

**Tehokomponentin vaikutus sähkön siirtohintaan**  
**The effect of the power tariff on the transmission price**  
**of electricity**  
Niklas Heikura

## TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT  
School of Energy Systems  
Sähkötekniikka

Niklas Heikura

**Tehokomponentin vaikutus sähkönsiirtohintaan**  
2020

Kandidaatintyö.

20 s.

Tarkastaja: tutkijaopettaja Antti Kosonen

Ohjaajat: tutkijaopettaja Antti Kosonen, Huippuenergia Oy operation manager Toni Hanula

asia-/hakusanat: tehomaksu, keskituntiteho, siirtohint

Tässä kandidaatin työssä tutkitaan, miten tehomaksun eli tehopohjainen sähkön siirtohintaa vaikuttaa pientalouksien kustannuksiin sekä valittuun esimerkkitalouteen. Lisäksi selvitetään, miten tehomaksu määräytyy ja kuinka sitä voidaan pienentää. Liikenteen sähköistyessä ja sähkön siirtohintojen kasvaessa on ollut tarve uudistaa siirtohintojen rakennetta lisäämällä sinne tietyn aikavälin suurimman keskituntitehon tai rajatehohon perustuva tehomaksu. Tehomaksu on jo käytössä osalla verkkoyhtiöillä. Jokaisella siirtoverkkoyhtiöllä eri tavat hinnoitella tehomaksu. Uusi tehomaksu tuo asiakkaiden tehovastuullisuutta ja lisäksi pienentää tehopiikkejä. Tehopiikkien pienentäminen on hyväksi erityisesti pienjänniteverkolle.

Tehomaksuja voidaan pienentää erityisesti vähentämällä kotitalouden tehoja. Tehojen pienentäminen onnistuu helpoiten käyttämällä suuri tehoisia sähkölaitteita eri aikaan. Kyseinen tapa onnistuu automaatiolla kytkimien avulla. Automaatiojärjestelmä sulkee esimerkiksi sähkölämmityksen, jos sähkökiuas on päällä. Aurinkovoimalalla ja akuilla voidaan pienentää tehoja, mutta erityisesti akut ovat vielä liian kalliita pientalouksille. Akkuja voidaan ladata silloin kun taloudessa on vähäinen sähkönkulutus ja purkaa ne silloin kun talouden tehot ovat suurimmillaan. Aurinkovoimalalla saadaan ladattua akustoja tai siirtämällä suoraan kulutukseen tuotettu energia, jotta saadaan tehoja pienennettyä.

Esimerkkitalouden vuoden suurin keskituntiteho oli vuonna 2020 9,01 kW:a ja taloudessa ei ole päälämmitysmuoto sähkölämmitys. Tehomaksun lisääminen osaksi esimerkkitalouden siirtomaksua, vaikutti hintaan vähän, koska ei ollut sähkölämmitystä talossa. Tehomaksun kustannusvaikutukset olivat esimerkkitaloudelle sellaiset, että sähkön siirtohintaa nousi, jos käytössä oli 12 kuukauden suurimman keskituntitehon mukaan perustuva tehomaksu. Kun taas käytössä oli jokaiselle kuukaudelle eri tehomaksu kuukauden suurimman tehomaksun perusteella, oli tehomaksullinen sähkön siirtohintaa halvempi kuin normaali sähkön siirtohintaa. Kyseissä esimerkkitaloudessa voitaisiin alentaa keskituntitehoa yllä mainituilla keinoilla. Tehomaksun lisääminen sähkönsiirtohintaan alentaa siirtohintaa, jos suurin keskituntiteho on alle tietyn tehon. Tehomaksu vaikuttaa enemmän kustannusvaikutuksiin, jos käytössä on sähkölämmitys.

## ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT  
School of Energy Systems  
Electrical Engineering

Niklas Heikura

### **The effect of the power tariff on the transmission price of electricity**

2020

Bachelor's Thesis.

20 p.

Examiner: Associate professor Antti Kosonen

Supervisors: Associate professor Antti Kosonen, Huippuenergia Oy operation manager  
Toni Hannula

In this bachelor's thesis we study how the power-based electricity transmission price affects the costs of small households in general and the selected example household. In addition, explained how the power-based electricity transmission price is determined and how it can be reduced. This is a literature review. With the electrification of transport and the increase in electricity transmission prices, there has been a need to restructure the transmission price by adding a power tariff based on the maximum average hourly or marginal power for a given period. The power charge is used by three different transmission network companies. Each transmission system operator has different ways of determining the power tariff. The new power tariff introduces customers to power responsibility and reduces power spikes. Reducing power spikes is especially beneficial for a low voltage network.

Power-based electricity transmission price can be reduced, by reducing household power. Power reductions are accomplished by using high-power electrical devices at different times. This method is accomplished by automation using switches. For example, the automation system switches off the electric heating if the electric sauna stove is on. Solar power and batteries can reduce power, but batteries are still too expensive for small households. Batteries can be charged when the economy has low electricity consumption and discharged when the economy is at its maximum. A solar power plant can be used to charge batteries or transfer energy produced directly for consumption to reduce power.

The maximum average hourly power of the example of a detached house in the year 2020 was 9.01 kW and the household does not have electric heating for the main heating. The increase in the power charge to the electricity transmission price had little effect on the price because there was no electric heating the cost effects of the power charge on detached house were such that they would increase the transmission price of electricity if a power tariff based on the maximum average hourly power of 12 months. While there was a different power tariff for each month based on the highest power charge for the month, the power-based electricity transmission price was cheaper than the normal electricity transmission price. In these example households, the average hourly power could be reduced by the above-mentioned means. In general, increasing the power charge to the electricity transmission price lowers if the average hourly power is below a certain power. In addition, power tariff has a greater impact on the cost impact if household have electric heating.

## SISÄLLYSLUETTELO

Käytetyt merkinnät ja lyhenteet

1.	Johdanto.....	6
1.1	Sähkösiirtohint.....	6
2.	Tehomaksu .....	7
2.1	Kustannusvaikutukset.....	9
3.	Kuormat .....	10
4.	Kuluttajan vaikutus tehomaksuun .....	10
4.1	Automaatio .....	11
4.2	Pientuotanto.....	12
4.3	Energiavarastot .....	12
5.	Esimerkkitalous .....	12
5.1	Kustannusvaikutukset.....	14
5.2	Keskituntitehon pienentäminen taloudessa .....	15
6.	Yhteenveto.....	16
	Lähteet .....	18

**KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET**

Alv arvonlisävero

kk kuukausi

$I$  virta

$U$  jännite

$P$  teho

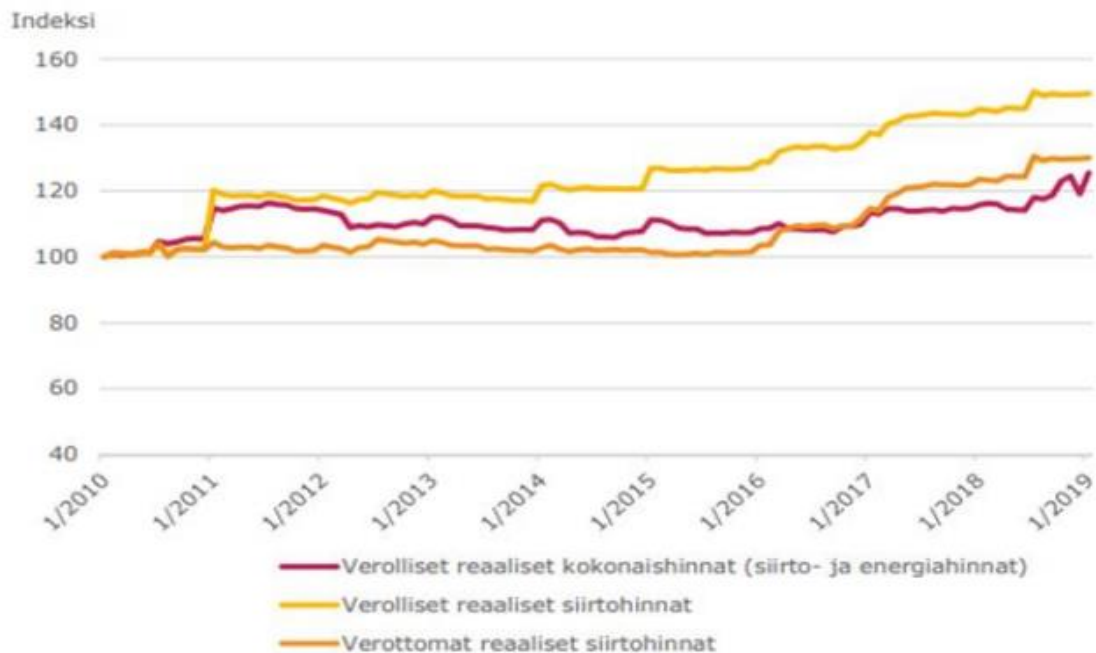
**Alaindeksit**

p pää-, esim. jännite

## 1. JOHDANTO

Kandityön tarkoituksena on selvittää, miten sähkön siirtohintaan vaikuttaa tehoon perustuva hinnoittelu eli tehokomponentti. Tutkitaan eri tapoja, miten asiakas saa aina halvimman sähkön kokonaishinnan tehotariffin kanssa. Käydään esimerkkitalouden avulla erilaisia tehomaksun vaikutuksia. Keskitytään työssä pientalouksien siirtomaksuihin. Aiheen on antanut Huippuenergia Oy. Huippuenergia Oy tarjoaa parkkipaikkojen E-kartoitusta, energia-alan asiantuntijapalveluja ja Foremica-tuoteita (Huippuenergia Oy 2021a).

Sähkön siirtohintana on noussut viime vuosikymmenenä, mikä nähdään kuvasta 1. Verollisen siirtohinnan indeksi on noussut viisikymmentä indeksiä vuosikymmenessä. Suomessa on 77 verkkoyhtiötä (Partanen 2018). Verkkoyhtiöillä on oma jakelualue, jonka takia verkkoyhtiöillä lakisääteinen luonnollinen monopoli. Sähkön siirtohintaa ei voi kilpailuttamalla pienentää, koska monopolista puuttuu kilpailu. Sähkön siirto on tiukasti valvottua, jonka takia kuluttajalla on pieni liikkumavara sähkön siirtohinnassa. Siirtotariffi on muuttumassa sellaiseksi, että kuluttaja pystyy vaikuttamaan sähkönsiirtohintaan. (Energia uutiset 2017)



Kuva 1 Sähkön verottomat siirtohinnat, verolliset siirtohinnat ja verolliset kokonaishinnat viime vuosikymmenellä (Työ- ja elinkeinoministeri, 2019)

Sähkönkysynnässä on tapahtumassa muutos. Sähköautojen määrä kasvaa nopeammin kuin pienjänniteverkkojen uudistuminen onnistuu. Muutokset aiheuttavat suurempia tehopiikkejä verkkoon. Tehopiikit rasittavat sähköverkkoa. Verkkoyhtiöt pyrkivät pienentämään tehopiikkejä uudistamalla siirtotariffia. (Lassila, Haakana, Haapaniemi, Räsänen & Partanen 019)

### 1.1 Sähkönsiirtohintana

Sähkönsiirtohintana on kuukausittain maksettava osa sähkön kokonaishinnasta. Sähkölaskusta kolmasosa on peräisin sähkönsiirrosta. Siirtohintana kattaa valvonnan, korjaukset, ylläpidon, asiakaspalvelun, asiakkaiden kulutusmittaukset, tiedonsiirron asiakkaalle ja sähkönmyyjälle

ja sekä kantaverkkomaksun. Energiavirasto valvoo, että sähkön siirtohinta pysyy kohtuullisena. Siirtohinta vaihtelee alueittain ja asiakasmäärän mukaan. (Savon voima) 80 % sähköverkon kustannuksista on vakioita, mitkä eivät häviä, vaikka verkossa ei siirrettäisi sähköä (Wuolio 2018).

Siirtomaksu koostuu kiinteästä perusmaksusta, energiaperusteisesta maksusta ja nyt uutena komponenttina on tullut tehoperusteinen maksu. Suurilla asiakkailla on myös loistehomaksu. Siirtomaksuun kuuluu myös 24 % arvonlisävero. (Partanen 2018)

Perusmaksu vaihtelee verkkoyhtiöittäin. Asiakas maksaa perusmaksua, vaikka ei kuluttaisi kuukaudessa yhtään sähköä. Perusmaksu kattaa suurimman osan sähkönsiirtohinnasta, koska suurin osa sähköverkon kustannuksista ei johdu siirrettävästä sähkömäärästä. Perusmaksun hinta määräytyy pääsulakkeen koon mukaan. (Savon voima)

Energiamaksun hintaan vaikuttaa kuinka paljon sähköenergiaa käyttää. Verkkoyhtiöt määrittelevät hinnan sentteinä yhtä kilowattituntia kohden. Hinta määräytyy kuukaudessa kulutetun energian mukaan. (Savon voima)

Pientalouksien siirtohintaan on tullut kolmas komponentti eli tehokomponentti. Kolmella verkkoyhtiöllä on se kokeilussa pientalouksille. Tehokomponentti perustuu asiakkaan kuultamaan päätötehoon. Pelkästään tehomaksullista tariffia tarjoavaa verkkoyhtiötä ei ole, vaan verkkoyhtiöillä on myös tehotariffin kanssa tarjolla vanhanmallinen pelkästään energian kulutukseen perustuva tariffi.

