

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Lauri Partanen

SÄHKÖENERGIAN HINNOITTELU JA MITTAAMINEN
PIENJÄNNITEPUOLELLA

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2015



OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2015
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
tel. +358 13 260 6800

Tekijä

Lauri Partanen

Nimike

Sähköenergian hinnoittelu ja mittaaminen pienjännitepuolella

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön aiheena oli sähköenergian hinnoittelu ja mittaaminen pienjännitepuolella. Opinnäytetyössä kerrottiin sähköenergian ja siirron hinnoittelusta, sekä niiden eri tariffeista. Siirron eri tariffeja vertailtiin Helen Sähköverkon kaupunkiverkon ja Carunan maaseutuverkon välillä. Hintavertailussa kyseisten verkkoyhtiöiden siirtotariffeja vertailtiin erilaisten asuin tyyppien ja lämmitysmuotojen välillä. Tuloksista huomattiin, että Carunan siirron perusmaksun osuus oli merkittävän suuri kokonaiskustannuksista.

Tämän lisäksi opinnäytetyössä tutustuttiin tarkemmin pienjännitepuolen mittaustekniikoihin ja niiden kytkentöihin. Suora- ja epäsuora mittaus tehtiin lukijalle tutuksi. Lopussa käytiin tarkemmin vielä erilaisia mittaustapoja, joista alamittaukseen mentiin pintaa syvemmälle.

Kieli
suomi

Sivuja 38

Asiasanat
sähköenergia, mittaaminen, mittari, siirtotariffit



THESIS
March 2015
Degree Programme in Electrical Engineering

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
tel. +358 13 260 6800

Author(s)

Lauri Partanen

Title

Pricing of Electrical Energy and Measuring of Electric Power in Low-Voltage Area

Abstract

The subject of this thesis was the pricing of electrical energy and measuring of electric power in low-voltage area. The different distribution tariffs were also discussed as general-, time-of-day- and low-voltage power distribution. Tariff prices of distribution were compared between Helen Electricity Network and Caruna Network. The results showed that Caruna's basic charge formed the major part of the total price of distribution in a month. Helen's basic charge was clearly lower than Caruna's.

Different electrical energy meters and their functions are discussed in the latter part of this thesis. The theory of meter presents the installation of meters. Finally various ways of measuring were studied, sub-metering in more detail.

Language
Finnish

Pages 38

Keywords

electrical energy, measuring, meter, distribution tariffs

Sisältö

1	Johdanto.....	5
2	Sähkön hinta muodostuu	5
3	Tariffi.....	7
3.1	Energiayhtiön tariffit.....	7
3.2	Verkkoyhtiöiden tariffit	7
3.2.1	Yleissiirto	7
3.2.2	Aikasiirto.....	8
3.2.3	Pienjännitetelesiirto	8
4	Pörssisähkö Nord Pool Spot	9
4.1	Spot-markkinat	9
4.2	Johdannaismarkkinat.....	10
4.3	Elbas-markkinat.....	12
5	Energian mittaus.....	12
5.1	Suoramittaus	12
5.1.1	Kytkenä	14
5.1.2	Suoran mittauksen ohjaukset.....	15
5.2	Epäsuoramittaus.....	18
5.2.1	Virtamuuntajat	20
5.2.2	Virtamuuntajien mitoitus	21
5.2.3	Virtamuuntajan muuntosuhde	21
5.3	Virtamuuntajan kytkentä.....	22
5.3.1	Taakka.....	23
5.3.2	Virtamuuntajan lävistys	24
5.3.3	Tarkkuusluokka	25
5.4	Sähköenergiamittauksen ryhmät.....	26
5.4.1	Yleismittaus.....	26
5.4.2	Yhteismittaus	26
5.4.3	Rinnakkaismittaus.....	26
5.4.4	Sarjamittaus	26
5.5	Alamittaus	27
5.6	Mittareiden sijoitus	28
5.7	Sinetöinti	29
5.8	Mittarointi.....	29
6	Tulokset	30
7	Pohdinta.....	36

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön aiheena on sähköenergian hinnoittelu ja mittaaminen pienjännitepuolella. Opinnäytetyössä kerrotaan sähköenergian ja siirron hinnoittelusta sekä niiden eri tariffeista. Siirron eri tariffeja vertaillaan Helen Sähköverkon kaupunkiverkon ja Carunan maaseutuverkon välillä. Hintavertailussa kyseisten verkkoyhtiöiden siirtotariffeja vertaillaan erilaisten asuintyyppien ja lämmitysmuotojen välillä.

Idea opinnäytetyön aiheeseen tuli työpaikalta, jossa olin työmaakeikalla erään mittariasentajan kanssa. Työni puolesta olen paljon tekemisissä mittareiden kanssa. Halusin oman oppimisen kannalta vielä tutustua aiheeseen tarkemmin ja opinnäytetyön tekeminen tästä aiheesta mahdollisti tämän.

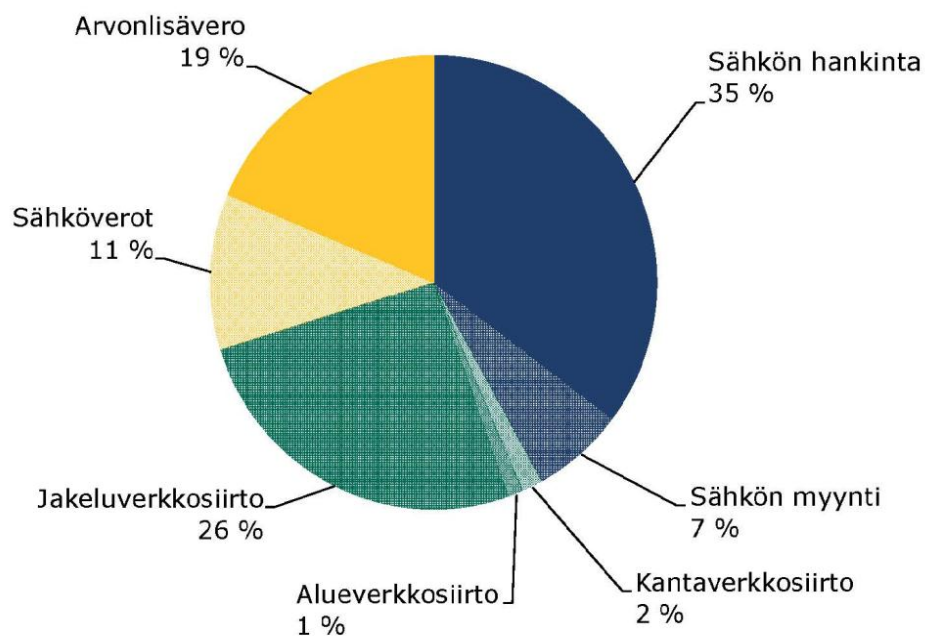
1 Sähkön hinta muodostuu

Sähkön hinta koostuu sähköenergian hinnasta, sähkönsiirrosta, erilaisista sähköveroista ja sähköyhtiön laskuttamista perusmaksuista. Perusmaksuilla tarkoitetaan sähkösopimuksessa määritettyjä kiinteitä kuukausimaksuja, joita energia- ja verkkoyhtiöt veloittavat sähkökäytöstä riippumatta. [1.]

Asiakas voi omilla valinnoillaan vaikuttaa vain sähköenergian hintaan. Sähköenergia on vapaasti kilpailutettavaa, joten sähkökäyttäjä voi itse valita haluamansa energiayhtiön. Sähkön hintaan vaikuttavat myös erilaiset energiayhtiöiden ja verkonhaltijoiden tariffimaksut, kuten yleis-, aika- ja tehotariffimaksut [2.]. Näihin tutustutaan tarkemmin luvussa Tariffit.

Muut sähkön hinnan osat ovat säänneltyjä, joten kuluttaja ei itse voi vaikuttaa niiden hintaan. Sähkönsiirron tarjoaa vain paikallisen jakeluverkon haltija. Siirto-osaa ei voi kilpailuttaa. Sähköverkkoyhtiöiden siirtohintoja valvoo Energianmarkkinavirasto. [2.]

Viimeisenä hinnan muodostajana on sähkövero. Sähkönkäyttäjät jaetaan kahteen veroluokkaan. Sähköveroluokkaan 1 kuuluu suuri osa sähkönkäyttäjistä. Tähän ryhmään kuuluvat kaikki asuin kiinteistöt. Toiseen luokkaan taas voivat kuulua valmistavana teollisuutena toimivat yritykset ja kasvihuoneet. Sähköveroa maksetaan siirtomaksusta. Tämä maksu koostuu huoltovarmuusmaksusta ja sähkön valmisteverosta. [3.]



Kuva 1. Sähkön hinta muodostuu eri osista. [1.]

2 Tariffi

Tässä luvussa tutustutaan energiayhtiöiden ja verkkoyhtiöiden tariffeihin.

2.1 Energiayhtiön tariffit

Sähkömarkkinat avautuivat vuonna 2005. Sähkömarkkinalaki avasi sähköenergiapuolella vapaan kilpailun, joten sähkökäyttäjät ovat lain voimaantulon päivästä asti saaneet itse valita energiayhtiönsä. Yhtenäisiä sähkönmyyjille määritettyjä tariffeja ei ole. Jokainen energiayhtiö määrittää itse omien tuotteidensa hinnat. Asiakkaalle tämä avaa mahdollisuuden ostaa juuri sellaista sähköä kuin itse haluaa. [4.]

Sähkötuotteita on saatavilla laaja kirjo. Valinnanvaraa siis löytyy laidasta laitaan. Tuotantomuotoina sähköä voidaan ostaa vesi-, aurinko-, tuuli- ja ydinvoimana. Tämän lisäksi energiayhtiöt kauppaavat omia ns. tariffipohjaisia tuotteitaan kuten perus-, aika-, kausi- ja tehosähköä. [5.]

Kuluttaja voi ostaa sähköä myös pörssistä, jossa hinta määräytyy jokaiselle tunnille erikseen. Pörssisähköstä kerrotaan tarkemmin kappaleessa Pörssisähkö Nord Pool. [5.]

2.2 Verkkoyhtiöiden tariffit

2.2.1 Yleissiirto

Yleistariffijärjestelmässä asiakas maksaa kiinteää perusmaksua eli kuukausimaksua, jota laskutetaan sähkön käytöstä riippumatta. Tämän lisäksi verkkoyhtiö laskuttaa siirrosta kiinteän kWh-hinnan mukaan käytön ajankohdasta riippumatta. Osa verkkoyhtiöistä on määrittänyt myös ehtoja, joiden mukaan yleistariffia ylipäättään tarjotaan. Helen Sähköverkon ohjeistus ilmoittaa, että yleistariffia voidaan käyttää, jos käyttöpaikan sulakekoko on

maksimissaan 3 x 63 A. Muussa tapauksessa on valittava aikasiirto tai pienjännitetehosiirto. [6.]

