



**TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN TOIMIALA**

**Sähkötekniikka**

**Sähkövoimatekniikka**

**INSINÖÖRITYÖ**

**MARKKINAHINTAPERUSTEINEN KUORMANOHJAUS**

**Työn tekijä: Anita Leksis  
Työn valvoja: Sampsa Kupari  
Työn ohjaaja: Joel Seppälä**

**Työ hyväksytty: \_\_. \_\_. 2009**

**Sampsa Kupari  
lehtori**



## **ALKULAUSE**

Tämä opinnäytetyö on tehty Helen Sähköverkko Oy:n Asiakkuushallinta-yksikölle. Työn ohjaajana toimi kehitysinsinööri Joel Seppälä, jota haluan erityisesti kiittää suuresta avusta työssäni. Häneltä olen saanut tietoa, tukea ja apua koko prosessin ajan. Kiitos kuuluu myös Helen Sähköverkko Oy:n Asiakkuushallinta-yksikön yksikön päällikölle Jouni Lehtiselle, joka antoi minulle tämän mielenkiintoisen insinööriyön.

Lisäksi haluan kiittää Mitox Oy:n tuotepäällikköä Tuomo Kuosmasta asiantuntevasta avusta mittarin testauksessa.

Lopuksi kiitän vielä kaikkia niitä henkilöitä, joita ei erikseen ole mainittu tässä yhteydessä nimeltä, mutta joita olen vaivannut insinööriyöhöni liittyen.

Helsingissä 16.4.2009

Anita Leksis

## OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

<b>Työn tekijä:</b> Anita Leksis	
<b>Työn nimi:</b> Markkinahintaperusteinen kuormanohjaus	
<b>Päivämäärä:</b> 16.4.2009	<b>Sivumäärä:</b> 44 s. + 3 liitettä
<b>Koulutusohjelma:</b> Sähkötekniikka	<b>Ammatillinen suuntautuminen:</b> Sähkövoimatekniikka
<b>Työn valvoja:</b> lehtori, DI Sampsa Kupari	
<b>Työn ohjaaja:</b> kehitysinsinööri, DI Joel Seppälä	
<p>Tässä insinöörityössä on tutkittu mahdollisuutta ohjata markkinahintaperusteisesti varaavaa sähkölämmityskuormaa hyödyntäen uusia etäluettavia sähkömittareita. Ohjaus perustuisi sähkön tukkuhinnan, Spot-hinnan, vaihteluun.</p> <p>Sähkömarkkinoilla käytettävä Spot-hinta vaihtelee suuresti vuorokausittain kulutuksen mukaan. Ohjattaessa lämmityskuormaa dynaamisesti halvemmille tunneille voidaan sähkön hankintahinnassa säästää. Spot-hinta seuraa yleisesti kuormitushuippuja ollen korkeimmillaan, kun kulutus on suurimmillaan. Lämmityskuormaa siirrettäessä halvemmille tunneille siirtyy myös tuo osa kulutuksesta, joka Helsingin alueella on noin 60 MVA, pois huippukulutuksen ajankohdasta.</p> <p>Helen Sähköverkko Oy ohjaa varaavaa sähkölämmitystä verkkokäskyohjauksella. Uusien etäluettavien mittareiden asennusten myötä haluttaisiin siirtyä hyödyntämään näiden tuomia mahdollisuuksia myös dynaamisessa kuormanohjauksessa.</p> <p>Helen Sähköverkko Oy:n alueella on käytössä monien eri mittarinvalmistajien mittareita ja luentajärjestelmiä. Työssä esitellään nämä, mutta itse ohjaus testataan vain yhden valmistajan, Aidon Oy:n, tuotteella.</p> <p>Työssä selvitetään myös millä perusteella ohjausajat valitaan, mistä perustiedot saadaan ja miten kuormanohjaustiedosto muodostetaan. Lisäksi kuvataan testitiedoston ajoa mittarille ja mittarilta saatavat mittaustulokset.</p> <p>Lisäksi työssä on esitetty viime vuoden Spot-hinnan ja lämpötilatietojen perusteella vertailulaskelma siitä, mitä vaikutusta olisi testiohjauksella ollut sähkön hankintahintaan verrattuna käytössä olevaan ohjaustapaan.</p>	
<b>Avainsanat:</b> etäluettavat mittarit, kuormanohjaus, verkkokäskyohjaus, Spot-hinta	

## ABSTRACT

<b>Name:</b> Anita Leksis	
<b>Title:</b> Load Control Based on Market Price	
<b>Date:</b> 16 April 2009	<b>Number of pages:</b> 44 + 3
<b>Department:</b> Electrical Engineering	<b>Study Programme:</b> Power System
<b>Instructor:</b> Sampsa Kupari, M.Sc, Senior Lectures	
<b>Supervisor:</b> Joel Seppälä, M.Sc, Development Engineer	
<p>The purpose of this graduate study is to examine the possibility of controlling the load of electric storage heating based on market price by using new remote control meters. The control would be based on the variation of the wholesale price of electricity, Spot price.</p> <p>The Spot price used by the electricity market varies greatly in 24-hours period according to consumption. When the heating load is directed dynamically to low demand periods it can save money in electricity cost price. The Spot price generally follows the maximum load, the price being highest when consumption is at its highest. When heating load is directed to low demand periods, that part of consumption is reduced from the load peak value. The controllable load is about 40 MVA.</p> <p>Helen Sähköverkko Oy controls the electric storage heating capacity with ripple control. Due to the installation of new remote reading meters there is willingness for using this possibility also in dynamically load control.</p> <p>Several different meters and software by different meter manufacturers are used in the area of Helen Sähköverkko Oy. This study describes them, but the control tests are carried out only with one manufacture's meter, Aidon Oy.</p> <p>The study also explains how the control periods are chosen, where the basic information can be obtained and how to form the control file. In addition, it describes the input of the control file to the meter and feedback and measurement results from the meter.</p> <p>Based on finding of this study, a comparison calculation based on last year's Spot price and temperature information is included. This shows what the purchase price of electricity would have been compared to using the existing control method.</p>	
<b>Keywords:</b> remote meter reading, load control, ripple control, Spot price	