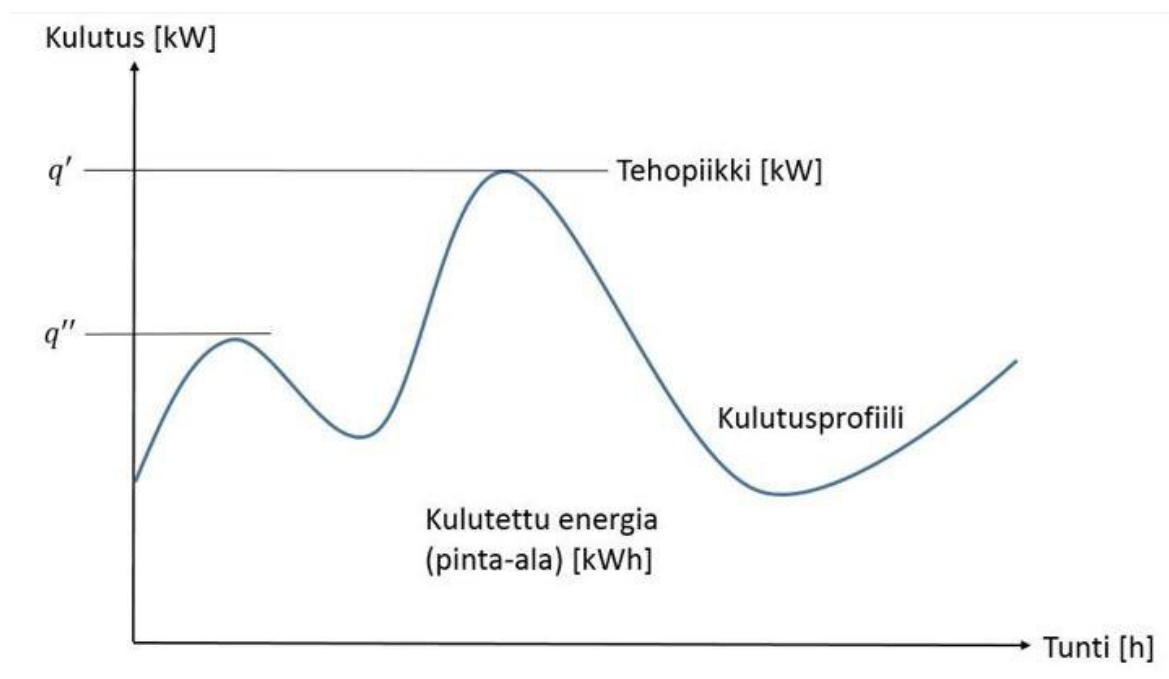
## **2. TEHOMAKSU**

Liikennekäytössä olevien täyssähköautojen määrä on kasvanut vuosien 2010–2020 välillä 9 650 autolla ja ladattavien hybridautojen määrä on samassa ajassa kasvanut 45 650 autolla (Autoalan tiedotuskeskus). Nämä nostavat pienjänniteverkon ja muuntajien on kestävä suurempia huipputehoja. Sähköverkkojen suunnittelu perustuu huipputehoihin. Kustannukset kasvavat, kun sähköverkkojen pitää kestää suurempia tehoja. Kustannukset maksetaan asiakkaiden sähkön siirtomaksulla eli asiakkaille tuodaan lisää kustannusvastuuta. (Lassila ym. 2019). Kulutettu energia voi pienentyä tulevaisuudessa. Sähköverkkoyhtiöllä oltava uusi komponentti sähkön siirtohinnassa, joka kattaisi tehoista koituvat kustannukset ja vähentäisi verkkoinvestointeja.

Uusiutuva energian osuus sähköntuotannossa nousee. Uusiutuvasta energiasta tuuli- ja aurinkoenergia ovat vaikeasti säädettäviä. Tuuli- ja aurinkovoimaloiden tuotanto vaihtelee voimakkaasti, koska tuotantoon vaikuttaa pilvisyys ja tuulisuus. Koska tuotantoa ei voida joustaa, pitää jouston tapahtua kulutuksessa. Kysynnän jousto siirtää tehohippuja aikaan, jolloin energian hinta on halvimmillaan. Jotta kysynnän jousto tapahtuisi, tarvitaan hintakannustimia. Tehomaksu toimii kyseisenä hintakannustimena. (Koski 2017)

Tehot kasvavat lämmitysmuotojen muuttuessa ja sähköautojen määrän kasvaessa. Nykyinen siirtotariffi ei ota huomioon tehoa, vaikka sähköverkon mitoitus perustuu huipputehoihin. Lisäksi energiamarkkinat muuttuvat. Tehomaksu kannustaa vähentämään huipputehoja ja antaa asiakkaalle enemmän mahdollisuuksia vaikuttaa siirtohintaan. Teho, mitä tehomaksussa käsitellään, on päätötehoa. Sähköverkkoyhtiöillä on ollut pitkään tehomaksu jo tehtaille ja muille sähkön suurkuluttajille. (Lassila ym. 2019)

Tehomaksu voi määräytyä tietyn aikavälin suurimman tehotunnin mukaan, kuten kuvassa 2 kohta  $q'$  osoittaa suurimman keskituntitehon. Aikaväli miltä otetaan suurin keskituntiteho on joko 12 kuukautta tai kuukausi. Tehokomponentin suuruus voi perustua myös minimirajatehoon, jossa laskutetaan vähintään tietty teho. Kuvan 2 kohta  $q''$  osoittaa rajatehoa. Parissa verkkoyhtiössä on kokeiluja, missä on käytössä pientalouksille tehomaksu. Tehomaksu niissä verkkoyhtiöissä perustuu 12 kuukauden tai kuukauden suurimman keskituntitehon mukaan (Huuki, Karhinen, Kopsakangas-Savolainen, Ruokamo & Svento 2018)



Kuva 2 Esimerkki tehomaksun määräytymisestä (Huuki ym. 2018)

Tehotariffi on suunnattu erityisesti sähkölämmitteisiin omakotitalouksiin. Kerrostalot eivät ole tällä hetkellä siirtoverkkoyhtiöitten tehomaksun piirissä. Teollisuudella on ollut pitkään tehomaksu siirtohinnoissa. Tehomaksu on käytössä LE-Sähköverkko Oy:llä, Kuopion sähköverkko Oy:llä ja Helen sähköverkollla. LE-Sähköverkko Oy:llä on käytössä Yleissiirto Tehotariffi, joka sisältää perusmaksun, energiamaksun ja tehomaksun, mikä määräytyy 12 kuukauden suurimman keskituntitehon mukaan. (Lahti Energia 2019)

Kuopion Sähköverkko Oy:llä on tehokomponentti käytössä aikasiirtotariffissa. Kyseinen tariffi sisältää perusmaksun, energiamaksulle yö ja päivä hinnan, sekä tehomaksun, joka määräytyy kuukauden suurimman keskituntitehon mukaan. Kyseinen tariffi on tarkoitettu sähkölämmitteisille omakotitaloille ja rivitaloille. (Kuopion sähköverkko Oy 2021)

Helen Sähköverkko Oy:llä on käytössä tehomaksullinen siirtotariffi maksimissaan 3x80A pääsulakkeet omistaville aikasiirtotariffi, jossa on eri energiamaksut päivälle ja yölle. Tämän lisäksi kyseisessä aikasiirtotariffissa on tehomaksu, joka määräytyy vuoden kolmanneksi suurimman mitatun tunnin keskitehon mukaan. Lisäksi yöajan tehosta huomioidaan 80 % prosenttia laskutuksesta. Kyseinen tariffi ottaa huomioon myös huippukeskituntitehon ajankohdan. Näin saadaan siirrettyä kuormitusta aikaan, milloin kulutus sähköverkossa on pienimmillään. (Helen siirtoverkko 2021)

Mainituilla siirtoverkkoyhtiöillä oli jokaisella erilaiset tavat määrittää laskutettava teho. Laskutettava teho määräytyi siirtoverkkoyhtiöillä 12 kuukauden suurimman keskituntitehon



mukaan, kuukauden suurimman keskituntitehon mukaan tai vuoden kolmanneksi suurimman keskituntitehon mukaan, josta yöajan tehosta huomioidaan 80 % laskutuksessa. LE-siirtoverkko Oy:n 12 kuukauden suurimman keskituntitehon mukaan laskutus vaikuttaa eniten vapaa-ajan talouksille tai niille talouksille missä asutusta ei ole koko vuoden. Täten siirtomaksuun tulee joka kuukaudelle tietty tehomaksu. Helen sähkösiirron aikatariffi kannustaa kuormien käyttöä yö aikaan pienemmällä yöaikaisella tehomaksulla. Verkkoyhtiöillä ei ole yhtenäistä tehotariffia, joka vaikeuttaa sen ymmärtämistä. Asiakkaiden on helpompi ymmärtää kulutukseen perustuva siirtohinnasto kuin tehoon perustuvaa siirtohinnastoa.

## 2.1 Kustannusvaikutukset

Käytetään tässä taulukon 2.1 LE-siirtoverkko Oy:n siirtohinnastoa, koska LE-sähköverkko Oy:llä on käytössä yksiaikainen tehotariffi ja tavallinen yleissiirtotariffi. Hintojen yksinkertaistukseksi hinnoissa ei ole muita veroja kuin arvonlisävero.

Taulukko 2.1 Esimerkki Lahden Energian siirtotuotteista. Suurin sulakekoko 3x50A (Lahti Energia 2019).