2.2.2 Aikasiirto

Aikasiirron alaiset asiakkaat maksavat yö- ja päiväsiirrosta erikseen. Näin osa sähkökulutuksesta voidaan ajoittaa kello 22–7, jolloin siirtohintaa on edullisempaa. Osalla verkkoyhtiöistä aikasiirron yöaika alkaa jo kello 20 ja päättyy kello 7. Aikasiirto eroaa verkkoyhtiöiden välillä myös siten, että osalla koko viikonloppu on yöaika ja osalla viikonloppu menee normaalisti kellonaikojen mukaan. [6.]

Aikasiirto sopii parhaiten kiinteistöihin, joissa kohdetta lämmitetään varaavalla sähkölämmityksellä. Näin kiinteistön lämmitys ja käyttöveden lämmitys voidaan toteuttaa yöaikaan, jolloin lämmityksestä aiheutuvat lämmityskustannukset laskevat. Kaukolämpökohteissa sähkön käyttö on tasaisempaa, joten aikasiirrosta ei saada hyötyä. [6.]

Aikasiirrosta käyttäjä maksaa selvästi suurempaa perusmaksua kuin yleissiirron käyttäjä. Tämän seurauksena aikasiirtoa kannattaa harkita vain, jos suuri osa sähkökäytöstä saadaan ohjattua yöajalle. Muussa tapauksessa ns. ”halvempi” aikasähkö ei kata yleissiirron ja aikasiirron perusmaksujen eroa. Helen sähköverkko hyväksyy aikasiirron asiakkaille, joilla käyttöpaikan sulake on enintään 3 x 80 A. [6.]

2.2.3 Pienjännitetehosiirto

Pienjännitetehosiirrosta asiakas maksaa kiinteää perusmaksua, joka on yleis- ja aikasiirtoa selvästi kalliimpaa. Tämän lisäksi verkkoyhtiö veloittaa kilowattikohtaista tehomaksua ja loistehomaksua. Näitä molempia veloitetaan asiakkaan kulutuksen mukaan. Tehosiirtoon kuuluu olennaisena osana myös talviajan ja muun ajan kulutuksen laskutus. [6.]

Tehomaksussa asiakasta laskutetaan kuukauden suurimman keskitehon mukaan, joka on mitattu kello 7-22 väliseltä ajalta. Talviajan siirron laskutus veloitetaan 1.11–31.3. väliseltä ajalta, muu aika veloitetaan oman hinnan mukaan. Talvi- ja muu aika ovat jopa puolet halvempia kuin yleissiirto, joten tehomaksusta hyötyy, jos kulutus on suurta. [6.]

Pienjännitetehosiirto on pakollinen asiakkaille, joiden pääsulakekoko on yli 3x100 A:n. Asiakas toki voi ottaa pj-tehosiirron, vaikka pääsulakekoko olisi pienempi, mutta rahallista hyötyä siitä ei saa. Päinvastoin kalliin perusmaksun takia tämä ratkaisu on yleensä asiakkaalle kalliimpi. [6.]

3 Pörssisähkö Nord Pool Spot

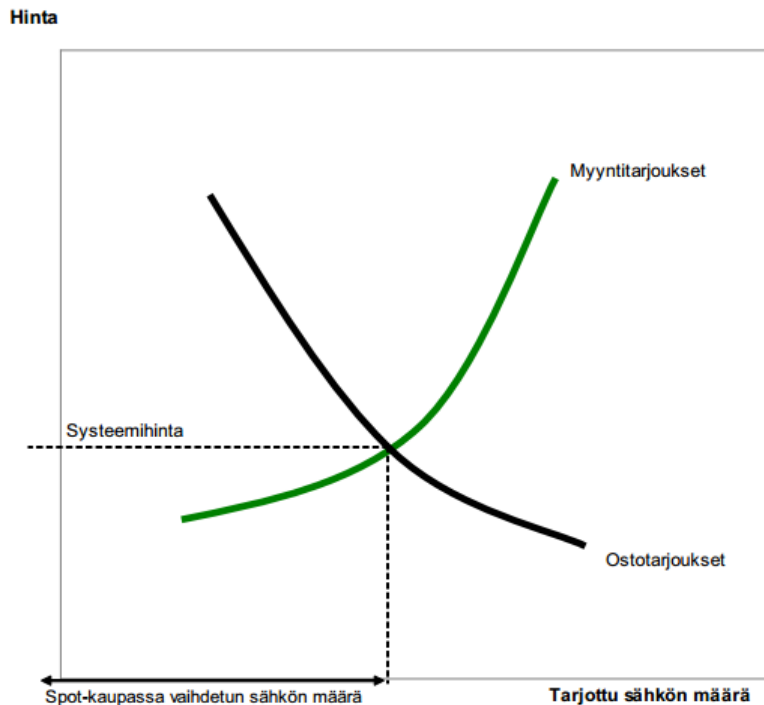
Nord Pool Spot on pohjoismaiden ja Baltian maiden yhteinen sähköpörssi. Pörssiin kuuluu Suomi, Ruotsi, Norja, Tanska, Viro ja Liettua. Nord Pool toimii, kuten muutkin raaka-ainepörssit. Tässä kaupankäynti kohteena on vain sähkö. Nord Pool pörssissä käydään kauppaa kolmella eri kauppapaikalla. Näistä yleisin on Spot-markkinat, jossa kauppaa käydään seuraavan päivän tuntikohtaisilla hinnoilla. Muita kauppapaikkoja ovat johdannais- ja Elbas-markkinat. [9.]

3.1 Spot-markkinat

Spot-markkinoilla sähkön tuottajat ja sähkönmyyjät käyvät kauppaa tuntikohtaisilla hinnoilla. Jokaiselle vuorokauden tunnille määräytyy oma yksilöity sähkönhinta osapuolien kysynnän ja tarjonnan suhteesta. Tämä tapahtuu siten, että osapuolet määrittävät toimeksiannoissaan tuntikohtaiset myyntihinnat ja määrät. [9.]

Yksinkertaisuudessaan tämä tarkoittaa sitä, että sähkön tuottaja ilmoittaa kuinka paljon ja mihinkä hintoihin se myy sähköenergiaa markkinoille tiettyinä tunteina. Vastaavasti sähkön ostaja eli sähkön jälleenmyyjä tekee

ostotarjouksen, jossa se määrittelee kuinka paljon ja millä hinnalla se ostaa sähköä tiettyinä tunteina. Toimeksiannot tulee tehdä viimeistään edellisenä päivänä klo 13. [9.]



Kuva 2. Hinnan määräytyminen Spot-markkinoilla. [10.]

Nord Pool Spot-markkinoilla käydään kauppaa samassa pörssissä, mutta useammassa maassa. Tämä ei silti tarkoita, että jokaisessa maassa pörssisähkö on saman hintaista. Pörssisähkön hintaan vaikuttaa myös siirtotarve. Hinta eri alueilla on toisistaan poikkeava jos, siirtotarve on suurempi kuin siirtokapasiteetti. [9.]

3.2 Johdannaismarkkinat

Johdannaismarkkinoilla käydään kauppaa futuureilla, forwardeilla ja optioilla. Perinteistä fyysistä sähkökauppaa ei näillä markkinoilla käydä. Kauppaa käydään ainoastaan sopimuksista, joissa kaupankäyntikohde vaihtaa omistajansa vasta tulevaisuudessa. [11.]

Futuuri- ja forwardikaupoissa käydään kauppaa ns. tulevaisuuden sopimuksilla. Sopimuksissa määritetään kiinteä hinta, jollekin tulevaisuuden ajanjaksolle, jona kauppa halutaan toteuttaa. Sopimuksessa määritetään ajanjakso, määrä ja hinta, jolla kauppaa käydään. Futuurikaupoissa sopimuksen kesto on vuorokausi tai viikko. Vastaavasti forwardeissa sopimuksen kesto on kuukausi, vuosineljännes tai vuosi. [11.]

Optiokaupoissa vain myyjää velvoitetaan ostamaan tai myymään kohde-etuus, riippuen option tyypistä. Optiokaupoissa option ostaja maksaa myyjälle preemion, eli korvauksen myytävästä riskistä. Optioita on kahdenlaisia: ostaja myyntioptio. Osto-optiossa ostajalla on oikeus ostaa kohde-etuus ennalta sovittuun hintaan. Vastaavasti myyjällä on velvollisuus myydä kohde-etuus ostajalle ennalta määritettyyn hintaan. [11.]

Myyntioptiot toimivat käänteisesti osto-option kanssa. Myyntioptiossa myyjällä on velvollisuus myydä kohde-etuus ennalta sovittuun hintaan, kun taas ostajalla on oikeus ostaa kohde-etuus ennalta määritettyyn hintaan. [11.]

	Ostaja (premio -)	Myyjä (premio +)
Osto-optio (Call)	Oikeus ostaa kohde-etuus	Velvollisuus myydä kohde-etuus
Myynti-optio (Put)	Oikeus myydä kohde-etuus	Velvollisuus ostaa kohde-etuus

Kuva 3. Optiosopimusten oikeudet ja velvollisuudet. [11.]

Nord Pool pörssissä optiokauppaa käydään forward-sopimuksilla. Option ostaja voi käyttää oikeutensa ostaa tai myydä kohde-etuus option kaupankäyntipäivänä. Muuna ajankohtana lunastusoikeutta ei voi käyttää. Osto-optio toteutuu vain, jos kohde-etuuden markkina-arvo on kaupankäyntipäivänä suurempi kuin ennalta sovittu kaupankäyntihinta.

Myyntioptio toteutuu vain, jos markkina-arvo kaupankäyntipäivänä on pienempi kuin ennalta sovittu option kauppahinta. [11.]

Ostetulla optiolla voi käytännössä voittaa rajattomasti, kun taas häviömahdollisuudet syntyvät ainoastaan maksetusta preemiosta. Myydyllä optiolla mahdollinen voitto on suurimmillaan preemion suuruinen. Tappio voi puolestaan olla käytännössä rajaton. [11.]

3.3 Elbas-markkinat

Elbas-markkinat mahdollistavat kaupankäynnin Spot-kauppojen jälkeen. Kauppaa käydään tunnin jaksoissa, kuten Spot-markkinoilla. Kauppaa on mahdollista käydä tuntia ennen kaupan fyysistä sähköntoimitusta. Tällä tarkoitetaan sitä, että voimalaitokset voivat kalliimman sähkön aikaan tarvittaessa myydä lisätuotantoaan, jota Spot-markkinoilla ei myydy. Uusiutuvan energian päivän tuotantokapasiteettiä on vaikea arvioida, joten ylimääräinen tai alijäämä sähköenergia voidaan myydä tai ostaa Elbas-markkinoilta. [12.]