## SISÄLLYS

### ALKULAUSE

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

### MERKINNÄT JA LYHENTEET

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>TAUSTAA KUORMANOHJAUKSEN MUUTOKSELLE</b>	<b>3</b>
2.1	Varaava sähkölämmitys	3
2.2	Verkkokäskyohjauksen poistuminen	6
2.3	Kysyntäjousto	7
<b>3</b>	<b>SÄHKÖKAUPAN LAINSÄÄDÄNTÖ JA OSAPUOLET</b>	<b>8</b>
3.1	Sähkömarkkina-asetus	9
3.2	Sähkömarkkinoiden toiminta, sähkön tukkuhinnan muodostus	9
3.3	Kuormituskäyrämenettely	11
3.4	Taseselvitys ja tasehallinta	12
3.5	Kuormanohjauksen vaikutus sähkömarkkinoilla	13
<b>4</b>	<b>AMM/AMR-JÄRJESTELMÄT</b>	<b>15</b>
4.1	Iskraemeco	15
4.2	Kamstrup A/S	16
4.3	Oy Comsel System Ab	18
4.4	Enermet Oy	18
4.5	Aidon Oy	20
4.6	Mittaustietojärjestelmä	21
4.6.1	<i>Generis</i>	21
4.6.2	<i>MELT</i>	22

<b>5</b>	<b>OHJAUKSEN MÄÄRITTELY</b>	<b>23</b>
5.1	Lämmitysajan määrittäminen	23
5.2	Ohjattavien tuntien määrittäminen	25
5.3	Ohjaustiedoston määrittäminen	28
<b>6</b>	<b>OHJAUKSEN TESTAUS JA TULOSTEN ANALYSOINTI</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>HYÖTY/ KUSTANNUSANALYYSIT</b>	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>YHTEENVETO</b>	<b>41</b>
	<b>VIITELUETTELO</b>	<b>43</b>
	<b>LIITTEET</b>	
	<b>LIITE 1. TESTISSÄ KÄYTETTY KUORMANOHJAUSTIEDOSTO</b>	
	<b>LIITE 2 . MARKKINAHINTAPERUSTEISEN OHJAUKSEN JA KÄYTÖSSÄ OLEVAN OHJAUKSEN VERTAILU TIEDOT VIIKKOTASOLLA</b>	
	<b>LIITE 3. HYÖTY/KUSTANNUSVERTAILU -TAULUKKO PÄIVÄTASOLLA</b>	

## MERKINNÄT JA LYHENTEET

- Aikasarja Mittausten muodostama sarja, esimerkiksi pätötehon tai loistehon kulutus tunneittain
- AIM Active Information Management, Enermetin etäluentajärjestelmä
- AMM Automatic Meter management, automaattinen mittarin ohjaus
- AMR Automatic Meter reading, etäluenta.
- EDIEL Pohjoismaisen Ediel Forumin kehittämä sähköalan sanoma- ja tiedonvaihtomäärittely
- EDIFACT Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport
- ELSPOT Kerran päivässä vuorokautta ennen sähkön toimitusta käytävä suljettu huutokauppa
- FINGRID Suomen kantaverkkoyhtiö
- HSV Helen Sähköverkko Oy
- MSCONS.96A Metered Services Consumption Report -sanomamuoto
- NORD POOL Pohjoismainen sähköpörssi-yhtiö
- Point-to-point mittari Mittari on yksinään suoraan GPRS-yhteydessä Gatewareen
- Rekisterilukema Mittarilta luetaan käyttöpaikan kulutus tietyltä ajalta, esimerkiksi vuorokauden, viikon tai kuukauden kulutukset
- SPOT-hinta Sähkön hinta Nord Pool -sähköpörssistä ostettuna kyseiselle käyttötunnille ELSPOT-tuotteella Suomen hinta-alueella.
- Tuntisarja Aikasarja, joka koostuu tuntikohtaisesta kulutuksesta
- VKO Verkkokäskyohjaus
- XML eXtensible Markup Language, metakieli

## 1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena on tutkia markkinahintaperusteisen kuormanohjauksen toteuttamista etäluettavien mittareiden avulla Helen Sähköverkko Oy:n (HSV) verkkoalueella. Työ painottuu käytännön toteutukseen, sillä järjestelmän toimintaperiaate on määritelty jo aiemmin.

Työ on jaettu kolmeen osa-alueeseen: taustatietoja kuorman ohjauksen syistä ja hyödyistä, sähkökauppaan liittyvät asiat sekä ohjauksen mallintaminen ja käytännön testaaminen.

Työn taustalla ovat sähkömarkkinoilla esiintyvät kuormituspiikit ja siitä johtuvat hintahuiput sähkön pörssihinnassa. Sähkömarkkinoilla, kuten muillakin markkinoilla, hinta nousee, kun kysyntä kasvaa. Sähkön hintaan vaikuttavat monet tekijät kuten polttoaineiden hinta, sateiden määrä, pakkas- ja hellekaudet, sähköntuotannon vaihtelut yhteispohjoismaisessa järjestelmässä.

Kuormitusvaihtelut aiheuttavat lisäksi verkossa jännitteen ja taajuuden vaihtelua, mikä vaikuttaa sähkön laatuun heikentävästi. Kuormituspiikkien tasaantuessa jää myös verkossa tarvittava huippukuorma pienemmäksi, jolloin huipun säätövoimaa ei tarvitse niin paljon.

Työn tavoitteena on kehittää HSV:lle toimiva ohjaustapa, jolla voidaan dynaamisesti ohjata varaavaa lämmityskuormaa pois kalliin pörssihinnan tunneilta halvemmille tunneille. Ohjausprosessin lisäksi työssä selvitetään ohjaustavan muutoksen vaikutusta myös muihin sähkömarkkinaosapuoliin, kuten sähkön hankkijaan ja myyjään, taseselvitykseen ja itse kuluttajaan.

