudenlaisia siirtotuoterakenteita, jotka hyödyttävät sekä jakeluverkkoyhtiöitä sekä niiden asiakkaita. Siirtotuotteiden kehitys tulevaisuudessa tulee keskittymään enenevissä määrin siihen, että sähkön siirrosta aiheutuneet kustannukset minimoituvat ja niiden avulla voidaan kannustaa tehokkaasti asiakkaita käyttämään sähköä siten, että kuormitushuiput tasaantuisivat. [15]

6.2.1 Kuormien hallinta

Kuormien hallinnalla pyritään rajoittamaan kuormitushuippuja, jolloin tehontarve sähköverkossa on suurimmillaan. Raskaan kuormituksen aikana sähköverkon kapasiteetti saattaa tulla rajoittavaksi tekijäksi. Sähköverkon suunnittelussa sähköverkko mitoitetaan huipputehoon perustuen huomioiden tehojen risteily. Sähköverkon rakentamisesta tai vahvistamisesta aiheutuneet kustannukset maksaa ensin jakeluverkkoyhtiö ja lopuksi asiakas siirtomaksuina, jolloin on sekä asiakkaan että jakeluverkonhaltijan etujen mukaista, että sähköverkon rakentamis- ja vahvistuskustannukset pyritään minimoimaan verkkopalvelun laadun säilyessä riittävän hyvänä. [21]

Kuormien hallinta, tai kuormien ohjaus, on ollut käytössä sähkönjakeluverkoissa jo pidemmän aikaa. Nykyiset siirtotuotteet, esimerkiksi Helsingin Energian Ohjattu yösiirto [16], joissa hyödynnetään kuormien hallintaa, perustuvat enimmäkseen lämmitys-

kuormien ohjaukseen erillisen ohjausjärjestelmän avulla siten, että lämmityskuormat kytketään päälle yöaikana, jolloin siirtokapasiteettia on käytettävissä enemmän. Hallinta on mahdollista suorittaa siten, että asiakkaan toimenpiteille ei ole tarpeita, vaan ohjauskäskyt kuormanhallintalaitteistolle on lähetetty jakeluverkkoyhtiön puolesta automaattisesti. Kuormien kytkentä pyritään suorittamaan porrastetusti siten, että kuorman lisääminen ei aiheuta entistä suurempaa piikkiä sähköverkon kuormituksessa. Perinteiset kuormanohjauslaitteet eivät ole kovinkaan joustavia ja niiden toiminnallisuus rajoittuu lähinnä yksinkertaisiin kytkentätoimenpiteisiin [21]. Kehittyneemmän tekniikan avulla on mahdollista hyödyntää kuormien hallintaa siten, että kuormia pystytään ohjaamaan joustavammin erilaisiin signaaleihin, kuten esimerkiksi sähkön markkinahintaan tai tehorajoihin, perustuen. [20; 21]

6.2.2 Kysyntäjousto

Kysyntäjoustolla tarkoitetaan kuormituksen kykyä mukautua ja reagoida järjestelmän tilaan säätelemällä kuormitustaan esimerkiksi sähkön markkinahinnan mukaan. Kysyntäjousto ei välttämättä tarkoita sähkönkäytön vähentämistä, eli kulutetun energian määrän pienentämistä, vaan tarkoitus on siirtää kulutuksen ajankohtaa siten, että sähköverkossa ei synny yksittäisiä suuria kuormituspiikkejä vaan kuormitus jakautuu tasaisesti eri ajoille, jolloin kuormitusprofiilista tulee mahdollisimman tasainen. [23] Kysyntäjouston avulla on mahdollista vähentää sähköverkossa tapahtuvia kuormitushäviöitä sekä pienentää sähköverkon vahvistamistarpeista aiheutuvia lisäinvestointikustannuksia.