Elbas-markkinat toimivat samalla periaatteella, kuten osakemarkkinat. Osto- ja myyntitarjoukset ovat nähtävissä kaikille. Toimeksiannot toteutuvat, jos osto- ja myyntitarjous kohtaavat. [12.]

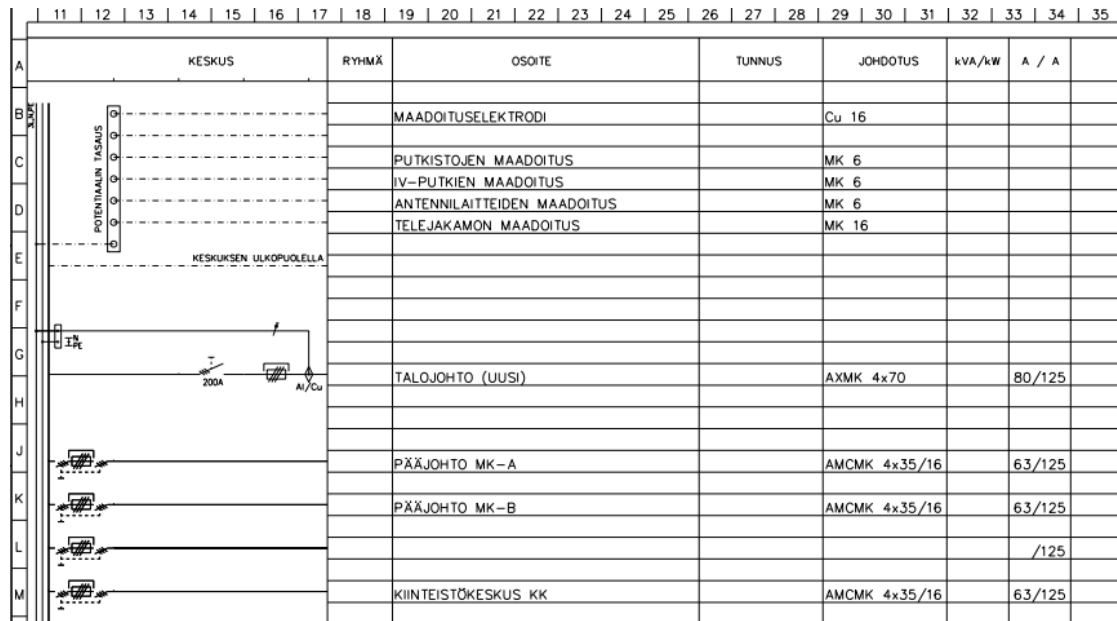
4 Energian mittaus

Luvussa tutustuttiin erilaisiin sähkömittari tyyppeihin ja niiden kytkentöihin. Tämän lisäksi mittareiden oheislaitteet ja niiden mitoitus käsiteltiin huolella.

4.1 Suoramittaus

Suoraa mittausa käytetään kohteissa, joissa käyttöpaikan nimellisvirta on suurimmillaan 3x63 A. Saneerauskohteissa, joissa mitattavaa keskusta ei

vaihdeta. Voidaan hyväksyä suoramittaus myös 3 x 80 A:n käyttöpaikalle. Suorissa mittauksissa ei käytetä virtamuuntajia.

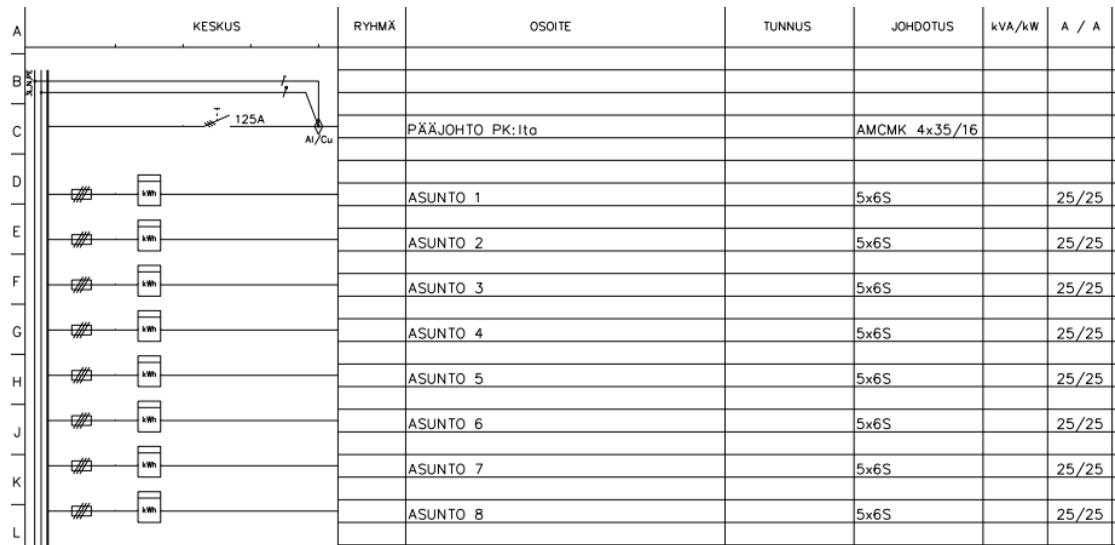


Kuva 4. Pääkeskuskaavio

Kuvassa 4 nähdään kuinka energianmittaus tapahtuu vasta mittaus- ja kiinteistökeskuksilla. Tämän seurauksena voidaan perustaa jokaiselle asunnolle oma käyttöpaikka. Tämän johdosta sähkönkulutusta voidaan seurata huoneistokohtaisesti. Tämä antaa myös asukkaalle vapauden solmia sähkönostosopimus haluamansa energiayhtiön kanssa.

Toinen mahdollisuus tässä kohteessa olisi mitata yhdellä epäsuoralla mittauksella koko rakennuksen sähkönkulutus, mutta sen jälkeen yksilöityjä huoneistokohtaisia sähkönkulutustietoja ei voida saada. Yhden mittauksen ratkaisut sopivat kohteisiin, jossa sähkönkäytön laskutusta ei tarvitse jakaa useamman osapuolen kanssa. Tällaisia hyviä esimerkkejä ovat omakotitalot tai varastohallit, joissa toimii vain yksi toimija.

Kuvan 4 ratkaisussa kiinteistöosa on jaettu muista erilleen, jotta sen sähkönkulutus voidaan eriyttää muusta kokonaisuudesta. Näin kiinteistön esim. käytävävalaistuksen, yhteisten tilojen lämmityksen, IV-koneiden ja hissien käytöstä voidaan laskuttaa suoraan taloyhtiötä.



Kuva 5. Monimittauskeskuskaavio.

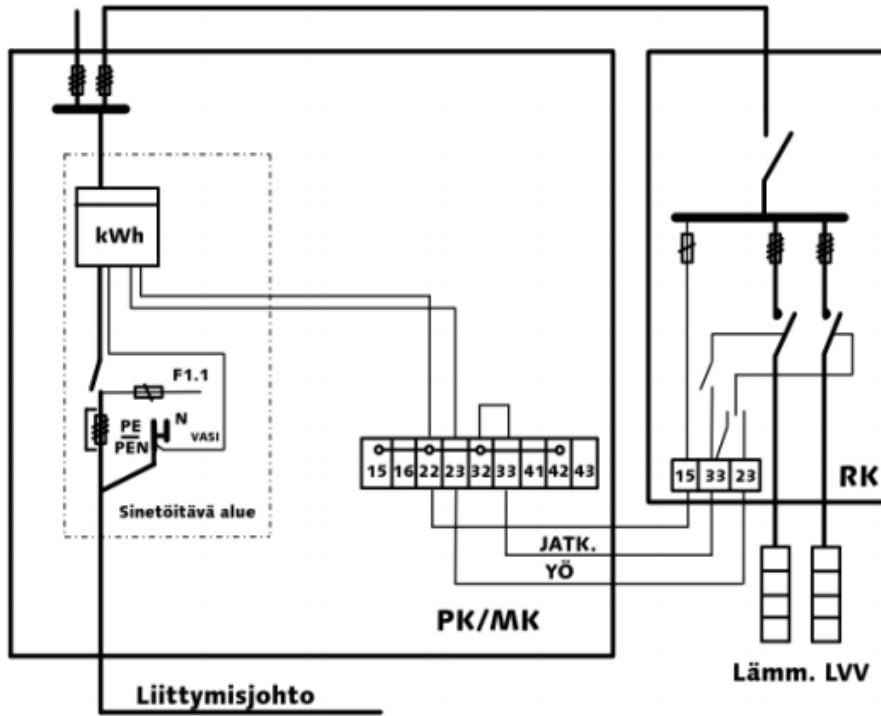
Kuvassa 5 näkyy kaavio mittauskeskuksesta. Kaaviosta nähdään hyvin, että jokainen asunto on varustettu omalla suoralla mittarilla. Suoramittari ei tarvitse omaa erillistä suojausta. Lähtö suojataan vain asunnon omilla etusulakkeilla, joiden tulee olla suurimmillaan 3 x 63 A. Nousukaapelointi tulee ottaa verkon mittaamattomalta puolelta, jotta mittaukseen ei tule päällekkäisyyttä. [13.]

4.1.1 Kytkenä

Yhden mittauksen ratkaisuissa mittari sijoitetaan pääkeskukseen pääsulakkeiden ja pääkytkimen väliin. Näin varmistetaan, että pääkytkimen aukaisulla ei katkaista jännitettä mittarilta. Mittarin tulee olla kokoaika jännitteellinen. Nykyiset etäluettavat mittarit lähettävät hälytyksen verkonhaltijalle, jos mittari menee jännitteettömäksi. Kytkinvarokkeita ei sallita suorien mittareiden etusulakkeina, koska kytkinvaroke avautuessaan katkaisee koko lähdön virtapiiriin mittarin edestä. Näin mittarilta häviää jännitteet. Kytkenät tulee tehdä siten, että mittareiden lähdöt kaapeloidaan verkon mittaamattomalta puolelta. [13.]

4.1.2 Suoran mittauksen ohjaukset

Luvussa tutustutaan suorien mittareiden lämmitysohjauksiin. Lämmitysmuotoina toimivat suora sähkölämmitys, osittain varaava- ja täysin varaava sähkölämmitys.