HSV eriytettiin sähkömarkkinalain mukaisesti erilliseen osakeyhtiöön Helsingin Energiasta 1.10.2006. Yhtiön palveluksessa työskentelee noin 100 henkilöä. [1.]

Sähkön kulutus Helsingissä vuonna 2008 oli 4671 GWh. Kasvua edelliseen vuoteen, jolloin kokonaiskulutus oli 4555 GWh, oli 2,5 %. Kulutuksen suurin tuntiteho oli 783 MW, joka mitattiin tammikuun 3. päivänä, jolloin pakkasta oli -3°. Edellisen vuoden huippu oli 782 MW. [1.]



HSV:n alueella oli vuoden 2008 lopussa 342 861 sähkökäyttöpaikkaa, joista etäluennassa oli noin 55 000 kpl. Tämä kattaa tunti- ja tehokohteiden lisäksi kokonaisia alueita, joilla myös pienasiakkaat (sulakekoko on alle 3 x 63 A) on saatettu etäluennan piiriin. Vuoden 2008 aikana aloitettiin kattava mittarien vaihtoprojekti, jossa on tarkoitus saattaa 120 000 käyttöpaikkaa kantakaupungin alueella etäluennan piiriin. Projektin tarkoitus on olla valmis vuonna 2010, jolloin etäluennan piirissä HSV:n alueella olisi lähes puolet mittauskohteista. HSV:n tavoitteena on, että vuonna 2013 kaikki Helsingin sähkömittarit ovat etäluennan piirissä. [1.]

HSV:n sähkökäyttöpaikkojen mittarointi ja mittariluenta, mittaustietojen kerääminen ja toimittaminen sähkökaupan eri osapuolille hoidetaan Mitox Oy:n toimesta. Mitox Oy on Helsingin kaupungin omistama yritys, joka eriytettiin Helsingin Energian mittauspalveluyksiköstä 1.1.2005.

## 2 TAUSTAA KUORMANOHJAUKSEN MUUTOKSELLE

### 2.1 Varaava sähkölämmitys

Helsingissä on varaavaa sähkölämmityskuormaa noin 60 MVA, jota ohjataan joko aikasiirtotuotteella tai ohjattu yö -tuotteella. Ohjattu yö -tuote kytkee verkkokäskyllä kello 21 varaavasta kuormasta päälle 1/3 kokonaistehosta eli noin 20 MVA. Lähes samanaikaisesti, kello 20, alkaa aikasiirtotuotteen yötariffi. [2.]

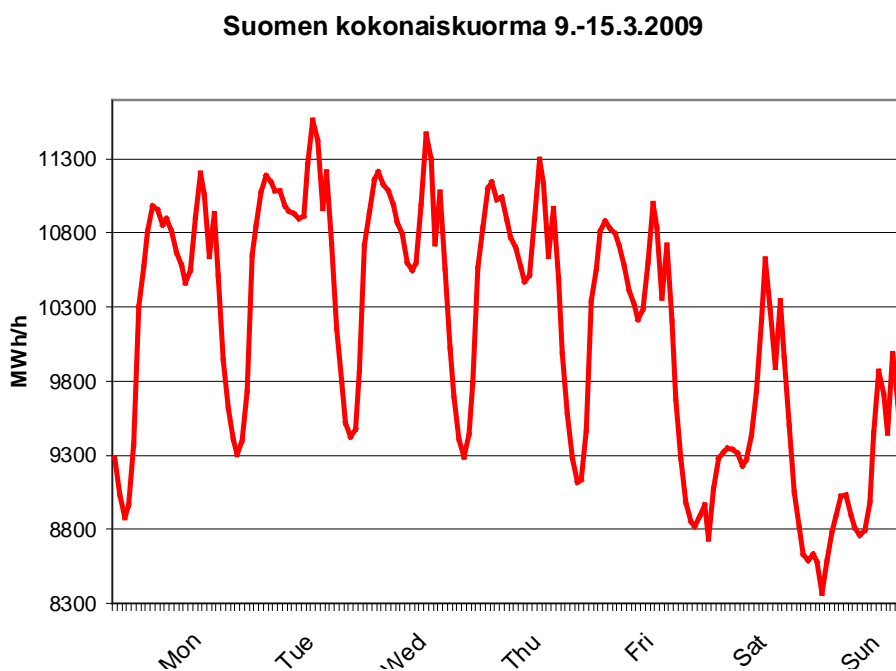
2/3 varaavasta lämmityskuormasta, eli noin 40 MVA ohjataan päälle, ulkolämpötilasta riippuen, kello 21 – 04 välillä [2].

Yösiirtotariffi on voimassa arkipäivisin maanantaista perjantaihin kello 20 – 07 ja koko lauantain ja sunnuntain. Varaavan lämmityksen poiskytkentä ei aiheuta ongelmaa, sillä se ajoittuu pidemmälle aikavälille termostaattien ohjaamana tai arkisin viimeistään kello 07. [2.]

Helsingissä päivä- ja yösiirtotariffijako poikkeaa muista sähköverkoista, sillä suositusten mukaan päiväenergia on ajoitettu maanantaista sunnuntaihin kello 07 – 22 ja muina aikoina on voimassa yötariffi [20]. Tariffijaon ja ohjattu yösiirto -tuotteen kytkeytyminen aiheuttavat Helsingin sähköverkossa illalla tehomuutoksen.