Verkkoyhtiö	1.8.2019
LE-Sähköverkko Oy	
<b>Yleissiirto Teho</b>	
Perusmaksu (sis. Alv 24 %)	6,45 €/kk
Tehomaksu (sis. Alv 24 %)	0,87 €/kW, kk
Siirtomaksu (sis. Alv 24 %)	3,42 senttiä/kWh
<b>Yleissiirto</b>	
Perusmaksu (sis. Alv 24 %)	5,95 €/kk
Siirtomaksu (sis. Alv 24 %)	4,28 senttiä/kWh

Taulukossa 2.1 Yleissiirto Teho sähkönsiirtotariffissa on perusmaksu, tehomaksu ja siirtomaksu. Yleissiirtotariffin rakenne on yleinen kaikissa verkkoyhtiöissä eli sisältää perusmaksun ja siirtomaksun. Kuten nähdään, on tehotariffissa halvempi energiamaksu ja kalliimpi perusmaksu kuin Yleissiirto sähkönsiirtotuotteessa.

Vertaillaan esimerkkitalouksien avulla, miten perustariffi eli yleissiirto ja tehotariffi vaikuttaa sähkönsiirtohintaan. Taulukossa 2.2 on esimerkkitalouksien keskimääräinen kuukausi energiankulutus, vuoden suurin keskituntiteho ja sähkönsiirtohinta molemmilla tariffirakenteilla.

Taulukko 2.2 Esimerkkitaloudet (Koskela 2019)

	Kuukauden keskimääräinen energiankulutus	Vuoden suurin keskituntiteho	Yleissiirto Teho, hinta	Yleissiirto, hinta
1	1460,583 kWh	12,09 kW	66,92 € / kk	68,46 € / kk
2	1460,538 kWh	15,53 kW	69,92 € / kk	68,46 € / kk

Taulukosta 2.2 nähdään, että asiakas yhdellä ja kahdella on sama sähköenergia ja eri suurin keskituntiteho. Vastaava tilanne voi johtua, että molemmilla on samat sähkölaiteet ja käytävät saman verran niitä. Asiakas kaksi vaan käyttää useampaa laitetta yhtä aikaan, jolloin

keskituntiteho on suurempi. Yleissiirto sähkön siirtotuotteella siirtohinta on sama molemmille talouksille, mutta Yleissiirto Teho siirtotuotteella siirtohinta on halvempi taloudelle yksi.

Tehomaksullinen siirtohinta on kustannuksellisesti parhain pienen huipputuntitehon pientalouksille, mutta verkkoyhtiön ja tehomaksun periaatteen mukaan pientehoiset asiakkaat ovat huonoimpia. Tuon takia tehomaksu on suunnattu sähkölämmitteisille omakotitalouksille.

### 3. KUORMAT

Omakotitalon erilaiset kuormat aiheuttavat suurimpia huipputuntitehoja. Kuormat vaikuttavat siten tehomaksuihin. Pientalouksien suurimpia kuormia on esimerkiksi sähkölämmitys, sähköautonlataus ja sähkökiuas. Suurimmat keskituntitehot tulevat silloin kuin useat suuri-tehoiset laitteet ovat päällä

Sähköauton lataus onnistuu tavallisella kotitalouspistorasiassa, mutta kyseistä lataustapaa ei suositella, jonka takia yleensä asennetaan kiinteä latauslaite. Omakotitalon pääsulakekoon takia joudutaan sähköauton latausteho rajoittamaan 11 kW:iin. Tosin monilla hybrideillä latausteho on 3,7 kW. (STEK)

Omakotitalouden kuormien maksimitehon määräävät suojalaitteiden, kuten sulakkeen nimellisvirta. Esimerkiksi omakotitalouksissa on 16 A ja 10 A yleisimmät ryhmäjohtojen suojalaitteiden nimellisvirrat. Yhtälöllä 3 saadaan laskettua, mikä on suurin ryhmään kytkettävän laitteen teho mikä voidaan kytkeä omakotitalon sähköverkkoon, kun tiedetään suojalaitteen mitoitusvirta. Yhtälöllä 3 saadaan suurin yksittäisen laitteen teho omakotitalossa, joka on 11kW 16 ampeerin suojalaitteen mitoitusvirralla.

$$I_{\text{mitoitus}} = \frac{P_{\text{Huippu}}}{U_p \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi} \quad (3)$$

Sähkölämmityksenä talossa voi toimia lämpöpatterit, lämmityskelmut, lämmityskaapelit, ikkunalämmittimet tai ilmalämpöpumput (Colin 2014). Lämmityslaitteiden sähkötehot riippuvat talon koosta ja materiaaleista. Sähkökiukaankin tehot riippuvat lämmitettävän tilan koosta, onko saunassa lasiovi ja seinämateriaalista. Markkinoilla kiuaskoko voi olla 21,6 kW vähintään 22 m<sup>3</sup> saunalle (Netrauta 2021a) tai 2,3 kW enintään 2,5 m<sup>3</sup> saunalle (Netrauta 2021b). 21,6 kW:n sähkökiuas on liian iso tavallisille kotitalouksille.

### 4. KULUTTAJAN VAIKUTUS TEHOMAKSUUN

Tehomaksu tuo kuluttajalle lisää mahdollisuuksia vaikuttaa sähkön siirtohintaan. Keskituntitehoja pienentämällä voi kuluttaja pienentää tehomaksua ja sovellukset perustuvat siihen. Kun pienennetään tehopiikkejä, pienentyy siten maksimiteho. Maksimitehon pienentyessä voidaan talon pääsulakekoko pienentää, jos nykyinen pääsulakekoko jää liian suureksi. Pääsulakkeen koko ilmoitetaan sulakkeen mitoitusvirran avulla. Yhtälön 3 mukaisesti pääsulakkeen koko kasvaa, kun maksimiteho kasvaa. Pääsulakekoko vaikuttaa perusmaksuun, siten pääsulaketta pienentämällä saadaan halvempi sähkön siirtohinta

Tavallisimmat pääsulakekoot pientalouksissa on 3x25 A, jonka talouden suurin huipputeho on 17 kW. Toinen yleinen pääsulakekoko on 3x35 A, jonka suurin huipputeho on 23 kW

(Tiihonen 2014). Tarkoittaa se, että jos pientaloudessa on pääsulakekoko 3x35 A, niin silloin voi pienentää pääsulakekoko pienemmäksi, jos keskituntitehoja saadaan pienennettyä.

#### 4.1 Automaatio

Automaatio hoitaa kuormien vuorottelua eli estää, että kaikki kuormat eivät ole samaan aikaan käytössä ja näin pienentää keskituntitehoa. Kuormien ohjaus perustuu neljään laiteryhmään anturit, toimilaitteet, ohjaus ja siirtomedia. Esimerkiksi huoneistoissa voi olla lämpötila- ja läsnäoloantureita, joiden avulla ohjelmoitavaan logiikkaan perustuva automaatiojärjestelmä sammuttaa lämmityksen. Pientalouden kuormia voidaan pienentää releillä, mitkä sammuttavat lämminvesivaraajan ja pesuhuoneen lämmityksen siksi aikaan, kunnes sauna on lämmin. Vastaavasti automaatiojärjestelmä voi sulkea kiukaan, jos jonkin huoneen lämpötila laskee tai sähköauto laitetaan lataukseen. (Hakala 2020)

Automaatiojärjestelmä hinta riippuu talon koosta. Esimerkiksi kuvan 4 Siemens LOGO! 8 sopii omakotitalon automaatiojärjestelmään, joka sisältää keskussyksikön ja ulkopuoliset moduulit. Kyseinen yksikkö mahdollistaa automaation käytön älypuhelimella ja tietokoneella. Tietokoneella hoidetaan ohjelmointi Ethernet-kaapelin avulla. Automaatiojärjestelmä vaatii keskussyksikön, kontaktoreita, mittareita ja ohjainlaitteita. Kuormien vuorottelun lisäksi automaatiojärjestelmä voidaan liittää palohälyttimiin ja erilaisiin kosteus- ja murtohälyttimiin, jolloin ne antavat hälytyksen matkapuhelimeen. (Hakala 2020)



Kuva 4 Siemens LOGO! 8 logiikkamoduuli (Elfadistrelec)