Monet kysyntäjoustoa käsittelevät tutkimukset keskittyvät pääosin sähköä myyvien energiayhtiöiden näkökulmiin. Sähkön myyntiyhtiöiden ja jakeluverkkoyhtiöiden tavoitteet kysyntäjoustolle kuitenkin poikkeavat toisistaan siten, että myyntiyhtiöiden näkemys kysyntäjoustosta on jouston lisääntyminen sähkön kysyntään etenkin raskaiden kuormitustilanteiden kohdalla, jolloin sähkönkäyttö on helpommin ennustettavissa ja tällöin esimerkiksi tuotantosuunnitelmien tekeminen helpottuu ja energiantuotanto valtakunnan tasolla voidaan turvata paremmin. Jakeluverkkoyhtiöiden tavoite kysyntäjouston toteutumisesta kohdistuu jakeluverkon tasaiseen kuormitukseen ja mahdollisten siirtokapasiteettia rajoittavien pullonkaulatilanteiden rajoittaminen. Yksittäisen jakeluverkkoyhtiön kuormitushuippu ei välttämättä osu samalle kohdalle kuin valtakunnan tason huippukuormitus, jolloin ei voida puhua täysin samoista asioista kysyntäjouston kohdalta edellä mainituista näkemyseroista johtuen. [22; 23]

Eräs tapa saada aikaan kysyntäjoustoa on saattaa tieto sähkön hinnasta asiakkaan tietoon. Hintasignaalin vaikutus saa osan asiakkaista säännöstelemään kulutustaan, mutta tämä ei päde yleisesti, sillä on kuitenkin olemassa asiakkaita, joiden kulutuskäyttäytyminen on riippumaton sähkön hinnasta. Hintasignaalit voidaan myös kytkeä suoraan laitteistoon, jolloin asiakkaan ei tarvitse kytkeä käsin laitteitaan pois päältä, vaan kytkennät suoritetaan automaattisesti kotiautomaation avulla hintasignaaleihin tai ajalliseen ohjaukseen perustuen. Esimerkiksi enemmän tehoa vaativia laitteita, kuten pyykinpesukonetta sekä muita suurempitehoisia kodinkoneita, käytettäisiin eri aikoina. Kysyn-

täjouston tapahtuminen edellyttää luonnollisesti sopivia kannustimia, jotta asiakas saadaan osallistumaan siihen. [23]

6.2.3 Taloudelliset vaikutukset

Siirtomaksujen tarkoitus on peittää sähkön siirrosta aiheutuneet kulut sekä niiden avulla saadaan sähköverkkoon sidotulle pääomalle tuottoa. Siirtotuotteiden kehittämisessä on otettava huomioon myös niiden kehittymisen vaikutukset jakeluverkkoyhtiöiden siirtomaksuista saataviin tuloihin. [22]

Kuormituksen siirtyminen eri ajankohdalle ei tarkoita sitä, että kulutuksen absoluuttinen arvo laskisi. On kuitenkin olemassa mahdollisuus, että osa asiakkaista vähentää kulutustaan, jolloin jakeluverkkoyhtiön saamat tulot siirtomaksuista pienenevät. Optimitilanteessa siirtotuotteiden kehittyminen hyödyttää kaikkia markkinaosapuolia ja siirtohintojen kehittämisessä on siis otettava erilaisia näkökulmia huomioon.

6.3 Uusia siirtotuoterakenteita

Uudenlaisten siirtotuotteiden kehittäminen on vaativa tehtävä, sillä siirtohinnoittelun on oltava sähkömarkkinalain mukainen, jolloin hinnoitteluprosessiin sisältyy useampia rajoittavia tekijöitä, joita on käsitelty tarkemmin työn luvussa 2. Kuten aikaisemmin työssä on todettu, kehittyneempi tekniikka ja sen yleistyminen tuo mahdollisuuden kehittää sähkömarkkinoita sekä sähkömarkkinoilla toimivien eri osapuolien välistä yhteistoimintaa.

Joustavuus on mahdollista saada ulottumaan myös siirtohintoihin siten, että perinteisten jäykkien siirtotuotteiden, joiden osakomponenttien hinnat ovat kiinteitä eli riippumattomia sähköverkon tilasta, tilalle alkaa muodostua dynaamisempia siirtotuoterakenteita, joissa on enemmän joustopotentiaalia. Dynamiikalla ei tässä yhteydessä tarkoiteta täydellistä dynamiikkaa, missä hinnan säätyminen on portaatonta, vaan siirtohinnoittelu on nykytilanteeseen nähden huomattavasti joustavampaa ja ohjaavampaa.