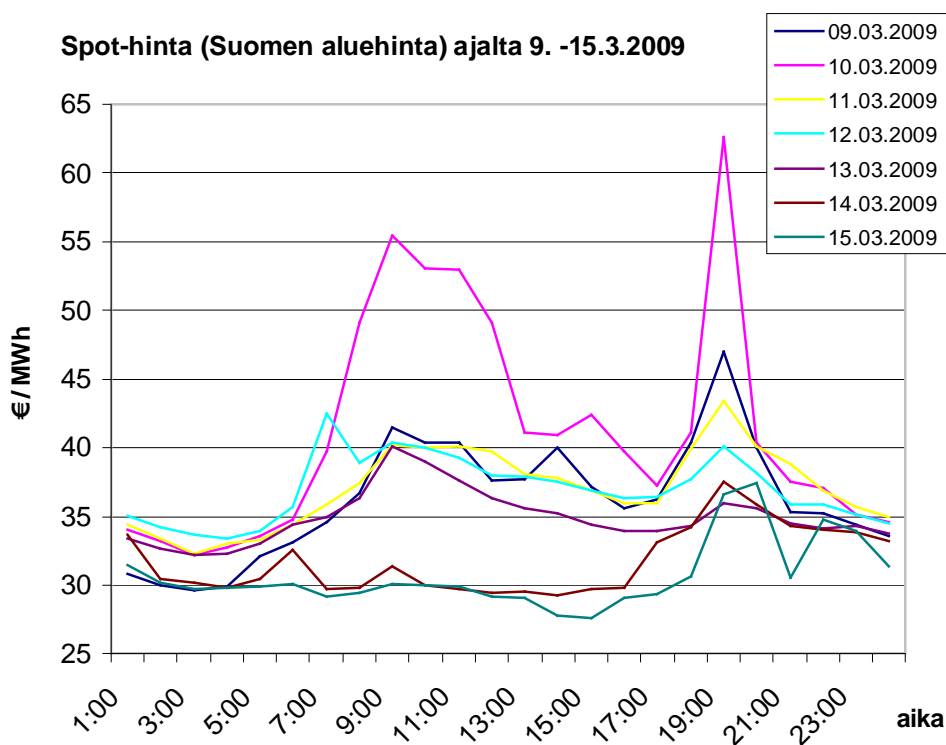
Yötariffin kytkeytyminen näkyy yleisesti iltatunteina kello 21 – 22 koko valtakunnan sähköverkossa, mikä heijastuu siten korkeana noin 1000 MVAn kulutushuippuna koko kantaverkossa. Kulutushuippu aiheuttaa sähkön pörssihinnan nousun illan ja yön muihin tunteihin verrattuna etenkin talvella, jolloin kulutus sisältää paljon suoraa sähkölämmityskuormaa.

Kuvassa 1 on esitetty Suomen kokonaiskuorman vaihtelua ajalta 9-15.3.2009.



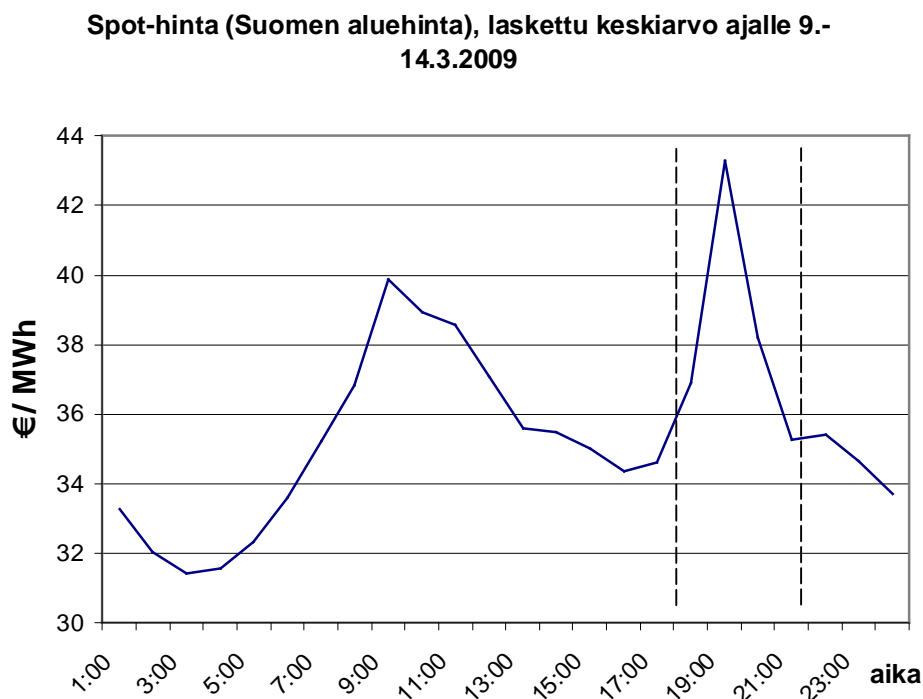
**Kuva 1. Suomen kokonaiskuorma viikolla 11 [3]**

Kuvassa 2 on Nord Poolin Suomen aluehinnan vaihtelua ajalta 9-15.3.2009.



**Kuva 2. Nord Poolin Spot, Suomen aluehinta 9. - 15.3.2009 [3]**

Kuvassa 3 on esitetty viikon keskihinta vuorokauden eri tunneille laskettuna edellisessä kuvassa esitetyistä tunti-arvoista [3].



Kuva 3. Nord Poolin Suomen aluehinta, keskiarvo viikon ajalta

Jotta kulutushuipun osuminen korkean hinnan aikaan vältettäisiin, olisi varaavaa sähkölämmityskuormaa voitava ohjata etenkin yökäytölle, pois kalliin hinnan tunneilta. Perustana sähkön dynaamiseen ohjaukseen hinnan mukaan on, että sähkökäyttöpaikan mittari on etäluettava ja mittarilla on oltava etäohjattava rele tai etäkytkentälaitte. Jotta myös kuluttajat motivoituisivat kuorman dynaamisesta ohjauksesta hinnan mukaan, olisi myös sähkön myyntihinta mahdollisesti sidottava sähkön markkinahintaan.

Uutena epävarmuustekijänä lämmityskuorman määrässä tulee olemaan ilmalämpöpumppujen osuuden kasvu. Kun lämpötilat pysyvät  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  ja  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  asteen välillä, ovat ilmalämpöpumput tehokkaimmillaan ja vähentävät sähkölämmityksen osuutta lämmitystarpeesta, mutta kun pakkasen kiristyy, myös tämä lämmitykseen käytettävä teho siirtyy sähkölämmityksen kuormaan. Tämä tarvittavan lämmityskuorman nousu on suoraan verrannollinen ulkolämpötilaan.