Lisäksi markkinoilla on erilaisia energianhallintajärjestelmiä, kuten Huippuenergia Oy:n kotitalouksille tarjoama Foremica-järjestelmä. Järjestelmällä voidaan hallita sähköauton latausta, akkua, lämpöpumppua tai vesivaraajaa sekä sähkölämmitystä. Samalla energianhallintajärjestelmällä voidaan ohjata kuormia sekä optimoida sulakekoko. Näillä toimenpiteillä saadaan asiakkaiden tehomaksuja pienennettyä. (Huippuenergia Oy 2021b)

## 4.2 Pientuotanto

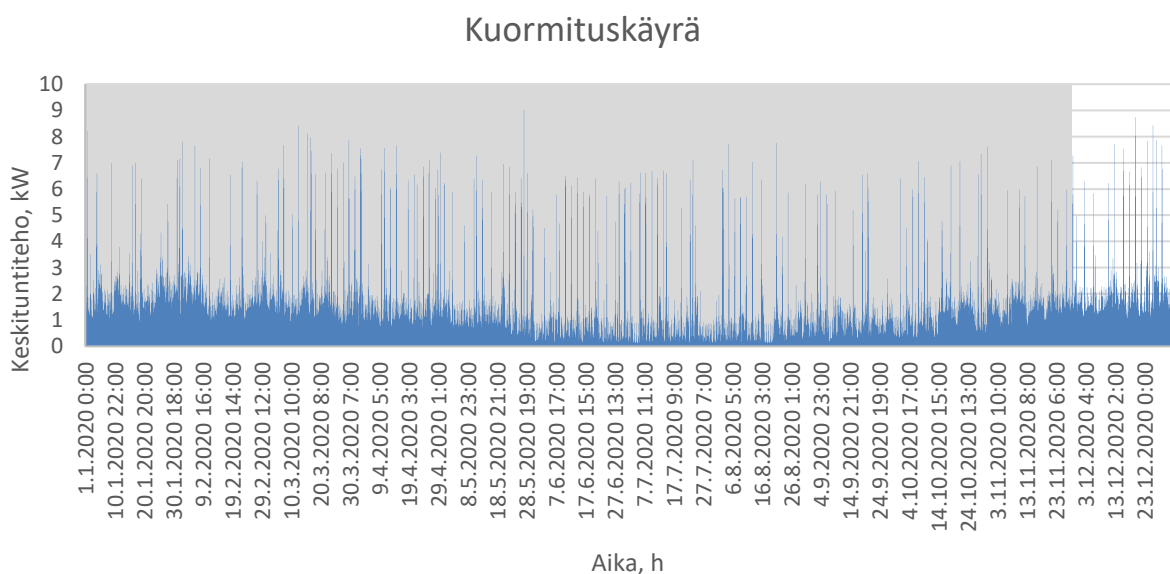
Pientuotannolla tarkoitetaan pääasiassa aurinkovoimaloita. Omakotitalojen pientuotanto on yleistynyt ja entistä useammassa omakotitalossa on aurinkovoimala. Pientuotannolla on siirtomaksu myydystä energiasta. Siirtomaksun hinta on korkeintaan 0,07 senttiä kilowattitunnilta, kun arvonlisävero on nolla prosenttia. Aurinkovoimalalla voidaan pienentää kesän suurimpia keskituntitehoja. Kyseinen tapa vähentää talouden huipputehoja vaatii energiavaroa rinnalle, koska kulutus sijoittuu yleensä iltaan, jolloin aurinkovoimala tuottaa vähiten energiaa. Jos tehomaksu määräytyy 12 kuukauden suurimman keskituntitehon mukaan ei pientuotannolla saada pienennettyä niin hyvin suurimpia huipputehoja sähkölämmitteisissä omakotitaloissa. (Lassila ym. 2019)

## 4.3 Energiavarastot

Omakotitalojen sähköenergiavarastot yleistyvät, koska niiden tekniikka kehittyi ja hinta alenee. Akut voidaan ladata esimerkiksi aurinkovoimalalla tai suoraan verkosta, kun kulutus on alhainen. Huipputehotunnin aikaan akut purkautuvat pienentäen tehopiikkejä, jolloin tehomaksu pienenee. Automaatio hoitaa tehopiikin tunnistuksen ja akkujen energian käytön pientalouksessa. Pientalouksille tarjottavat akut ovat samankaltaisia kuin sähköautoissa, minkä takia myös sähköautojen käyttö keskituntitehon pienentämisessä olisi yksi mahdollisuus. Energiavarastot ovat käytössä jo voimalaitoksissa, mutta akkujen hinnat ovat liian suuria vielä pientalouksille. Lisäksi ongelmana on kaksinkertainen verotus tulevasta ja lähtevästä sähköstä. (Raimo Lovio & Tapio Tuomi 2018)

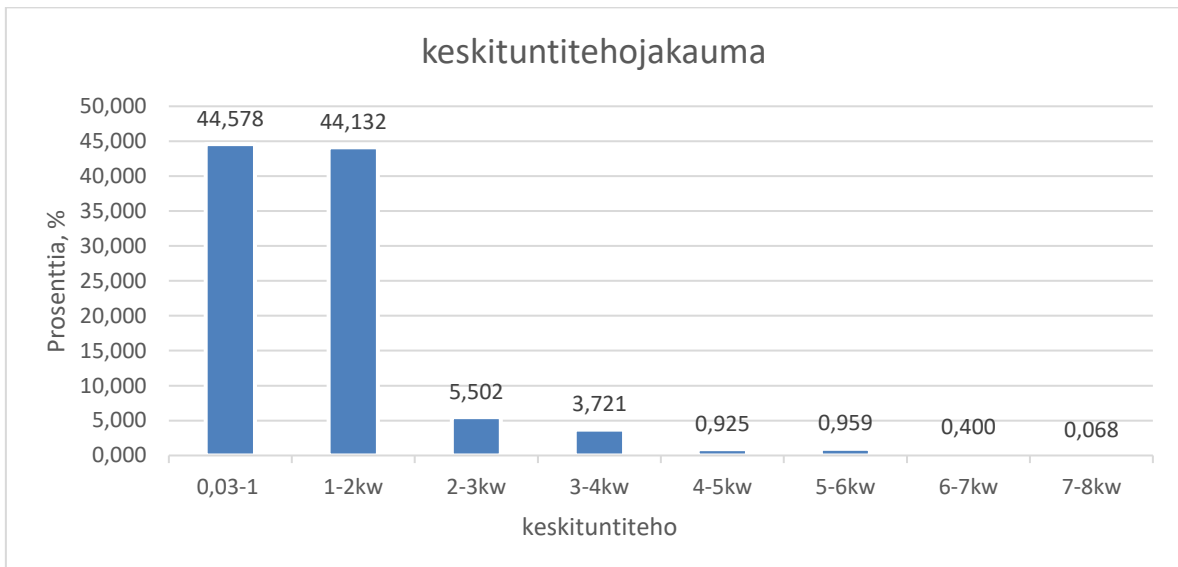
## 5. ESIMERKKITALOUS

Esimerkkiomakotitalo sijaitsee Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:n jakeluverkkoalueella. Talossa päälämmitysmuoto on puu ja öljy. Ilmalämpöpumppu on tukena lämmityksessä. Talo on rakennettu 1970-luvulla. Pääsulakekoko 3x25A eli pienin mahdollinen pääsulakekoko. Kuvassa 5 nähdään vuoden 2020 esimerkkitalouden kuormituskäyrän.



Kuva 5 Esimerkkitalouden vuoden 2020 kuormituskäyrä.