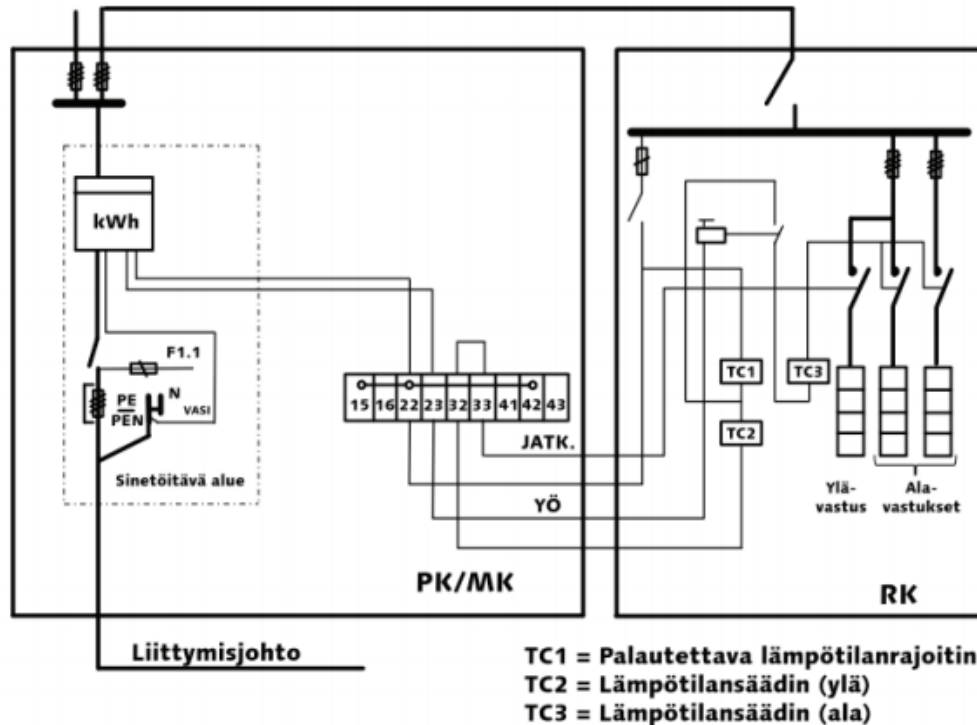


Kuva 6. Suoran sähkölämmityksen ohjaus. [13.]

Suoralla sähkölämmityksellä tarkoitetaan lämmitysmuotoa, joka ei varaa lämpöä rakenteisiin. Tällaisia lämmittäjiä ovat sähköpatterit ja erilaiset sähköllä toimivat kattolämmittimet. Sähkönkulutuksen kannalta tämä tarkoittaa sitä, että lämmityskustannukset ovat melko vakio ympäri vuorokauden. Huoneiston lämmitys ja lämminvesivaraaja ovat aktiivisia koko ajan, ainoastaan termostaatit säätelevät näiden toimintaa. [14.]

Tällaisen suoran sähkölämmityksen kytkentä kyseiselle mittarille tehdään siten, että jokainen vaihe ja nolla kaapeloidaan mittarille normaalisti. Ohjaus tapahtuu siten, että ryhmäkeskukselta tulee ohjausjännite mittarille. Mittarin aikaohjaus säätelee lämmityksen ja lämminvesivaraajan kontaktoreja. [13.]

**Ohjaukskytkentä Osittain varaava sähkölämmitys (aikasiirto)
Omakotitalot**

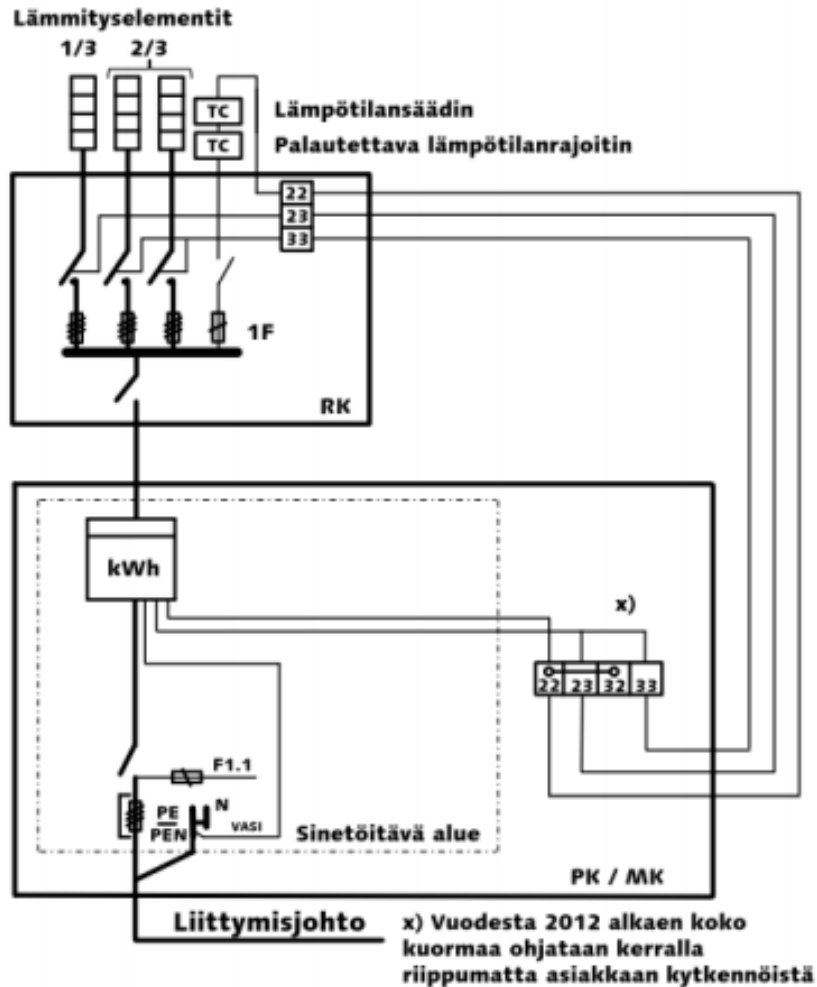


Kuva 7. Osittain varaavan sähkölämmityksen ohjaus. [13.]

Osittain varaava sähkölämmitys tarkoittaa lämmitysmuotoa, jossa kiinteistön rakenteet varaavat jonkin verran lämpöä. Lämpö ei kuitenkaan säily rakenteissa, kuten täysin varaavassa lämmityksessä. Osittain varaavassa lämmityksessä rakenteiden ominaisuudet ja paksuus eivät ole riittävän hyvät, jotta lämmönvaraus säilyisi rakenteissa koko päivän. [14.]

Tämän seurauksena lämmityksen ohjauksella lämmitetään tarvittaessa lämminvesivaraajan ylävastusta. Näin mahdollistetaan tilanne, jossa lämminvesivaraaja pidetään 50 asteessa mahdollisimman pienellä sähkönkulutuksella. [13.]

Osittain varaava sähkölämmitys kytketään siten, että yöohjauksella ohjataan tarvittaessa kaikkia vastuksia. Vastaavasti päiväaikaan ohjataan vain ylävastusta. [13.]



Kuva 8. Varaava sähkölämmitys, jolla ohjataan kahta lämmityselementtiä.

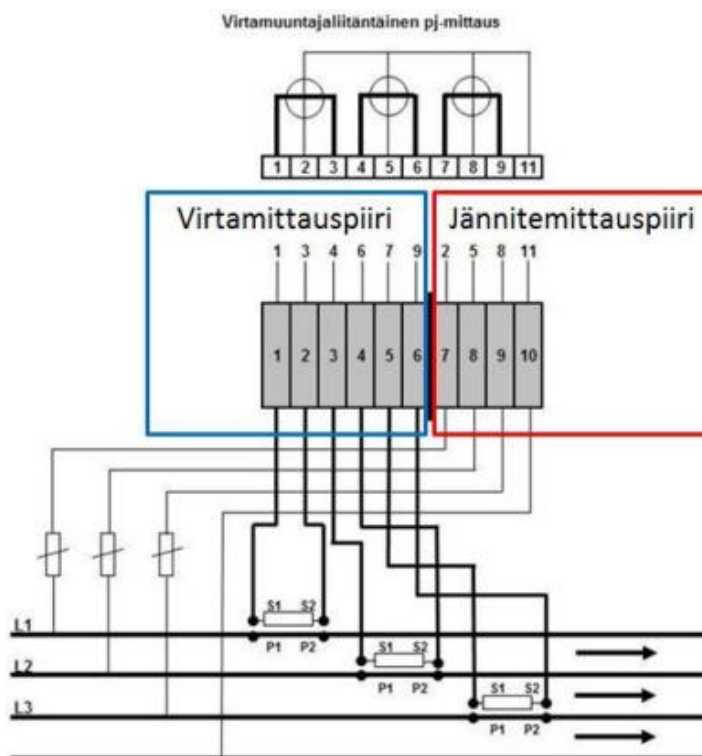
Täysin varaavalla sähkölämmityksellä tarkoitetaan sitä, että kiinteistön käyttövesi ja -lämmitys tapahtuu yöaikaan. Lämmin vesi varastoidaan varaajana ja käytetään kalliimman sähkön aikaan eli päiväaikana. Täysin varaavan lämmityksen energiatehokkuus on suora sähkölämmitystä huonompi, mutta sähkön hinnan ero yö- ja päivä aikana tekevät varaavasta sähkölämmityksestä yleensä edullisemmän ratkaisun. [14.]

Varaavan lämmityksen kytkentä on näistä kolmesta yksinkertaisin. Vaiheet ja nolla kaapeloidaan kuten aikaisemmissakin yhden mittarin ratkaisuissa. Ohjausjännite tuodaan ryhmäkeskukselta. Tätä ohjataan lämpötilan säätimellä ja palauttavalla lämpötilan rajoittimella. Lämmön säätö toimii siten, että mittarin aikaohjaus lähettää signaalin kontaktoreille, jotka sulkeutuessaan

aktivoivat lämmityselementit. Lämpötilan säätimellä pidetään varaajan lämpötila halutulla tasolla koko yöajan. [13.]

4.2 Epäsuoramittaus

Epäsuoraa mittausta käytetään tilanteissa, jossa käyttöpaikan etu- tai pääsulakekoko on 3x80 A tai enemmän. Osa verkkoyhtiöistä sallii epäsuoran mittauksen, kun muutostöiden osalta käyttöpaikan sulake tiputetaan 3x63 A:iin. Tässä muutoksessa ei kuitenkaan saa vaihtaa mitattavaa keskusta. Myös tilanteissa, jossa mittari joudutaan vaihtamaan, ei verkonhaltija enää hyväksy epäsuoraa mittausta alle 3x80 A:n käyttöpaikoilla. Verkonhaltija vaatii myös virtamuuntajien muuntosuhteen olevan riittävä, kun etusulakkeet tiputetaan 3x63 A:iin. [13.]