## 2.2 Verkkokäskyohjauksen poistuminen

Helsingissä on perinteisesti ohjattu kaksiaikatuotteita verkkokäskyohjauksella (vko). Kaksiaikatuotteilla tarkoitetaan sellaisia sähkönmyyntituotteita, jossa asiakkaalla on eri hinta eri vuorokauden aikoina. Helsingin Energialla on seuraavia kaksiaikatuotteita: aikasiirtotuote ja ohjattu yö -tuote. Aikasiirtotuotteessa yö- ja päivätariffit ovat erisuuret, mutta ohjausajat ovat kiinteät. Ohjattu yö -tuote eroaa aikasiirtotuotteesta siten, että siinä ohjataan vko:lla 2/3 kuomasta päälle lämpötilasta riippuen. Ohjattu yö -tuotteessa on samat yö- ja päivätariffit kuin aikasiirtotuotteessa.

Verkkokäskyohjauksessa ohjaussanomien siirtoteinä lähettimestä vastaanottiin käytetään sähkönjakeluverkkoa. Se on ollut yleisin Suomessa käytössä oleva kuormanohjaussanomien siirtotie ja sen perustekniikka on peräisin jo 1920-luvulta. Jakeluverkon käyttöä tiedonsiirrossa voidaan perustella, koska se kuuluu jo yhtiön hallintaan, joten ei tarvita lisäinvestointeja lähettimien ja vastaanottimen välille. [4.]

Verkkokäskyohjauksessa yhdestä keskuspaikasta, yleensä valvomosta, ohjataan suuria määriä jakeluverkkoon kytkettyjä sähkölaitteita. Ohjaukseen käytetään impulssijonoa, joka muodostetaan ja lähetetään jakeluverkkoon syöttöpisteinä toimivien sähköasemien kautta. Impulssijonot vastaanotetaan ja tunnistetaan ohjauskohteissa sinne asennetulla kyseiselle taajuudelle viritetyllä verkkokäskyvastaanottimella. [5.]

Vaikka HSV:n verkkokäskyohjaus-järjestelmä on toiminut luotettavasti, siitä luovutaan etäluennan myötä. Järjestelmän ohjaus ei täytä tulevaisuuden dynaamisia ohjaustarpeita siinä mittakaavassa kuin haluttaisiin. Se on liian jäykkä, eikä kaksisuuntainen tiedonsiirto ole mahdollista.

Helsingin sähköverkossa kulutus kasvaa jatkuvasti, ja tämä vaikuttaa sähköverkon rakenteeseen ja käyttövarmuuteen. Tästä syystä Helsingin Sähköverkko tulee rakentamaan jo lähitulevaisuudessa useita uusia sähköasemia. Tällöin näille sähköasemille tulisi hankkia uudet verkkokäskyohjauslaitteet. Koska Helsingin alueen, varsinkin ydinkeskustan kalliin louhitut sähköasemat ovat varsin ahtaita, ei näissä ole tilaa verkkokäskyohjauslaitteille. Vko-järjestelmän alkeellisuuden takia ei haluta louhia sähköasemille lisätilaa. Tästä seuraa, että verkkokäskyohjaus ei ulotu

kaikkialle HSV:n alueella. Tämä luo painetta kehittää korvaava järjestelmä, joka perustuu uudempaan joustavampaan teknologiaan.

### 2.3 Kysyntäjousto

Kauppa- ja teollisuusministeriön pyynnöstä 8.3.2007 koottiin Energiateollisuus ry:n (ET) toimesta kysyntäjousto-työryhmä, jonka tehtävänä oli valmistella toimia sähkön kysyntäjoustopon kehittämiseksi ja sovittamiseksi osaksi sähkömarkkinoita. Lisäksi työryhmän tehtävänä oli kartoittaa sähkön kysyntäjoustopon ja siihen liittyvän muun kehityksen kuten etäluettavien sähkömittareiden mukana tuomia mahdollisuuksia. [6.]

Työryhmä määritteli sähkön kysyntäjoustopoksi ajoittaisen sähkönkulutuksen siirron toiseen ajankohtaan pois sähkönkysynnän huippuajankohdista ja huippuhinnoista. Kysyntäjoustopon voi myös olla kulutuksen hetkittäinen poisjääminen kokonaan. Kysyntäjoustopon on kuitenkin selvä ero energian säästöön ja energiatehokkuuden lisäämiseen, mitkä vähentävät kulutusta tasaisemmin. Lisäksi kysyntäjoustopon vaikuttaa suoraan tai melko suoraan sähkömarkkinoiden hinnanmääräytymiseen, kun taas säästöillä hintakytkenä on heikompi. [6.]

Kysyntäjoustopon pääkohteena ovat suurimmat kulutushuiput, mutta myös muulloin saattaa sähkömarkkinoilla tulla hetkiä, jolloin kulutuksen siirrosta tai poistosta hyötyvät sekä tuottajat että kuluttajat eli sähkömarkkinat kokonaisuudessaan. Sähkönkulutuksen ja -tuotannon tasaantuminen vähentää huonomman hyötysuhteen huippuvoimantuotannon käyttötarvetta ja muun tuotannon vaihteluja, jolloin myös sähköntuotannon kokonaisyhtöysuhde paranee ja primäärienergiaa säästyy. [6.]

Helsingissä ohjattu yö -tuote on sopimusteknisesti hyvä lähtökohta kysyntäjoustopon hengen mukaiselle ohjaukselle.

### 3 SÄHKÖKAUPAN LAINSÄÄDÄNTÖ JA OSAPUOLET

Sähkökauppaa säädellään Sähkömarkkinalailla (386/1995) [9] ja sitä selittävällä ja täydentävällä sähkömarkkina-asetuksella (518/1995) [8] ja Valtioneuvoston asetuksella sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta, joka astui voimaan 1.3.2009 [20].

Sähkömarkkinalaki astui voimaan Suomessa 1.6.1995. Sitä ryhdyttiin soveltamaan 1.11.1995. Silloin suuret sähkökuluttajat (yli 500 kW) saattoivat ryhtyä ostamaan sähköä keneltä sähköntoimittajalta tahansa.