Kuvan 5 kuormituskäyrän pohjakuorma on pieni johtuen siitä, että kyseisen omakotitalon päälämmitysmuoto ei ole sähkölämmitys. Taloudessa lämmitetään ainoastaan suihkussa käytettävä vesi lämminvesivaraajalla ja muu käyttövesi puulla tai polttoöljyllä. Pohjakuormasta huomataan vuodenaikavaihtelun kuormituksessa eli kesällä pohjakuorma on pienempi kuin talvella. Kuvaajan piikit sijoittuvat iltaan eli klo. 18:00 – 23:00. Tehopiikit vaihtelevat vähiten vuodenajan mukaan. Syy tähän johtuu, että talon suurimmat kuormat ovat sellaisia, joiden käyttö ei vähene vuodenajan mukaan. Lämminvesivaraajaa, sähkökiuasta sekä lattialiestä käytetään yhtä paljon eri vuodenaikoina.



Kuva 5.1 Huipputehojen esiintyvyys prosentteina

Kuvassa 5.1 nähdään eri huipputuntitehojen esiintyvyys koko vuodelta. Suurin osa huipputuntitehoista on välillä 0,03–2 kW. Tämä kyseinen tehoalue on talouden pohjakuorma. Alle yksi prosenttiyksikköä huipputuntitehoista on välillä 6–8 kW. Tämän alueen tehot nähdään kuvan 5 kuormitusjakaumassa piikkeinä. Voidaan päätellä, että pieni osuus tunneista on sellaisia, mitkä määrittävät tehomaksun suuruuden.

Taulukko 5 Suurimmat kuormat, sekä talouden kuukauden suurimmat keskituntitehot.

Lämminvesivaraaja	3 kW	tammikuu	8,22 kW
Sähkökiuas	6 kW	helmikuu	7,8 kW
Lattialiesi, jos kaikki liedet ja uuni päällä	8,6 kW	maaliskuu	8,41 kW
		huhtikuu	7,95 kW
		toukokuu	9,01 kW
		kesäkuu	6,51 kW
		heinäkuu	7,11 kW
		elokuu	7,75 kW
		syyskuu	6,59 kW
		lokakuu	7,6 kW
		marraskuu	7,27 kW
		joulukuu	8,02 kW

Taulukossa 5 on kuukauden suurimmat keskituntitehot. Vuodenaikavaihtelu nähdään suurimmissa keskituntitehoissa, sillä pienimmät keskituntitehot sijoittuvat kesäkuukausille eli

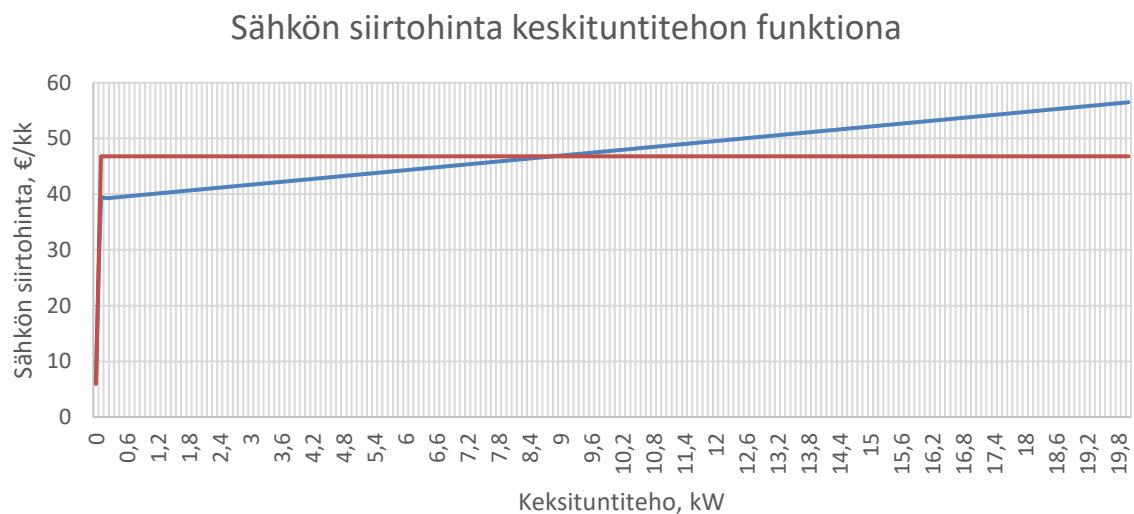
kesäkuulle, heinäkuulle ja elokuulle. Esimerkkitalouden pienin kuukauden keskituntiteho sijoittuu toukokuulle ja teholtaan 6,51 kW.

Omakotitalon vuoden suurin keskituntiteho on 9,01 kW ja kuukauden keskimääräinen energiankulutus on 954,42 kWh. Suurin keskituntiteho sijoittuu toukokuun 27. päivä klo. 20:00. Lämpötila oli 18 celsiusastetta. Keskituntiteho ylittää vain kerran vuodessa yli 9 kW. Syitä ajankohdalle on talon viilennys ilmalämpöpumpulla ja muiden laitteiden saman aikainen käyttö. Tuon suurimman keskituntitehon perusteella talon vuoden suurinta keskituntitehoa voidaan nostaa noin 18 kW ennen kuin pääsulaketta pitää vaihtaa isompaan. 3x25 A:n pääsulakkeen takia taloudessa ei voi pienentää pääsulaketta.

## 5.1 Kustannusvaikutukset

Omakotitalossa on käytössä sähkönsiirtotariffi, jossa on sama siirtohinta päivällä sekä yöllä. Käytetään tässä taulukon 2.1 LE-siirtoverkko Oy:n siirtohinnastoa, koska LE-siirtoverkko Oy:llä on käytössä yksiaikainen tehotariffi ja tavallinen yleissiirtotariffi, joka sisältää perusmaksun ja energiamaksun.

Kuvan 5.2 punainen käyrä on vertailukäyrä, joka esittää esimerkkitalouden sähkön siirtohintaa yleissiirtotariffilla kuukauden kulutetun keskimääräisen energian mukaan laskettu sähkönsiirtohinta eli vakio energian kulutuksella. Yleissiirto siirtotuotteella siirtohinnaksi tulee silloin 46,80 €. Sininen käyrä edustaa tehotariffin mukaan laskettua sähkön siirtohinta keskituntitehon funktiona.



Kuva 5.2 Sähkön siirtohinta keskituntitehon funktiona.

Kuvan 5.2 käyrät eli yleissiirtotariffin ja yleissiirto tehotariffien hinnat kohtaavat pisteessä missä keskituntiteho on 8,86 kW. 8,86 kW:a suuremmalla keskituntiteholla yleissiirtotariffi on halvempi esimerkkitaloudelle kuin tehotariffi. Taulukossa 5.1 on laskettu Sähkön siirtohintoja taulukon 2.1 hintoja käyttäen. On laskettu yleissiirtotariffi kuukauden keskimääräisellä energiankulutuksella. Lisäksi on laskettu siirtohinta 12 kuukauden suurimman keskituntitehon ja kuukauden suurimman keskituntitehon mukaan.

Taulukko 5.1 Esimerkkitalouden sähkön siirtohintoja LE-sähköverkon hinnastolla

Yleissiirto	Yleissiirto Teho. Tehomaksu määräytyy 12 kuukauden suurim- man keskituntitehon mukaan	Yleissiirto Teho. Tehomaksu määräytyy lasku- tettavan kuukauden suurimman keski- tuntitehon mukaan
46,80 €/kuukausi	46,93 €/kuukausi	46,24 €/kuukausi
		45,88 €/kuukausi
		46,41 €/kuukausi
		46,01 €/kuukausi
		46,93 €/kuukausi
		44,75 €/kuukausi
		45,28 €/kuukausi
		45,83 €/kuukausi
		44,82 €/kuukausi
		45,70 €/kuukausi
		45,42 €/kuukausi
		46,07 €/kuukausi

Sähkön siirtohinnot eivät ero paljoa kyseiselle esimerkkitaloudella. Ei ole suurta hintaeroa tehokomponentillisen siirtohinnan ja energiaperusteisen siirtohinnan välillä, jos laskutettava teho perustuu 12 kuukauden suurimman keskituntitehon mukaan. Tässä tapauksessa yleissiirtotariffi on 13 senttiä halvempi.