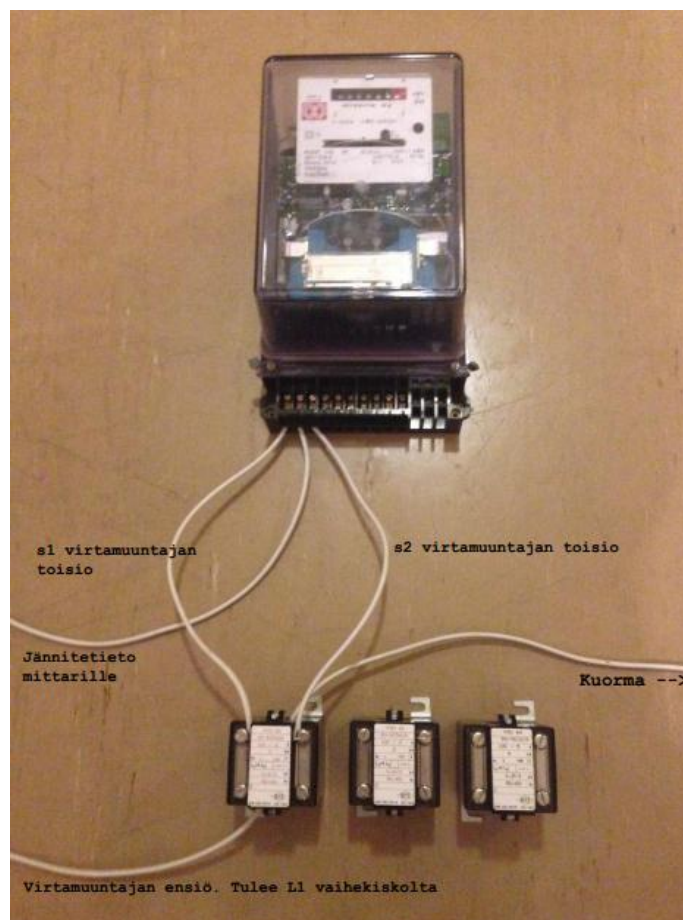


Kuva 9. Epäsuoran mittarin kytkentäkuva.

Kuva 9 havainnollistaa hyvin kuinka 3-vaiheinen epäsuoramittari kytketään. Vaiheet kaapeloidaan jännitemittauspiirille siten, että mittarin eteen

asennetaan etusulakkeet. Etusulakkeet ovat yleensä kokoluokkaa 10A. Jännitepuolen etusulakkeina voidaan käyttää johdonsuoja-automaatteja, tulppasulakkeita tai kahvasulakkeita. [15.]

Nollajohdin kaapeloidaan suoraan liittimelle 10. Jännitetiedon kytkentä on siinä mielessä yksinkertainen, että sille ei tarvita muuntajia lainkaan. Virtapuolelle sen sijaan joudutaan asentamaan virtamuuntajat, jotta virranarvo saadaan muutettua mittarille sopivaksi. Virtamuuntajat asennetaan vaihekiskoihin. Mittarien vaihelähdöt kytketään siten, että kaapelit vedetään kuvan 10 mukaisesti virtamuuntajan lävitse. Tarvittaessa kaapelit voidaan lävistää virtamuuntajan ensiöpuolella, jolloin saadaan puolitettyä virtamuuntajan ensiövirta. Lävistystä ei voida kuitenkaan tehdä, jos virtamuuntaja on asennettu kiskoon. Virtamuuntajan lävistyksestä kerron enemmän tulevissa kappaleissa. [15.]



Kuva 10. Virtamuuntajan kytkentä epäsuoralle mittarille.

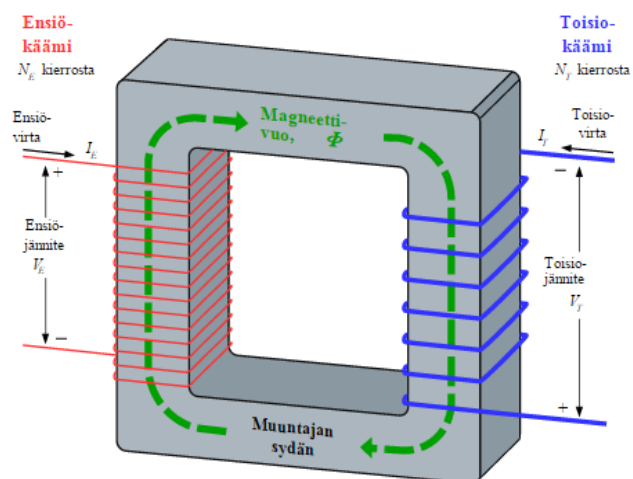
4.2.1 Virtamuuntajat

Virtamuuntajia käytetään epäsuorissa sähköenergian mittauksissa. Niiden tarkoituksena on muuntaa lähtöjen virranarvot halutulle tasolle. Tämä tehdään siksi, koska kuluttajakäytössä olevat sähköenergiamittarit eivät kestäisi kyseistä virtaa. Virtamuuntajan toisena tehtävänä on erottaa toisiopuolen mittausta galvaanisesti ensiöpuolesta. [13.]

Virtamuuntajat rakennetaan siten, että ensiöpuolen käämikierroksia on suhteessa enemmän kuin toisiopuolen. Tämän seurauksena virtamuuntaja muuntaa ensiöpuolen virtaa alemmalle tasolle. Kolmivaiheisessa järjestelmässä jokaiselle vaiheelle tulee asentaa oma virtamuuntajansa. Ei riitä, että vain yhden vaiheen virtaa lasketaan. Pienjännitepuolella jokainen vaihe tulee mitata, koska joissakin kohteissa vaiheiden välinen kuormaero saattaa olla suuri. Tämän takia vain yhden vaiheen mittaaminen saattaa vääristää todellista kulutusta. [16.]



Kuva 11. Frer TAC032 virtamuuntaja



Kuva 12. Virtamuuntajan havainnekuva.

4.2.2 Virtamuuntajien mitoitus

Verkonhaltijoilla on omat suosituksensa virtamuuntajien muuntosuhteille. Muuntosuhteella tarkoitetaan suhdetta, jolla ensiöpuolen virtaa muunnetaan. Helen Sähköverkko sallii minimissään samankokoisen virtamuuntajan kuin lähdön etusulakekoko ja maksimissaan kaksinkertaisen. [13.]

Virtamuuntaja mitoitetaan ensiöpuolen nimellisvirran mukaan. Sähköenergian mittauksessa käytettävien virtamuuntajien nimellinen toisiovirta on 5 A. Jotta tämä 5 A toteutuu, ensiöpuoli tulee mitoittaa maksiminimellisvirralle. Tällä tarkoitetaan sitä, että lähdön etusulakekoon ollessa 3x100 A ja toision nimellisvirta 5 A. Muuntosuhteeksi saadaan 20. [13.]

Muuntosuhteen ollessa liian suuri tai pieni virtamuuntaja ns. kyllästyy ja päästää virtamuuntajan lävitse muuntosuhteen ensiöpuolen maksiminimellisvirran. Tämän seurauksena toisiopuolen todellinen virta 5 A ei toteudu. [13.]

4.2.3 Virtamuuntajan muuntosuhde

Luvussa käsiteltiin virtamuuntajan mitoittamiseen liittyviä asioita. Taulukko 1 kuvaa Helen Sähköverkon virtamuuntajasuosituksia eri kokoisille etusulakkeille.

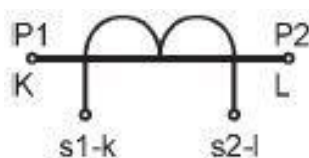
Mitattavan lähdön etusulake [A]	Muuntosuhde [A/A]	Kerroin
3 x 80	100/5	20
3 x 100	100/5	20
3 x 125	200/5	40
3 x 160	200/5	40
3 x 200	200/5	40
3 x 250	300/5	60
3 x 315	400/5	80
3 x 400	400/5	80
3 x 500	600/5	120
3 x 630	800/5	160
3 x 750	800/5	160
3 x 800	800/5	160
3 x 1000	1000/5	200
3 x 1250	1250/5	250

Taulukko 1. Virtamuuntajien muuntosuhdetaulukko. [13.]

Jos kiinteistön kuormat muuttuvat suuresti ja sen seurauksena virtamuuntajat joudutaan vaihtamaan, tulee siitä aina ilmoittaa verkonhaltijalle, jonka seurauksena JVH tarkastaa, että virtamuuntajat vastaavat kyseistä kuormaa [13]

4.3 Virtamuuntajan kytkentä

Virtamuuntajan ensipuoli kytketään sarjaan mitattavaan piiriin ja vastaavasti toisiopuoli kytketään epäsuoralle mittarille tilanteissa, joissa virtamuuntajalle kytketään useampi mittari. Tällöin tulee mittarit kytkeä toisiopuolella sarjaan, jotta mittaustuloksien tarkkuus säilyy. Muussa tapauksessa toisiovirta jakautuisi tasaisesti mittareiden kesken ja mitattavat arvot vääristyisivät. On mahdollista, että urakoitsija haluaa asentaa virtamuuntajia varalle keskukselle. Näiden virtamuuntajien toisiopuoli on oikosuljettava.



Kuva 13. Virtamuuntajan kytkentä. [13.]

Virtamuuntaja kytketään siten, että keskuksen vaihekiskolta vedetään lähtö virtamuuntajan lävitse. Kaapelointisuunta on P1:stä P2:seen. Tämän kaapelin päähän tulee kuorma, jossa kulutus tapahtuu. Tämän lisäksi virtamuuntajan toisiopuolelta lähtee kaapelit mittarille. Tämä tapahtuu siten, että s1 liittimeltä lähtee veto epäsuoran mittarin liittimille 1, 4 tai 7. Riippuen mikä vaihe on kyseessä. Mittarilta palaava kaapeli kytketään virtamuuntajan toisiopuolen s2 napaan. Virtamuuntajan taakka määrittää, kuinka pitkä toisiopuolen kaapelin pituus tulee olla. Tästä kerrotaan tarkemmin seuraavassa osiossa. [13.]

4.3.1 Taakka

Toisiopuolen nimellistaakalla tarkoitetaan kuormaa, joka aiheutuu mittarista, riviliittimistä ja toisiopuolen johtimista. Jotta virtamuuntajat toimivat vaaditussa tarkkuusluokassaan, tulee taakan olla 25–100 % virtamuuntajan nimellistaakasta. [13.]