Syyskuun 1998 alusta olivat sähkömarkkinat vapautuneet niin, että myös kotitalouksilla oli mahdollisuus kilpailuttaa sähköntoimittajia. Sähkömarkkinoiden lähihistoria on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Sähkömarkkinoiden lähihistoria vuodesta 1995 vuoteen 2007 [7]

Sähköverkkoliiketoiminta säilytettiin sähkömarkkinauudistuksessa säädeltynä monopolina.

### 3.1 Sähkömarkkina-asetus

Sähkömarkkina-asetuksen 2. luvun 4 d §:n mukaan verkonhaltijan tulee järjestää taseselvityksen ja laskutuksen perustana oleva kohteen mittarointi ja mittareiden lukeminen sekä mittaustietojen rekisteröinti ja ilmoittaminen sähkömarkkinoiden osapuolille [8].

2. luvun 5 a §:n mukaan jakeluverkkoon liitetty sähkönkäyttöpaikka tulee varustaa sähkönkulutuksen mittaavalla mittauslaitteistolla, jos kohteen pääsulake on vähintään 3 x 25 ampeeria. Yli 3 x 63 ampeerin pääsulakkeilla varustetussa sähkönkäyttöpaikassa sähkön kulutuksen mittauksen tulee perustua tunneittain tapahtuvaan energianmittaukseen ja rekisteröintiin, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. [8.] Poikkeuksena ovat tähän asti olleet ne yli 3 x 63 ampeerin kohteet, jotka eivät ole kilpailuttaneet sähkön hankintaansa, nämä kohteet ovat toimitusvelvollisen sähkönmyyjän myynnissä. Maalikuussa 2009 voimaan astuneen Valtioneuvoston asetuksen sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta myötä on nämäkin kohteet saatettava tuntimittauksen pariin vuoden 2010 loppuun mennessä. [20.]

Vielä kesällä 2008 tulee Sähkömarkkina-asetuksen mukaan enintään 3 x 63 ampeerin pääsulakkeilla varustetun käyttöpaikan taseselvityksen perustua tyypikäyrämenetelmään [8]. Tyypikäyrämenettely on selitetty tarkemmin luvussa 3.3.

Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta astui voimaan maaliskuussa 2009, jolloin myös pienkuluttajien laskutus ja taseselvitys voidaan tehdä tuntitietojen perusteella [20]. Tämä on edellytys sille, että käyttöpaikka voidaan siirtää tuntimittaukseen piiriin.

### 3.2 Sähkömarkkinoiden toiminta, sähkön tukkuhinnan muodostus

Sähkökauppaa käydään vuoden jokaiselle vuorokaudelle tunnin tarkkuudella. Myyjäosapuolella sähkön hankintayksikkö ennustaa seuraavan vuorokauden kulutuksen, joka on tyypillisesti lämpötila-, valoisuus-, sade- ja tuulisidonnainen. Ennuste ottaa huomioon myös varaavan sähkölämmityskuorman kytkeytymisen ajankohdan. Spot-tarjous tehdään kulutusennusteeseen perustuen, kello 13:00 mennessä, jolloin ostetaan



sähkön myyjän tarvitsema seuraavan vuorokauden sähkö pohjoismaisesta sähköpörssistä, Nord Poolista. Näistä tarjouksista muodostuu kysynnän ja tarjonnan mukainen Spot-hinta. Prosessi on esitetty kuvassa 5.

## Kaupankäynti ja ilmoitukset seuraavalle vuorokaudelle

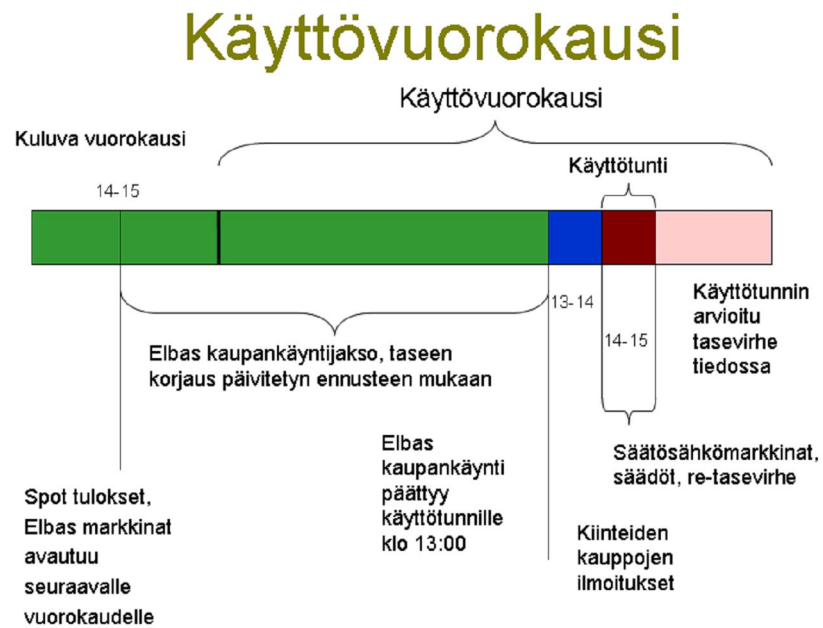


1. Seuraavan vuorokauden hankinnan ennusteet tehty -> Spot tarjoukset Nord Poolin viimeistään klo 13:00. ( Suomen aikaan)
2. Seuraavan vuorokauden Spot hinta selvillä n. klo 14:00 -> toimitukset ja tuotantomäärät selvillä seuraavalle vuorokaudelle.
3. Toimitukset/ tuotantoajat järjestelmiin, ilmoitukset eri osapuolilla ediel-sanomina
4. Alustavat tuotantoennusteet Fingridille klo 17:00 mennessä.

**Kuva 5. Kuvaus kaupankäynnin ja ilmoitusten prosessista ennen käyttövuorokautta [10]**

Jos toteutuneen Spot-tarjouksen jälkeen ennuste muuttuu tai kulutus poikkeaa ennusteesta, joudutaan sähköä ostamaan tai myymään jälkimarkkinoilta, jotka käynnistyvät kaupankäyntitulosten varmistuttua.