Tulevaisuuden kannalta mielenkiintoisia sekä potentiaalisia pienkuluttajille tarjottavia siirtotuoterakennevaihtoehtoja ovat esimerkiksi useammasta eri aikaportaasta muodostuvat siirtotuotteet, reaaliaikaiset siirtotuotteet sekä siirtotuotteet, joissa tehomaksu on kokonaan eriytetty perusmaksusta. Uudet siirtotuoterakenteet ovat nykyisiä vaihtoehtoja monimutkaisempia ja seuraavaksi avataan niiden sisältöä lyhyesti.

Aikaporrastetuissa siirtotuotteissa on mahdollista asettaa tuntikohtaisia hintoja päivän eri tunneille tai jakaa yksittäinen päivä useampaan osaan siten, että yksi osa käsittäisi kuormitushuipun ajan eli kalliit tunnit, toinen käsittäisi keskimääräisen kuormituksen ajan eli normaalit tunnit ja kolmanteen osaan sisällytettäisiin ns. vapaan kapasiteetin tunnit eli halvimmat tunnit. Aikaportaita voitaisiin soveltaa myös vuodenaikojen mukaan siten, että talvella ja kesällä hintojen välillä sovellettaisiin erilaisia hinta- ja aikaportaita. [5; 15]

Reaaliaikainen siirtohinnoittelu (Real Time Pricing, RTP) siirtohinnoittelun osalta eroaa myyntiyhtiöiden tarjoamista sähköenergian spot-hintaa seuraavista myynti-

tuotteista. Sähköenergian markkinahintaa ei voida pitää ohjaavana tekijänä siirtohinnoittelussa, sillä markkinahinta ei vastaa yksittäisen jakeluverkkoyhtiön alueen kuormitustilannetta kovinkaan tarkasti, jolloin siirtohintojen kustannusvastaavuus kärsii. Mahdollisena ohjaavana tekijänä voitaisiin pitää esimerkiksi jakeluverkossa tapahtuvien häviöiden määrää, joka sitoisi siirtohinnan paikalliseen suureeseen. [22]

Tehoon perustuvissa siirtotuotteissa eräs potentiaalinen siirtotuoterakenne perustuu kiinteään tehomaksuun, missä tietyn sulakekoon asiakkaan teholle asetetaan jokin kiinteä tehoraja ja sitä vastaamaan jokin tietty maksu. Kiinteän tehorajan ylittyessä sen ylittävältä osuudelta perittäisiin tietyn suuruinen kulutuksesta riippuva maksu, joka voi riippua myös kulutuksen ajankohdasta. [22]

Eräs toinen tapa on eriyttää tehomaksu perusmaksusta, jolloin asiakkaan siirtotuote koostuisi pienemmästä perusmaksun osuudesta, kulutuksesta riippuvasta energiamaksusta sekä tehohuipun suuruudesta riippuvasta tehomaksusta. Tehomaksu riippuisi siis asiakkaan huipputehosta tietyllä tarkasteluvälillä, minkä avulla tehomaksu voitaisiin hinnoitella euromääräisesti tehoyksikköä kohti. Tehoyksikön hinnalle voitaisiin asettaa erisuuria hintoja esimerkiksi vuorokauden tai vuodenajan osalta eri ajoille. Erilliset tehomaksut kannustaisivat asiakasta käyttämään sähkölaitteitaan eri ajankohtina tehohuipun pienentämiseksi. [22]