Taakan suuruuteen vaikuttavat virtamuuntajan toisiopuolen johtimen poikkipinta-ala ja johdinpituus eli vyyhti. Taakan suuruuteen voidaan vaikuttaa merkittävimmin johtimen pituudella. Tästä asiasta verkonhaltijat ovat hyvin tarkkoja. Useilla on omat suosituksensa vyyhdin pituudelle. Taakkaa on mahdollista myös kasvattaa erilaisilla lisävastuksilla, mutta näiden vastusten kokojen tulee olla hyvin pieniä. Liian suuri lisävastus nostaa taakan kohtuuttoman suureksi. [13.]

Virtamuuntajan taakka [VA]	Toisiohjdon pituus yhteen suuntaan [m]	Yleisimmät virtamuuntajakoot [A/A]
2	2,5–5	100–300/5
2,5	2,5–7	400–500/5
5	5–14	500–1250/5

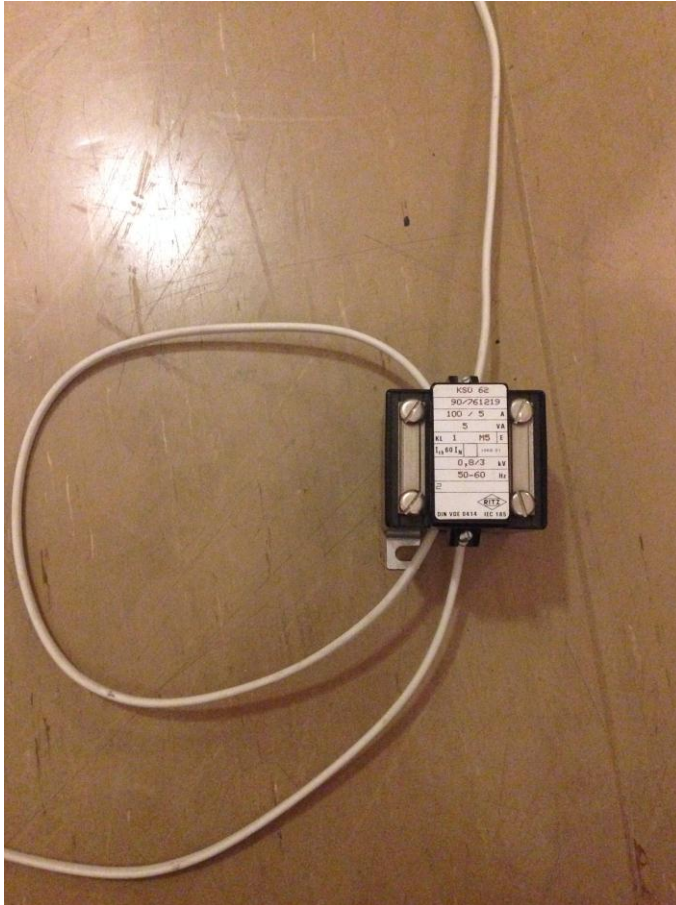
Taulukko 2. Johdin pituuden suositukset erikokoisille virtamuuntajan nimellistaakoille. [13.]

4.3.2 Virtamuuntajan lävistys

Virtamuuntajien ensiöpuolelle on mahdollista tehdä lävistys, jolloin virtamuuntajan ensiöpuolen muuntosuhde puolittuu. Näin voidaan varautua mahdolliseen kuorman kasvuun. [13.]

Kuvitellaan tilanne, jossa kiinteistöosan etusulakekoko on 3 x 80 A. Helenin suositusten mukaan muuntosuhde tulee olla 100 - 20 % kuormitusvirrasta. Tähän voidaan kytkeä Helenin suositusten mukaisesti 80/5 - 400/5 väliltä olevat virtamuuntajat. Suunnittelija kuitenkin uskoo kuorman kasvavan tulevaisuudessa 3 x 3 x 200 A:n tasolle, joten urakoitsija voi halutessaan laittaa nykyisen 3 x 80 A:n lähdölle 600/5 olevat virtamuuntajat, jos virtamuuntajan ensiöpuoli lävistetään kuvan 14 mukaisesti. Virtamuuntaja on myös mahdollista asentaa vaihekiskoon, jolloin lävistämisen mahdollisuutta ei enää ole. [13.]

Virtamuuntajan lävistyksellä haetaan tilannetta, jossa nykyinen virtamuuntaja voidaan säilyttää, vaikka käyttöpaikan sulakekoko kasvatettaisiin. Lävistys tulee kuitenkin purkaa siinä vaiheessa, kun käyttöpaikan sulakekoko on kasvatettu. Verkonhaltijalle tulee aina ilmoittaa, kun virtamuuntajien kokoja muutetaan. [13.]



Kuva 14. Virtamuuntajan lävistys.

4.3.3 Tarkkuusluokka

Tarkkuusluokka kertoo virtamuuntajan suurimman sallitun virhevirran suuruuden. Nykyisin käytössä on kahta virtamuuntajan tarkkuusluokkaa 0.5 ja 0.2S. Verkonhaltijat vaativat uusien etäluettavien mittarien tarkkuusluokaksi 0.2S luokan virtamuuntajat. Vanhoissa kohteissa hyväksytään 0.5 luokan virtamuuntajat, jos vanhaan mittariin tai sen kytkentöihin ei kosketa. Mitattavan keskuksen vaihdon yhteydessä tulee vaihtaa etäluettava mittari sekä vaihtaa virtamuuntajat 0.2S luokkaan. [13.]

4.4 Sähköenergiamittauksen ryhmät

4.4.1 Yleismittaus

Yleismittauksella tarkoitetaan mittaustapaa, jossa koko kiinteistön sähkönkulutus mitataan yhdellä mittarilla. Tällaisia kohteita ovat usein omakotitalot ja kesämökit. [17.]

4.4.2 Yhteismittaus

Yhteismittauksessa mitataan yhdellä mittarilla kiinteistön useamman eri osan sähkönkulutus. Mittauksessa ei yksilöidä kulutustietoja, vaan kiinteistön kokonaiskulutus selviää. Tällaisia kohteita ovat päiväkodit, opiskelija-asuntolat ja vanhustentalot, joissa on vain yksi käyttöpaikka. [17.]

Monissa yllämainituissa kohteissa on siirrytty rinnakkaismittauksen, koska osassa päiväkodeista ja vanhustentaloissa on keittiöt ulkoistettu eri toimijalle. Näin keittiön sähkönkulutus halutaan eriyttää omaksi kokonaisuudeksi. Myös uusissa opiskelija-asuntoloissa on siirrytty rinnakkaismittaukseen, jotta jokaisen asukkaan sähkönkulutus voidaan yksilöidä. [17.]

4.4.3 Rinnakkaismittaus

Rinnakkaismittauksessa jokaisella sähkönkäyttäjällä on oma mittari. Tällaisia kohteita ovat kerros-, rivi- ja paritalot, jotka ovat saman sähköliittymän alla. Tämä mahdollistaa, että jokaiselle kiinteistölle voidaan kohdistaa kulutuksen mukaan yksilöity sähkölasku. [17.]

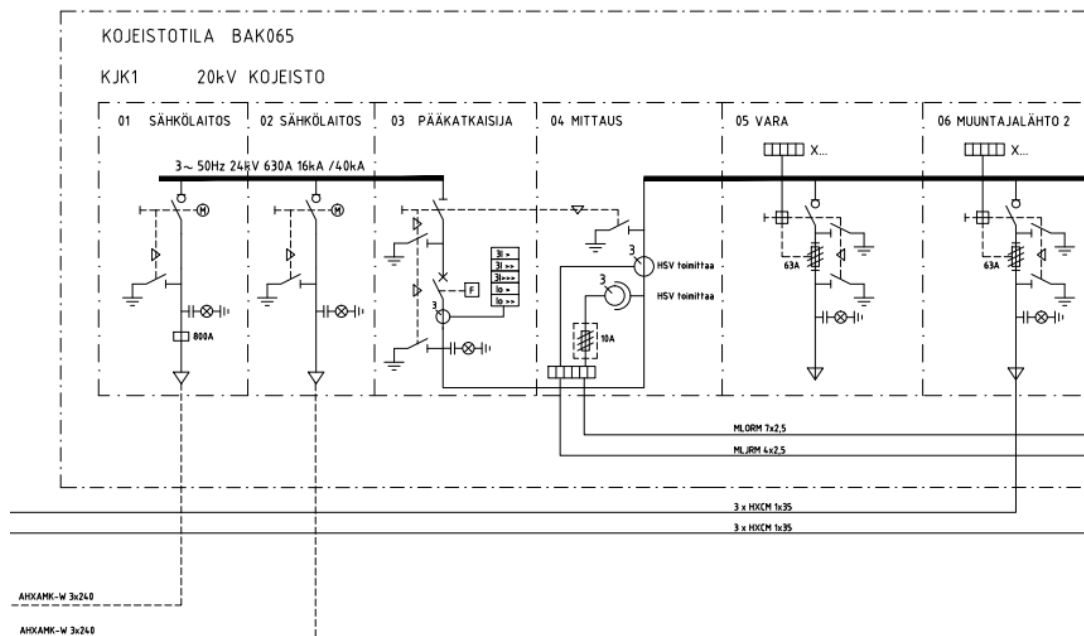
4.4.4 Sarjamittaus

Sarjamittaus tarkoittaa jo nimensä mukaisesti uudelleen mittausta. Tällä tarkoitetaan sitä, että päämittauksen takana on mitattava käyttöpaikka. Tällaiset kohteet ovat yleisempiä keskijänniteliittymissä, joissa päämittaukset ovat keskijännitekojeistoilla ja alamittaukset pienjännitepuolella.

Hankalammissa tilanteissa voidaan alamittaus toteuttaa myös pienjännitekohteissa, jossa kiinteistön saneerauksen seurauksena omaa mitattavaa lähtöä ei ole mahdollista vetää. [17.]

4.5 Alamittaus

Alamittaus tarkoittaa nimensä mukaisesti jo kertaalleen mitattua energian mittausta. Sähköenergia mitataan ensin keskijännitepuolen mittauskennoilla, jonka jälkeen sähköenergia mitataan uudelleen pienjännitepuolella. Tätä pienjännitepuolen mittausta kutsutaan alamittaukseksi. Päämittaus voidaan suorittaa yhdellä tai useammalla toisistaan riippumattomalla päämittarilla. Kytkenät tulee kuitenkin tehdä, niin että päämittauksissa ei tule päällekkäisyyksiä. Jokainen mittari siis mittaa tiettyjä muuntamolähtöjään. [18.]



Kuva 15. Keskijännitepuolen päämittaus.