Koko kaupankäynnin prosessi näkyy kuvassa 6.



Kuva 6. kaupankäyntiprosessit käyttövuorokaudelle [10]

### 3.3 Kuormituskäyrämenettely

Tyypikäyrämenettelyä sovelletaan sähkön pienkuluttajille, joilla yleensä ei ole tuntimittaukseen kykenevää sähkönkulutusmittaria. Tämä koskee käyttöpaikkoja, joiden pääsulakekoko on alle 3 x 63 ampeeria.

Tyypikäyrämenettely perustuu Kauppa- ja teollisuusministeriön vahvistamiin kuormitusmalleihin. Nämä kuormitusmallit perustuvat tutkimustuloksiin, joita on kerätty erityyppisiltä kuluttajilta. Nämä on jaettu kolmeen luokkaan:

- 1-käyrä kuvastaa kuluttajaa, jonka vuosikulutus on alle 10 000 kilowattituntia ja käyttöpaikkaa käytetty vakituksena asuntona
- 2-käyrä kuvastaa kuluttajaa, jonka vuosikulutus on yli 10 000 kilowattituntia ja käyttöpaikkaa käytetty vakituksena asuntona
- 3-käyrä kuvastaa muita kuin 1- tai 2-käyrään kuuluvia kuluttajia.

2-käyrää käytetään lähinnä sähkölämmittäjille ja sille tehdään paikkakuntakohtainen lämpötilakorjaus.

Tyypikäyrämenettelyssä pohjatietona on kuluttajan edellisen vuoden kulutuksesta tehty vuosikulutusennuste, jonka perusteella kuluttajalle lasketaan tyypikäyrän mukaisella laskentamallilla tuntipohjainen kulutusennuste taseselvitykseen ja laskutukseen.

Pienkohteiden sähkömittarit tulee lukea vähintään kerran vuodessa, jolloin kuluttaja saa tasauslaskun ja uutta ennustetta varten saadaan uusi pohjalukema.

### **3.4 Taseselvitys ja tasehallinta**

Taseselvityksellä tarkoitetaan kunkin tunnin aikana toteutuneiden sähkökauppojen selvittämistä, jonka tuloksena saadaan kunkin sähkömarkkinoiden osapuolen sähkötase ja tasepoikkeama [12]. Sähkötasella selvitetään kunkin sähkömarkkinaosapuolen, siis sähkön tuottajan, myyjän ja asiakkaan sähkön käyttö/tuotto kunakin tuntina.

Tasehallinnalla tarkoitetaan toimintaa, jolla sähkökaupan osapuoli pyrkii etukäteen tai käyttötunnilla vaikuttamaan siihen, millaiseksi tämän sähkötase tietyllä käyttötunnilla muodostuu [12].

Sähkömarkkinalain mukaan jakeluverkon haltijan tulee järjestää taseselvityksen ja laskituksen perustana oleva mittarointi ja mittareiden lukeminen sekä mittaustiedon rekisteröinti ja ilmoittaminen sähkömarkkinoiden osapuolille [8].

Jakeluverkonhaltijan ja mittauksen muun suorittajan on ilmoitettava sähkön toimitusta seuraavana arkipäivänä taseselvittäjälle taseselvityksessä ja laskutuksessa tarvittavat alustavat mittaustiedot käyttöpaikka- ja mittauskohtaisesti. Lopulliset ilmoitukset sähkön toimituksesta pyritään ilmoittamaan 14 vuorokauden kuluessa toimituspäivästä ja joka tapauksessa viimeistään asetuksen edellyttämän kuukauden (31 päivän) kuluessa toimituspäivästä.[12.]

Jakeluverkonhaltijan tulee järjestää taseselvitys ja siihen liittyvä tiedonvaihto jakeluverkon avointen toimitusten osalta sekä tyypikuormituskäyrien soveltamisen edellyttämä tasoituslaskenta sähkönmyyjien kesken [8].

Tiedonvaihtoon käytetään Suomessa EDIFACT-kielioppiin perustuvaa sanomaliikennettä ediel-sanomaa, joka on pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla

käytetty tiedonvaihtojärjestelmä. Mittaustiedot lähetetään MSCONS.96A sanomana ja sopimustietojen muutokset lähetetään PRODAT sanomana sähkön myyjäosapuolille.

Jakeluverkon haltijan tehtävänä on lisäksi laskea tuntimitattujen sekä mittauksen ja tyyppikuormituskäyrän yhdistelmään perustuvien toimitusten määrät kullekin jakeluverkossa toimivalle sähkökaupan osapuolelle [8].

Tämä tieto lähetetään ediel-sanomana Fingridille, joka lähettää tiedon vastaavan myyjän tasehallintaan. Fingrid kerää kaikilta sähköverkoilta tasetiedot ja laskee niistä valtakunnan kokonaissähkötaseen tunneittain, minkä perusteella se laskuttaa kantaverkkomaksut kuukausittain kaikilta jakeluverkonhaltijoilta.

Sähkön vähittäismyynnin taseselvityksen tulee perustua niiden sähkön ostajien osalta, joille vähittäismyyjällä ei ole toimitusvelvollisuutta, tunneittain tapahtuvaan energianmittaukseen ja rekisteröintiin. [8] Toimitusvelvollinen myyjä on sähkön vähittäismyyjä, joka on määräävässä markkina-asemassa jakeluverkonhaltijan vastuualueella. Tämän on toimitettava sähköä kohtuulliseen hintaan asiakkaan sitä pyytäessä, jos asiakkaalla ei ole muita taloudellisesti kilpailukykyisiä sähkönhankintamahdollisuuksia sähköverkon kautta. [9.]

### **3.5 Kuormanohjauksen vaikutus sähkömarkkinoilla**

Kuorman dynaaminen ohjaus vaikuttaa kaikkiin sähkömarkkinoiden osapuoliin jollakin tasolla. Sähkön hankinnassa dynaaminen ohjaus näkyy kulutuksen muuttuvana käyttöajankohtana. On osattava ennakoida lämpötilan ja Spot-hinnan tulevat muutokset ja niiden vaikutukset kulutuksen ajankohtaan tehtäessä seuraavan vuorokauden tuntipohjaista hankintaennustetta.