Jos käytössä on tehokomponentillinen sähkön siirtohintaa, joka määräytyy kuukauden suurimman keskituntitehon mukaan, niin on se halvin vaihtoehto kaikille kuukausille paitsi toukokuulle, jolloin on vuoden suurin keskituntiteho. Suurin hintaero tariffien hinnoissa on tällöin 1,98 euroa. Kyseinen kuukauden keskituntitehoon perustuva tariffi on esimerkkitaloudelle halvin vaihtoehto, vaikka yksi kuukausi on kalliimpi.

Näistä voidaan päätellä, että kyseiselle esimerkkitaloudelle tehokomponentillinen sähkön siirtohinnan taloudellinen sopivuus riippuu, miten veloittettava keskituntiteho määräytyy. Kuten huomattiin, on tuo 9,01 kW:n keskituntiteho esimerkkitalouden suurin keskituntiteho, jota pienentämällä alle 8,86 kW:iin voidaan saada tehomaksullinen sähkön siirtohintaa halvemmaksi, kuin pelkkään kulutettuun energiaan perustuva siirtomaksu.

## 5.2 Keskituntitehon pienentäminen taloudessa

Keskituntiteho määrää tehomaksun suuruuden. Sen takia keskituntitehoa pienentämällä saadaan pienempi tehomaksu esimerkkitaloudelle. Paras ja siten helpoin tapa pienentää kyseisen omakotitalon keskituntitehoa on kuormien vuorottelu. Kuormien vuorottelu voidaan hoitaa helpoiten kulutuskäyttäytymisellä eli laittamalla itse pois suuritehoiset kuormat. Esimerkiksi olla käyttämättä lattialiestä silloin kun sähkökiuas lämpiää, koska sähkökiuas aiheuttaa kyseisessä esimerkkitaloudessa tehopiikit kuvan 5 kuormituskäyrään.

Automaatiojärjestelmällä saadaan varmemmin kyseisen omakotitalon kuormia ohjattua. Järjestelmään voitaisiin liittää sähkökiuas, lämminvesivaraaja ja lattialiesi. Esimerkiksi kun

käytetään sähkökiuasta, ohjelmoitavaan logiikkaan perustuva järjestelmä kytkee muut tarpeettomat suuritehoiset laitteet pois siksi aikaan.

Aurinkovoimalan mahdollisuutta kyseiseen omakotitaloon ei ole kartoitettu, mutta talon ympärillä oleva tiheä metsä tekisi aurinkovoimalasta saatavan tehon vähäiseksi. Aurinkovoimalalla ei voida pienentää talon keskituntitehoa.

Energiavarastojen käyttö olisi mahdollinen tapa pienentää keskituntitehoa. Energiavarastojen käyttö edellyttäisi niiden latausta suoraan sähköverkosta ja automaatiojärjestelmää. Sähkön hinnan pitäisi kallistua ja erilaisten energiavarastojen hintojen pienentyä ennen kuin energiavarastot olisivat kannattavia kyseiselle omakotitalolle.

Jos vaikka saadaan vähennettyä yllä olevilla tavoilla esimerkkitalouden vuoden suurinta keskituntitehoa 3 kW:lla, vähentyy siirtohinta LE-sähköverkko Oy:n Yleissiirto Tehon siirtohinnalla sähkön siirtomaksu 2,61 euroa. Uusi hinta on 42,16 euroa, mikä olisi halvempi kuin Yleissiirto siirtotuotteella sähkön siirtohinta.

## 6. YHTEENVETO

Työssä päästiin tavoitteiden osalta minimitalvoitteisiin eli saatiin selville millaisia kustannusvaikutuksia tehomaksu aiheuttaa ja miten tehomaksua voidaan pienentää. Tehokomponentillinen sähkön siirtomaksu on tullut jo osaksi joidenkin siirtoverkkoyhtiöiden sähkötariffeja. Tehomaksu on vielä kokeiluvaiheessa, mikä voi olla syy sille, että jokaisella tehokomponentillista sähkön siirtomaksua tarjoavalla sähköverkkoyhtiöllä on erilaiset tavat määrittää maksatettava teho. Tehomaksu määräytyy siten, että miltä ajanjaksolta otetaan keskituntiteho, ja onko veloittettava teho suurin keskituntiteho vai rajateho. Yhdellä siirtoverkkoyhtiöllä oli käytössä yöaikaiselle teholle eri veloitus, mikä siirtää kulutusta yölle.

Tehokomponentin vaikutukset kustannuksiin määräytyvät siten, että miten suuria kuormia pientaloudessa on. Kun tehot pidetään alhaisina, on tehotariffi halvempi vaihtoehto kuin normaali yleistariffi. Näin tulee ilmi tehomaksun päällimmäinen tarkoitus eli pienentää huipputehoja. Sähköautoilun yleistyessä, aiheuttaa se suurimman keskituntitehon nousua talouksissa ja samalla nostattaa tehokomponentin suuruutta. Monet arjen tavalliset sähkölaitteet nostavat tehomaksun suuruutta, kuten sähkökiuas.

Tehokomponentin ei ole tarkoitus nostattaa sähkön siirtohintoja vaan lisätä sähkön siirtohinnan joustavuutta. Tehomaksun suuruutta voidaan pienentää monipuolisesti pienentämällä tehoja. Useat tavat ovat vasta harvojen kotitalouksien käytössä, kuten energiavarastot ja automaatiojärjestelmät. Tehomaksun lisääminen osaksi sähkön siirtohintaan lisää myös asiakkaiden kiinnostusta näihin tapoihin vähentää tehomaksua. Pientuotannot ovat käytössä jo pientalouksilla, joten sillä voidaan vähentää keskituntitehoa. Helpoin ja halvin tapa vähentää keskituntitehoa on kulutuskäyttäytyminen

12 kuukauden suurimman keskituntitehoon perustuva tehotariffi oli kalliimpi vaihtoehto esimerkkitaloudelle. Laskutus kuukauden suurimman keskituntitehon mukaan määräytyvä tehomaksu oli kannattava esimerkkitaloudelle verrattuna tavalliseen yleissiirtotariffiin. Esimerkkitaloudelle saadaan 12 kuukauden suurimman keskituntitehoon perustuva tehotariffi halvemmaksi kuin yleissiirtotariffi lisäämällä talouteen automaatiota ja energiavarastoja.



Tehomaksu vaikuttaa sähkön siirtohintaan vähän, kun kyseisessä taloudessa ei ole sähkölämmitystä.

Jatkotutkimukseen olisi aihetta silloin kuin tehokomponentti olisi käytössä suuremmalla osalla siirtoverkkoyhtiöistä, koska silloin olisi lisää tietoa erilaisista vaikutuksista. Tehomaksu on suunniteltu erityisesti sähkölämmitteisille talouksille, sen takia esimerkkitalous voisi olla täysin sähkölämmitteinen ja sisältäisi sähköauton latauspisteen.

## LÄHTEET

Anmari Koski. 2017. Tehotariffi kannustimena sähköverkkoyhtiön asiakkaiden tehonkäytön ohjauksessa. [Viitattu 25.4.2021]. Saatavilla <https://www.elenia.fi/files/780a96d41660aef33881cbfb770ae4edb4ae3998/diplomityo-koski-anmari-1.pdf>.