Alamittaukseen käytetään siksi, että jokaisen pj-puolen käyttöpaikan sähkökulutustiedot saadaan eroteltua toisistaan. Ilman alamittaukseen koko

liittymän kulutustiedot näkyisi vain yhden tai useamman päämittauksen takana. Verkonhaltija tarjoaa alamittausta pääasiallisesti keskijänniteliittyisiin. Poikkeustilanteissa, jossa liittymän sisäisen verkon rakenne on sellainen, ettei jollekin käyttöpaikalle voida kytkeä lähtöä mittaamattomalta puolelta. Tällaisia syitä ovat kohtuuttomat rakentamiskulut ja hankala verkonrakenne, johon ei helposti voida lisätä mittaamatonta lähtöä mittarille. Joudutaan tällaisissa tilanteissa solmimaan alamittaussopimus kyseiselle käyttöpaikalle. [18.]

Alamittauksessa mitataan yleensä kiinteistöpuolen sähkönkulutus omana mittauksenaan ja huoneistokohtaiset mittaukset mitataan mittauskeskuksilla omilla mittareillaan. Näin mahdollistetaan tilanne, jossa jokainen sähkönkäyttäjä vastaa itse omasta sähkönkulutuksestaan. [18.]

Jokaisen käyttöpaikan sähkönkäyttäjä voi itse valita energiayhtiön, jolta hän sähköenergian ostaa. Alamittaussopimus ei velvoita alamittauksessa olevia käyttöpaikkoja saman energiayhtiön asiakkaiksi, johon päämittaus kuuluu. Tämä antaa sähkönkäyttäjille mahdollisuuden vaikuttaa kuluttamansa sähköenergian hintaan. [18.]

Alamittaussopimus tehdään päämittauksen omistajan ja verkonhaltijan välille. Kohteen siirtymisestä alamittaukseen tulee asiakkaan toimittaa suunnitelmamuutokset verkonosalta. Suunnitelmissa tulee ilmetä, että kiinteistössä ei ole päällekkäisiä alamittareita. Alamittauspalvelusta aiheutuvat kustannukset laskutetaan päämittauksen omistajalta. Kustannuksia syntyy aloitusmaksusta, sekä päämittauksen- ja alamittauksen kuukausimaksuista. [18.]

4.6 Mittareiden sijoitus

Mittarit tulee sijoittaa lukittuun tilaan, johon verkonhaltijalla on vapaapääsy ympäri vuorokauden vuoden jokaisena päivänä. Tilaan tulee päästä mielellään suoraa ulkoa. Sellaisia tiloja ei hyväksytä, joihin joudutaan kulkemaan asuin tilan läpi. [19.]

Pienemmissä kohteissa, joissa käytetään vain yhtä tai kahta mittaria voidaan mittarit sijoittaa tekniseen tilaan. Suuremmissa kohteissa, joissa on useampi mittari, tulee mittarit sijoittaa mittarikeskuksille keskitetysti siten, että mittarit sijaitsevat samassa tilassa. Mittarit voidaan keskittää esim. talo- tai rappukohtaisesti. Entisaikana kerrostalojen mittarit sijaitsivat asunnoissa. Uusissa kohteissa tähän ei enää pyritä. Tämän lisäksi mitattavat keskuksat tulee merkitä juoksevasti. Tämä tapahtuu siten, että kohteen kaksi mittarikeskusta merkittäisiin MK1:ksi ja MK2:ksi. [19.]

4.7 Sinetöinti

Sinetöinnillä pyritään estämään tilanteita, jossa mittari ohitetaan erinäköisillä kytkennöillä. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että kaikki mittaamattomat keskuksen osat tulee olla sinetissä. Uudenaikaiset sähkökeskukset ovat yleensä sinetöitävissä kokonaan. Mutta vanhemmissa kohteissa saattaa olla kytkentöjä, jossa pääsulakkeet on kaapeloitu omalle sinetöimättömälle kotelolle. Näissä on oma riskinsä, että sulakepohjaan tehdään ns. uusi lähtö jollekin kiinteistön osalle, jota voidaan käyttää mittaamattomana. [19.]

4.8 Mittarointi

Mittarointi tarkoittaa toimenpidettä, jossa mittari asennetaan käyttöön tai poistetaan käytöstä. Asiakas tekee yleistietolomakkeella pyynnön, joko mittarin poistolle, asennukselle tai pelkälle sinetöinnille. Saneeraus kohteissa, joissa keskus vaihdetaan ja mittari täytyy siirtää uuteen keskukseseen. Tulee vanha mittari hakea pois ennen jännitekatkoa. Näin varmistetaan, että mittarointsija saa lähetettyä kaiken kulutustiedon mittarilta. Nykyiset etäluettavat mittarit lähettävät kerran tunnissa kulutustiedot verkonhaltijalle. Tämän seurauksena mittarilta saattaa jäädä huonossa tilanteessa melkein tunnin kulutustiedot saamatta. [13.]

Nämä tiedot on kuitenkin mahdollista purkaa ns. ”penkittämällä” mittari laboratoriossa. Tämä tarkoittaa sitä, että mittari kytketään jännitteelliseksi jälkikäteen, jolloin kulutustiedot saadaan lähetettyä myöhemmin. Tämä kuitenkin teettää mittaroitsijalle ylimääräisen kytkentä ja purkutyön, joten tähän ei mielellään pyritä. [13.]

Uudenmittarin asennus tehdään aina, kun kohde on jännitteellinen. Tämä tehdään siksi, jotta mittari toimii ja sen tiedonsiirtoyhteys toimii. Asennusvaiheessa mittarille tehdään myös erinäisiä ohjelmointitöitä. Esimerkiksi epäsuoralle mittarille tulee määrittää virtamuuntajatiedot. [13.]

5 Tulokset

Vertailen tässä kappaleessa kahden toisistaan täysin poikkeavan verkkoyhtiön siirtohinnoitteluja. Vertailussa on mukana helsinkiläinen Helen Sähköverkko Oy ja maaseutuverkkoyhtiö Caruna Oy. Verkkoyhtiöt eroavat toisistaan paljon. Helsingin kaupunkiverkko koostuu lähes 100-prosenttisesti maakaapeloinnista. Tämän lisäksi Helenin verkko on rakennettu tiheään asutulle alueelle, joten verkossa on lyhyet etäisyydet kulutuspisteille. Tämän seurauksena Helenin verkon häviöt ovat pienet.

Vastaavasti Carunan verkko on rakennettu maaseudulle, jossa kulutuspisteet ovat kaukana toisistaan. Tämän seurauksena verkossa syntyvät häviöt ovat suurempia kuin suurten kaupunkien verkkoyhtiöillä. Lisäksi Carunan verkon rakenne on erityisen paljon säiden armolla. Yritys on tämän johdosta aloittanut kolmen vuoden ohjelman, jossa verkkoa investoidaan. Verkon suuret investoinnit näkyvät kuluttajalla siirron hinnoissa ja perusmaksuissa lähivuosina. [7.]

Vertailin kolmenlaista asuin tyyppiä ja tarkastelen, miten siirtojen hinnat ja perusmaksut muuttuvat näiden kohteiden välillä. Perus saunattoman yksiön vuosikulutus on 1500 kWh:n ja 2500 kWh:n välillä. Ensimmäisenä tarkastelin

1500 kWh:n kohdetta ja tämän jälkeen toistin samat laskut 2500 kWh:n kiinteistölle. Jälkimmäisen laskun tarkoituksena oli varmistaa, että onko Carunan halvemmalla siirtomaksulla merkitystä kokonaishinnan vertailussa. Molemmat kohteet olivat kaukolämpökohteita, joten pääsulake molemmissa oli 3 x 25 A. [8.]

Yritys	Helen	Caruna	
Siirtotuote	Yleissiirto	Yleissiirto	
Vuosikulutus	1500	1500 kWh	
Perusmaksu	4,3	7,86 €/kWh	
Siirtomaksu	3,11	2,95 c/kWh	
Perusmaksu vuosi	51,6	94,32	45,29 %
Siirtomaksu vuosi	46,65	44,25	-5,42 %
Kokonaishinta	98,25	138,57	29,10 %

Taulukko 3. Yksiön kokonaissiirtokustannusten vertailu 1500 kWh:n vuosikulutuksella.

Yritys	Helen	Caruna	
Siirtotuote	Yleissiirto	Yleissiirto	
Vuosikulutus	2500	2500 kWh	
Perusmaksu	4,3	7,86 €/kWh	
Siirtomaksu	3,11	2,95 c/kWh	
Perusmaksu vuosi	51,6	94,32	45,29 %
Siirtomaksu vuosi	77,75	73,75	-5,42 %
Kokonaishinta	129,35	168,07	23,04 %

Taulukko 4. Yksiön kokonaissiirtokustannusten vertailu 2500 kWh:n vuosikulutuksella.

Laskelmat tuovat hyvin esiin kuinka Carunan suurempi perusmaksu vaikuttaa pienillä kulutuksilla kokonaishintaan vahvasti. Taulukoissa 3 siirtojen kokonaishinnan ero on 29,10 %, kun vastaavasti taulukon 4 kulutuksessa ero on enää 23,04 %. Rahallinen ero molemmissa kulutuksissa oli lähes sama.

Prosentuaalinen arvo vääristää kuvaa, koska kokonaishinta nousee suuremmassa suhteessa. Yritysten siirtohinta on lähes sama, joten perusmaksun osuus on ratkaisevassa roolissa siirron kokonaishinnassa.

Toisena kohteena tarkastelen kaukolämmitteisiä omakotitaloja, joiden vuosikulutus on luokkaa 4000 - 6000 kWh. Molemmissa edellä mainituissa kohteissa on yleissiirto ja 3 x 25 A:n pääsulakkeet. [8.]

Yritys	Helen	Caruna		
Siirtotuote	Yleissiirto	Yleissiirto		
Vuosikulutus	4000	4000 kWh		
Perusmaksu	4,3	15,67 €/kWh		
Siirtomaksu	3,11	2,95 c/kWh		
Perusmaksu vuosi	51,6	188,04	72,56 %	
Siirtomaksu vuosi	124,4	118	-5,42 %	
Kokonaishinta	176	306,04	42,49 %	

Taulukko 5. Omakotitalon kokonaissiirtokustannusten vertailu 4000 kWh:n vuosikulutuksella.

Yritys	Helen	Caruna		
Siirtotuote	Yleissiirto	Yleissiirto		
Vuosikulutus	6000	6000 kWh		
Perusmaksu	4,3	15,67 €/kWh		
Siirtomaksu	3,11	2,95 c/kWh		
Perusmaksu vuosi	51,6	188,04	72,56 %	
Siirtomaksu vuosi	186,6	177	-5,42 %	
Kokonaishinta	238,2	365,04	34,75 %	

Taulukko 6. Omakotitalon kokonaissiirtokustannusten vertailu 6000 kWh:n vuosikulutuksella.