Kuten aikaisemmin työssä todettiin, on uudenlaisten siirtotuotteiden muodostaminen monimutkainen prosessi. Edellä mainittujen siirtotuotevaihtoehtojen rakenteet ovat huomattavasti nykyisiä siirtotuoterakenteita monimutkaisempia, mikä asettaa tietynlaisia haasteita sekä jakeluverkkoyhtiön että asiakasrajapinnan suhteen. Kun siirtotuotteista tehdään yhä monimutkaisempia, on varmistuttava siitä, että asiakas ymmärtää sen, mistä tämän maksamat siirtomaksut muodostuvat, jolloin yksinkertaisuusperiaate toteutuu riittävän hyvin. Esimerkiksi reaaliaikaisen hinnoittelun tapauksessa asiakkaan tulisi seurata sähkön hintaa aktiivisesti. Ajasta tai sähköverkon tilasta riippuvien uudenlaisten siirtotuotteiden oikealle toiminnalle on myös edellytyksenä se, että asiakas kykenee jollain tapaa säätelemään kulutustaan ja vastaanottamaan hintasignaaleita. Tästä aiheutuu teknisiä haasteita muun muassa kuormanohjauslaitteistolle sekä myös tarvetta kotiautomaatiolle. Tiedot asiakkaan sähkön hinnasta sekä asiakkaan kulutuksesta ja hetkellisestä tehosta tulisi saattaa asiakkaan tietoon esimerkiksi erillisen näyttöpäätteen avulla, sillä sähkömittarit voivat sijaita hankalissa paikoissa, jolloin myös mittarin näytön lukeminen saattaa olla hankalaa. [22]

7 YHTEENVETO

Sähkötariffien kehittymiselle muodostuu yhä enemmän muutospaineita tekniikan kehityksen, poliittisten tavoitteiden ja kysynnän vaatimusten johdosta. Uusien etäluettavien mittalaitteiden yleistyessä syntyy yhä suurempia kehitystarpeita etenkin siirtohinnoittelun alueella. Tarve etenkin entistä joustavammille siirtotuoterakenteille on kasvamassa, sillä nykyiset siirtotuotevaihtoehdot eivät erityisesti asiakkaan puolella sisällä riittäviä kannustimia, jotka ohjaisivat asiakasta käyttämään sähköä tehokkaasti. Haaste siirtohinnoittelun kehittämisessä on suuri, sillä siirtohinnoittelulle kohdistuu erilaisia rajoitteita, jotka osaltaan hankaloittavat kustannusvastaavien ja samalla riittävän yksinkertaisten siirtotuotteiden muodostamista. Sähkötariffien tulisi optimitilanteessa olla sellaisia, että ne hyödyttäisivät kaikkia markkinaosapuolia riittävästi.

Tässä työssä käsiteltiin pääosin sähkön siirtohinnoittelua lähtien liikkeelle sähkön myynti- ja siirtohinnoittelua koskevasta lainsäädännöstä sekä siirtohinnoittelun perusperiaatteista päätyen lopuksi nykyiseen pienkuluttajille suunnattuun siirtotuotetarjontaan. Nykyisten siirtotuotteiden jälkeen työssä esiteltiin Tampereen teknillisen yliopiston Sähköenergiatekniikan laitoksella rakenteilla oleva laskentatyökalu, jonka keskeinen tavoite on toimia tukena siirtotuotteiden tarkastelussa, kehittämisessä sekä niiden vaikutusten analysoimisessa. Tämän jälkeen työssä ryhdyttiin tarkastelemaan siirtohinnoittelun kehitysmahdollisuuksia lähtien liikkeelle uusista mittalaitteista, joiden avulla mahdollistetaan tarkkojen tuntimittaustietojen saanti asiakkailta. Tarkkojen mittaustietojen avulla on mahdollista kehittää nykyisiä siirtotuotteita ja myös muodostaa uusia siirtotuoterakenteita, jotka sopeutuvat perinteisiä siirtotuoterakenteita paremmin kysynnän vaatimuksiin.

LÄHTEET

[1] Sähkömarkkinalaki 386/1995.

[2] Partanen J. ym. Sähkömarkkinat – opetusmoniste. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, 2011.

[3] Energiamarkkinavirasto. Energiamarkkinaviraston tehtävät [WWW]. [Viitattu 22.10.2011]. Saatavilla: http://www.energiamarkkinavirasto.fi/alasivu.asp?gid=32&pgid=32&languageid=246

[4] Energiamarkkinavirasto. Sähkönjakeluverkkotoiminnan ja suurjännitteisen jakeluverkkotoiminnan hinnoittelun kohtuullisuuden valvontamenetelmien suuntaviivat vuosille 2012-2015 [WWW]. [Viitattu 28.10.2011]. Saatavilla: http://www.emvi.fi/files/Sahkonjakeluverkko_suurjannitteinen_jakeluverkko_suuntaviivat_2012_2015.pdf

[5] Pantti J. Sähkön siirtotuotteiden hinnoittelusovelluksen kehittäminen. Diplomityö, Tampere 2010. Tampereen teknillinen yliopisto. 92 s.