Autoalan Tiedotuskeskus. Liikennekäytössä olevien ladattavien henkilöautojen määrä. [Viitattu 20.4.2021]. Saatavissa [https://www.aut.fi/tilastot/autokannan\\_kehitys/sahkoautojen\\_maaran\\_kehitys](https://www.aut.fi/tilastot/autokannan_kehitys/sahkoautojen_maaran_kehitys)

Elfadistrelec. Siemens LOGO! 8. [Viitattu 9.3.2021]. Saatavissa <https://www.elfadist-relec.fi/fi/logiikkamoduuli-8di-4d-4do-28-8vdc-siemens-6ed1052-1md08-0ba0/p/30105541>

Energia uutiset. 2017. Suomen valvotuin toimiala. [Viitattu 14.10.2020] Saatavissa <https://www.energi uutiset.fi/uutiset/suomen-valvotuin-toimiala.html>

Hannu Huuki, Santtu Karhinen, Maria Kopsakangas-Savolainen, Enni Ruokamo ja Rauli Svento. 2018. Sähkön siirtohinnan tehomaksu ja joustava sähköjärjestelmä. [Viitattu 9.11.2020]. Saatavissa <http://www.bcdcenergia.fi/blogi-ja-uutiset-sahkon-siirtohinnan-tehomaksu-ja-joustava-sahkojarjestelma/>

Helen Sähköverkko Oy. Siirtohinnasto [Viitattu 4.3.2021]. Saatavissa <https://www.helen-sahkoverkko.fi/palvelut/hinnastot>

Huippuenergia Oy. 2021a. [Viitattu 14.3.2021]. Saatavissa <https://www.huippuenergia.fi/>

Huippuenergia Oy. 2021b. FOREMICA –Aidosti älykäs energianhallinta-järjestelmä. [Viitattu 15.3.2021]. Saatavissa <https://www.foremica.com>

Jarmo Partanen. 2018. Sähkönsiirtohinnat ja toimitusvarmuus. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 10.10.2020]. Saatavissa <https://tem.fi/sahkomarkkinat>

Juha Koskela. 2019. Esimerkkikohteiden sähköenergian kustannusvertailu. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 24.11.2020]. Saatavissa <https://docplayer.fi/160961630-Esimerkkikohteiden-sahkoenergian-kustannusvertailu.html>

Jukka Lassila, Juha Haakana, Jouni Haapaniemi, Otto Räsänen, Jarmo Partanen. 2019. Sähköasiakas ja sähköverkko 2030. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 24.10.2020]. Saatavissa <https://lutpub.lut.fi/handle/10024/159320>

KKH-luoma. Mitoitus. [Viitattu 9.3.2021]. Saatavissa <https://www.kkh-luoma.fi/mitoitus.html>

Kuopion sähköverkko Oy. 2021. Verkkopalvelumaksut. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 8.3.2021]. Saatavissa <https://www.kuopionenergia.fi/wp-content/uploads/2020/12/Verkkopalvelumaksut-01012021-1.pdf>

Manu Tiihonen. 2014. Omakotitalon sähkösuunnitelma. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 9.3.2021]. Saatavissa [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/82889/Tiihonen\\_Manu.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/82889/Tiihonen_Manu.pdf?sequence=1)

Mikael Colin. 2014. Omakotitalon huonekohtainen sähkölämmitys. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 9.3.2021]. Saatavissa <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/75788/Omakotitalon%20huonekohtainen%20sahkolammitys.pdf?sequence=1>

Netrauta. 2021a. Sähkökiuas Harvia Virta Pro HL220, 21.6 kW, 22–32 m<sup>3</sup>, erillinen ohjaus, musta. [Viitattu 9.3.2021]. Saatavissa [https://www.netrauta.fi/sahkokiuas-harvia-virta-pro-hl220-21-6kw-22-32m-erillinen-ohjaus-musta?utm\\_source=google&utm\\_term=&utm\\_campaign=&utm\\_medium=cpc&utm\\_content=s|pclid|375078910549|pkw||pmt||pdv|c|&gclid=EAJaIQob-ChMI9uen\\_pOk7wIVktwYCh3tTQs1EAQYBSABEgJ-3PD\\_BwE](https://www.netrauta.fi/sahkokiuas-harvia-virta-pro-hl220-21-6kw-22-32m-erillinen-ohjaus-musta?utm_source=google&utm_term=&utm_campaign=&utm_medium=cpc&utm_content=s|pclid|375078910549|pkw||pmt||pdv|c|&gclid=EAJaIQob-ChMI9uen_pOk7wIVktwYCh3tTQs1EAQYBSABEgJ-3PD_BwE)

Netrauta. 2021b. Sähkökiuas SAWO Mini Trendline, 2.3kW, 1,3-2,5m<sup>3</sup>, kiinteä ohjaus. [Viitattu 9.3.2021]. Saatavissa [https://www.netrauta.fi/sahkokiuas-sawo-mini-trendline-2-3kw-1-3-2-5m-kiinteä-ohjaus?utm\\_source=google&utm\\_term=&utm\\_campaign=&utm\\_medium=cpc&utm\\_content=s|pclid|375078910549|pkw||pmt||pdv|c|&gclid=EAJaIQob-ChMI\\_MG725Sk7wIVmB4YCh3wpAq3EAQYEiABEgJco\\_D\\_BwE](https://www.netrauta.fi/sahkokiuas-sawo-mini-trendline-2-3kw-1-3-2-5m-kiinteä-ohjaus?utm_source=google&utm_term=&utm_campaign=&utm_medium=cpc&utm_content=s|pclid|375078910549|pkw||pmt||pdv|c|&gclid=EAJaIQob-ChMI_MG725Sk7wIVmB4YCh3wpAq3EAQYEiABEgJco_D_BwE)

Petri Hakala. 2020. Pienkiinteistön sähkösuunnitelma logiikkaohjauksella. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.2.2021]. <https://core.ac.uk/download/pdf/323461707.pdf>

Pientaloteollisuus. Uusien omakotitalojen pinta-ala. [Viitattu 9.3.2021]. Saatavissa <https://www.pientaloteollisuus.fi/fin/rakentajalle/keskimaarainen-omakotitalo/pinta-ala/>

Raimo Lovio & Tapio Tuomi. 2018. Akkujen merkitys kasvaa: milloin, miten ja millä edellytyksillä? – suomalaisten toimijoiden näkemyksiä vuoden 2018 alussa. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 7.2.2012]. Saatavissa <https://www.lahienergia.org/app/uploads/Akkujen-merkitys-kasvaa-milloin-miten-ja-milla-edellytyksilla-%E2%80%93-suomalaisten-toimijoiden-n%C3%A4kemyksi%C3%A4-vuoden-2018-alussa.pdf>

Savon voima. Miten siirtohinta muodostuu? [Viitattu 8.11.2020]. Saatavissa <https://www.savonvoima.fi/sahkon-siirto/hinnat-ja-sopimusehdot/miten-siirtohinta-muodostuu/>

STEK. Miten ja missä sähköauto ladataan ja mitä lataaminen maksaa?. [Viitattu 9.3.2021]. Saatavissa <https://stek.fi/energiatehokkuutta-sahkolla/sahkoautoilu>

Tatu Pahkala, Heidi Uimonen, Ville Väre. 2018. Joustava ja asiakaskeskeinen sähköjärjestelmä. Saatavissa <https://tem.fi/alyverkot>

Tiinu Wuolio. 2018. Tehomaksu muuttaa aikasiirtoasiakkaan sähkölaskua. [Viitattu 7.11.2020]. Saatavissa <https://www.sahkoviesti.fi/arkisto-2/tehomaksu-muuttaa-aikasiirtoasiakkaan-sahkolaskua.htm>

Työ- ja elinkeinoministeri. 2019. Hallituksen esitysluonnos siirtohintojen hillitsemiseksi. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 14.10.2020]. Saatavissa <https://tem.fi/sahkomarkkinat>

Lahti Energia Oy. 2019. Verkkopalveluhinnasto. [Viitattu 24.11.2020]. Saatavissa <https://www.lahtienergia.fi/fi/sahkoverkko/hinnastot-sopimusehdot/verkkopalveluhinnasto>

Vattenfall. Sähkönkulutus. [Viitattu 20.1.2020]. Saatavissa <https://www.vattenfall.fi/ener-gianeuvonta/sahkonkulutus/>