Tämä esimerkkilaskelma antaa vielä selvemmän kuvan yritysten hinnoittelujen eroavaisuuksista. Helenin yleissiirron perusmaksu on kiinteä. Tämä tarkoittaa sitä, että pääsulakekoko ei vaikuta perusmaksun suuruuteen. Carunan yleissiirron perusmaksuun vaikuttaa täysin pääsulakekoko. Tämä tarkoittaa sitä, että Helenin asiakas maksaa perusmaksua 3x63 A käyttöpaikastaan 4,30 €/kk. Carunan asiakas maksaa perusmaksua saman kokoisesta käyttöpaikastaan 74,601 €. Perusmaksujen ero on lähes 95 %. Pieni kuormallisissa rakennuksissa tulisi miettiä voisiko sulakekoko laskea, jotta perusmaksun hinta laskisi.

Viimeisenä tarkastellaan suoralla sähkölämmityksellä olevaa omakotitaloa, jonka vuosikulutus pyörii 15000 kWh:n tietämillä. Tälle kohteelle ei voida tehdä yritysten välistä vertailua, koska tuntikohtaisia kulutustietoja ei ollut saatavilla. [8.]

Lasken ensin Helenin sopimuksella kyseisen siirron kokonaiskustannukset. Tämän jälkeen kerron, kuinka näiden kahden verkkoyhtiön aikasiirtotuotteet eroavat toisistaan. Ensiksi kuitenkin selvitin kohteen kuukausi kulutukset yö- ja päiväajoilta.

	Päivä	Yö	
Tammi	737	1485	66,83 %
Helmi	507	926	64,62 %
Maalis	396	892	69,25 %
Huhti	246	701	74,02 %
Touko	218	633	74,38 %
Kesä	222	480	68,38 %
Heinä	339	546	61,69 %
Elo	283	615	68,49 %
Syys	267	585	68,66 %
Loka	451	805	64,09 %
Marras	453	972	68,21 %
Joulu	520	1181	69,43 %
Yhteensä	4639	9821	67,92 %
Vuosikulutus		14460 kWh	

Taulukko 7. Kokonaisvuosikulutuksen määrittäminen.

Taulukon 7 tarkoituksena on hahmottaa kuukausikulutusta päivän ja yön osalta. Kulutustiedot on kerätty Helenin asiakasrekisteristä. Oikeanpuoleisille sarakkeille on laskettu kulutus yöaikana ja sen suhde päiväaikana käytettyyn kulutukseen. Helenin aikasiirto eroaa muista verkkoyhtiöistä siten, että yöaika alkaa jo klo 20 ja loppuu kello 7. Tämän lisäksi viikonloput kuuluvat kokonaisuudessaan yöaikaan. Tämä tarkoittaa sitä, että viikon yöajan osuus päiväajasta on 67,3 %. Tämä ratkeaa seuraavalla laskutoimituksella.

Päivä:

Kello 20-7 välinen aika on 11h
 = 5 päivää (ma-pe) x 11h = 55h

Yö:

24h-11h=13h
 = 5 päivää (ma-pe) x 13h = 65h

2 päivää (la-su) x 24h = 48h

= 55h + 48h = 113h

Yön suhde päivään

$7 \times 24 = 168 \text{ h}$
 $= 113\text{h} / 168\text{h} = 0,673$
 $= 0,673 \times 100 = 67,3 \%$

Näin ollen jo pelkkä suoralla sähkölämmityksellä voidaan saada suuria säästöjä lämmityskuluissa aikaan, vaikka lämmön talteenottoa ei ole käytössä. Tein vielä laskelman, jossa vertailin Yleis- ja aikasiirtoa toisiinsa taulukon 7:den kulutustiedoilla.

Yleissiirto	
Perusmaksu	4,30 €/kk
	51,60 €/v
Kulutus	14460 kWh
Siirto	0,0311 €/kWh
	501,31 €/v
Aikasiirto	
Perusmaksu	15,60 €/kk
	187,20 €/v
Kulutus päivä	4639 kWh
Kulutus yö	9821 kWh
Siirto päivä	0,0263 €/kWh
Siirto yö	0,0190 €/kWh
	495,80 €/v

Taulukko 8. Suoralämmitteisen omakotitalon yleis- ja aikasiirron vertailu 14460 kWh:n vuosikulutuksella.

Taulukko 8 havainnoi, että näillä kulutusmäärillä aikasiirto ei ole juurikaan yleissiirtoa halvempi. Tilanne muuttuisi täysin, jos kyseessä olisi varaava sähkölämmiteinen talo, jossa suurin osa rakennuksen lämmityksestä ohjattaisiin yöajalle. Näin päiväkulutus jäisi hyvin pieneksi.

Halusin vielä varmistaa, että aikasiirto varmasti hyödyttää käyttäjänsä myös suoralla sähkölämmityksellä. Tämän takia tein vastaavan laskelman 20000 kWh kuluttavalle rakennukselle. Käytin samaa muuntosuhdetta yölle ja päivälle, kun taulukon 8 vertailussa olevalla talolla. Tämän seurauksena sain päiväkulutukseksi 6416 kWh ja yö kulutukseksi 13584 kWh. Nämä tiedot näkyvät taulukossa 9.

Yleissiirto	
Perusmaksu	4,30 €/kk
	51,60 €/v
Kulutus	20000 kWh
Siirto	0,0311 €/kWh
	673,60 €/v
Aikasiirto	
Perusmaksu	15,60 €/kk
	187,20 €/v
Kulutus päivä	6416 kWh
Kulutus yö	13584 kWh
Siirto päivä	0,0263 €/kWh
Siirto yö	0,0190 €/kWh
	614,04 €/v

Taulukko 9. Suoralämmitteisen omakotitalon yleis- ja aikasiirron vertailu 20000 kWh:n vuosikulutuksella.

Taulukon 9 tiedoilla laskettuna aikasiirron hyöty oli vajaat 60€ vuodessa.

6 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua pintaa syvemmillä sähköenergian mittaamiseen pienjännitepuolella. Pohjatyönä tutustuin erityyppisten kiinteistöjen vuosikulutuksiin, jotta pääsin ymmärrykseen vuosikulutusmääristä, joita mittareilla mitataan. Tutustuin myös sähköenergian ja siirron hinnoitteluun. Tämän jälkeen tietopohjaa aiheesta oli jo tarpeeksi, jotta pystyin tekemään verkkoyhtiöiden välistä siirtotariffien hintavertailua.

Oppimisen kannalta opinnäytetyö oli erinomainen. Lähtötietoni koheni aiheesta huomattavasti. Tämä helpottaa myös asiointia asiakkaiden kanssa, kun oma osaamispohja on vahvempi aiheesta. Pääsin myös tekemään epäsuoran mittarin kytkennän fyysisesti, joten teoriapohja sai käytännön osaamista lisäkseen.

Lähteet

1. Energiateollisuus. Mistä sähkön hinta muodostuu?
<http://energia.fi/sahkomarkkinat/sahkon-hinta-ja-sopimukset/mista-sahkon-hinta-muodostuu> [Luettu 3.12.2014]
2. Vattenfall. Sähkön hinnan muodostuminen
<http://www.vattenfall.fi/fi/sahkon-hinnan-muodostuminen.htm> [Luettu 7.12.2014]
3. Vattenfall. Sähkövero
<http://www.vattenfall.fi/fi/sahkovero.htm> [Luettu 11.12.2014]
4. Oulun Energia. Vapaa sähkökauppa
www.oulunenergia.fi/sahkonsiirto/vapaa_sahkokauppa [Luettu 11.12.2014]
5. Helen. Pörssisähköä yritykselle
<https://www.helen.fi/yrityksille/palvelumme/sahkoa-pk-yrityksille-yhteisöille/sahkotuotteet/spot-sahko/> [Luettu 15.12.2014]
6. Helen. Sähkön siirtohinnoitus
<https://www.helen.fi/globalassets/hinnastot-ja-sopimusehdot/hsv/sahkon-siirron-hinnastopdf> [Luettu 16.12.2014]
7. Caruna. Carunalta Suomen historian merkittävin investointi verkonparannushankkeisiin
<http://www.caruna.fi/ajankohtaista/carunalta-suomen-historian-merkittavin-investointi-verkonparannushankkeisiin> [Luettu 18.12.2014]
8. Helen asiakastietokanta [Luettu 5.1.2015]
9. Suomen EIfi. Pohjoismaiset sähkömarkkinat
<http://www.elfi.fi/index.php?section=14> [Luettu 5.1.2015]
10. Elinkeinoelämän keskusliitto. Hinnan ja volyymin määräytyminen Elspot-markkinoilla
http://ek2.ek.fi/yritysten_energiaopas/fi/kuvat/hinta_volyyymi.pdf
[Luettu 10.1.2015]
11. Aalto-yliopisto. Sähkömarkkinat
https://noppa.aalto.fi/noppa/kurssi/s-18.3153/materiaali/S-18_3153_sahkomarkkinat_-_moniste.pdf [Luettu 15.1.2015]
12. Elinkeinoelämän keskusliitto. Sähköpörssin fyysiset markkinat
http://ek2.ek.fi/yritysten_energiaopas/fi/sahkon_hankinta/sahkopörssin_fyysiset_markkinat.php [Luettu 21.1.2015]

13. Helen. Pienjännitemittarointi
https://www.helen.fi/globalassets/suunnittelijat-ja-urakoitsijat/hsv/su30314_pienjannitemittaroinnitpdf [Luettu 4.2.2015]
14. Suora vai sähkölämmitys?
http://www.sahkoala.fi/koti/sahkolammitys/fi_FI/lammonjakotavat/
[Luettu 8.2.2015]
15. Vantaan energia. Pienjännitelaskutusmittarin mittarointiohje
<http://www.vantaanenergia.fi/fi/Sahkoverkko/liittymarakentaminen/Documents/SUM6%20Pienj%C3%A4nnitelaskutusmittarin%20mittarointiohjeet.pdf> [Luettu 15.2.2015]
16. Muuntajat ja sähkölaitteet
http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/9muuntajat_ja_sahkolaitteet.pdf [Luettu 20.2.2015]
17. Loiste. Sähkön mittaus
<http://www.loiste.fi/sites/default/files/sahkon-mittaus.pdf> [Luettu 22.2.2015]
18. HSV Alamittauspalvelun sopimusehdot ja palvelukuvaus [Luettu 23.2.2015]
19. Helen. Mittalaitetilat, niiden lukitukset ja merkinnät
https://www.helen.fi/globalassets/suunnittelijat-ja-urakoitsijat/hsv/su30214_mittalaitetilat-niiden-lukitus-ja-merkinnatpdf [Luettu 25.2.2015]