[6] Kärkkäinen S & Farin J. Jakeluverkon siirtotariffien rakenteet. Sähkömarkkinakeskuksen julkaisuja I/2000, Helsinki 1999. VTT Energia. 62 s.

[7] Energiamarkkinavirasto. Selvitys sähkötariffien hintakomponenttien kehityksestä vuosina 2000 – 2010 [WWW]. [Viitattu 18.10.2011]. Saatavilla: http://www.energiamarkkinavirasto.fi/data.asp?articleid=1866&pgid=59

[8] Energiamarkkinavirasto. Vuoden 2008 aikana kertynyt sähköverkkotoiminnan tuoton yli- ja alijäämät [WWW]. [Viitattu 28.10.2011]. Saatavilla: http://www.emvi.fi/files/Vuoden_2008_sahkoverkkotoiminnan_tuoton_yli_ja_alijaamat.pdf

[9] Kasari T. Jakeluverkon kustannusten jako siirtohinnoille. Diplomityö, Helsinki 2004. Tampereen teknillinen yliopisto. 96 s.

[10] Energiamarkkinavirasto. Kalvokuvia sähkön hinnasta 1.9.2011 [WWW]. [Viitattu 14.10.2011]. Saatavissa: http://www.energiamarkkinavirasto.fi/data.asp?articleid=2673&pgid=67&languageid=246

[11] Turku Energia Oy, Markkinasähkö. Hinnoittelu ja myyntiehdot [WWW]. [Viitattu 24.10.2011]. Saatavilla: http://www.markkinasahko.com/index.cfm?act=fetchbyname&fetch_topic=hinnoittelu

[12] Fingrid. Kantaverkkopalvelut [WWW]. [Viitattu 22.10.2011]. Saatavilla: http://www.fingrid.fi/portal/suomeksi/palvelut/kantaverkkopalvelut/

[13] Energiamarkkinavirasto. Mistä sähkön hinta muodostuu? [WWW]. [Viitattu 14.140.2011]. Saatavissa: http://www.energiamarkkinavirasto.fi/data.asp?articleid=201&pgid=39&languageid=246

[14] Roivainen P. Imatran Seudun Sähkö Oy:n sähkön siirto- ja myyntituotteiden kehittämissuunnitelma. Diplomityö, Imatra 2003. Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu. 82 s.

[15] Niemelä E. Kaupunkialueella toimivan sähkönjakeluverkkoyhtiön siirtohinnoittelun kehittäminen. Diplomityö, Lappeenranta 2010. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 100 s.

[16] Helsingin Energia, Siirtohinnasto [WWW]. [Viitattu 04.11.2011]. Saatavilla: http://www.helen.fi/hinnasto/siirtohinnasto.pdf

[17] Koillis-Satakunnan Sähkö Oy, Sähkön toimitushinnasto 1.1.2011 [WWW]. [Viitattu 15.11.2011]. Saatavilla: http://www.ksat.fi/fi/Documents/ToimitushinnastoKSAT.pdf

[18] Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 66/2009.

[19] Similä L. Network tariff structures in Smart Grid environment. Tutkimusraportti, Espoo 2011. VTT. 55 s.

[20] Kärkkäinen S. Sähkön pienkuluttajien etäluettavan mittaroinnin tila ja luomat mahdollisuudet. Tutkimusraportti, Espoo 2006. VTT. 63 s.

[21] Valtonen P. Interaktiivisen asiakasrajapinnan mahdollistamat energiatehokkuutta tukevat toiminnot ja niiden kannattavuus. Diplomityö, 2009. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 131 s.

[22] Perälä S. New Network Tariffs: Economical Effects and Possibilities for Demand Response. Master of Science Thesis, 2011. Tampere University of Technology, 83 p.

[23] Ritonummi T. Sähkön kysyntäjouston edistäminen. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, Helsinki 2008. Työ- ja elinkeinoministeriö. 101 s.