Sähkön myyjän tasehallinta helpottuu, sillä dynaaminen ohjaus tapahtuu tuntimittaukseen perustuvan mittarin kautta. Näin myyjä saa kulutusta seuraavana päivänä oikeat toteutuneet kulutukset myös näiltä sähkölämmitysasiakkailta. Aikaisemmin sähkölämmityskohteissa harvemmin oli tuntimittaukseen soveltuvaa mittaria, jolloin kulutuksen seuranta ja laskutus perustui vuosikulutuksen pohjalta tehtyyn tuntikulutusarvioon.

Kuorman ohjaaminen halvemmille tunneille tuo sähkön myyjälle etua, kun lämmitykseen käytettävä kuorman hankintahinta on matalampi, jos sähkön myyntihinta pysyy vakiona.

Sähkön kuluttajalle voidaan tarjota edullisempaa sähkötuotetta, kun hankintahintakin on alempi. Lisäksi uusien mittareiden vuorokausittainen etäluenta antaa mahdollisuuden sähkön myyjälle tarjota asiakkailleen mahdollisuuden seurata omaa kulutustaan lähes reaaliaikaisesti, noin vuorokauden viiveellä. Monella sähkönmyyjällä on jo nyt tuntimittauksen piirissä oleville suuremmille kohteille tarjolla mahdollisuus seurata omaa kulutustaan Internetin kautta.

Valtioneuvosto antoi yleisistunnossaan 5.2.2009 asetuksen toimitusten selvityksestä ja mittauksesta, joka astui voimaan 1.3.2009 [20]. Tässä asetuksessa on esitetty, että siirtymäajan puitteissa, joka on 1.3.2009 – 31.12.2013 on asiakkaalle tarjottava mahdollisuus oman kulutustiedon hyödyntämiseen:

- o oikeus määrämuotoiseen tietoon ilman eri korvausta
- o tieto luovutettava viimeistään yhtä aikaa, kun tieto on valmis luovutettavaksi sähkönmyyjälle
- o asiakkaan suostumus tarvitaan, jos luovutetaan muulle kuin asiakkaan myyjälle tai sähkötoimitusten selvitysorganisaatiolle.

Asetuksessa ei otettu kantaa siihen kenen vastuulle raportointi lankeaa, onko lukemien lähetys myyjän vai sähköverkon vastuulla. Tällä hetkellä Sähkömarkkina-asetus [8.] määrää myyjän velvollisuudeksi lukea mittarilta asiakkaan todellisen kulutuksen vähintään kerran vuodessa. Monilla pienillä myyjä/verkkoyhtiöillä ei ole vielä mahdollisuuksia reaaliaikaiseen kulutuksen raportointiin asiakkaille.

Tämän lisäksi asetus antaa mahdollisuuden joustavahintaisten sähkösopimusten käyttöönottamiseen, sähkön myyntihinta voi olla suoraan sidottuna Spot-hintaan, tämän muuttuessa myös asiakkaan sähkönhinta muuttuu. Asiakas voi myös tehdä sähkönmyyjän kanssa sopimuksen kulutuksen joustosta huippukulutusaikoina, tällöin kun pörssihinta on korkealla, voi sähkönmyyjä antaa ohjauskäskyn, joko suoraan tai jakeluverkon haltijan välittämänä, mittarille.

## 4 AMM/AMR-JÄRJESTELMÄT

Helen Sähköverkko Oy:n jakelualueella on usean eri mittarivalmistajan etäluettavia mittareita. Mittareiden etäluentajärjestelmät ovat useimmiten valmistajakohtaisia. Helen Sähköverkko Oy:n mittaus- ja etäluentapalveluita tarjoavalla Mitox Oy:llä on käytössä useita eri luentajärjestelmiä: Iskraemecon SEP2W Collect, Kamstrup A/S:n EMS10, Aidon Gateway sekä etäyhteydellä Jyväskylästä Enermetin AIM AMR.

Mittarikohtaisissa esittelyissä annetut mittarimäärät on kerätty Mitox Oy:n mittarikannasta.

### 4.1 Iskraemeco

Iskraemeco on slovenialainen mittarinvalmistaja, joka on perustettu jo vuonna 1945. Yhtiö toimittaa mittareita, järjestelmiä ja palveluita energian kulutuksen hallintaan, tietojen keräämiseen ja prosessointiin.

Iskraemecon kaukoluenta perustuu integroituihin energiamittareihin, joiden tiedonsiirto on toteutettu GSM- tai pienjänniteverkoissa. Kaukoluentajärjestelmällä voidaan lukea usean valmistajan mittareita.

Mobiiliverkkoratkaisussa käytetään integroitua mittalaitetta, joka yhdistyy järjestelmään suoraan ilman keskittimiä ja muita välietappeja. Suoran yhteyden avulla kotitalouksien kahdensuuntaiset yhteydet ja erilaiset lisäohjaukset ovat mahdollisia. Mittalaitteiden lukeminen on huomattavasti nopeampaa kuin pienjänniteverkko -ratkaisussa (PLC).

PLC-ratkaisuissa integroitu mittalaite kommunikoi keskittimen kanssa hyödyntäen pienjänniteverkkoa. Keskittimeen saadaan kerättyä yhden muuntopiirin kaikki mittaukset. Keskittimen ja järjestelmän välinen tiedonsiirtoyhteys hoidetaan lanka- tai GSM/GPRS-modeemilla tai laajakaistayhteydellä.

Esimerkki Iskraemecon etäluettavasta sähkömittarista, mallia MT372, on esitetty kuvassa 7.



**Kuva 7. Iskraemeco malli MT 372 kolmivaihesähkömittari GSM/GPRS -modeemilla [14]**

HSV:n jakelualueella on noin 15700 Iskraemecon mittaria. Näistä 40 prosenttia on varustettu etäkytkentä/katkaisutoiminnolla, jolla voidaan kytkeä tai katkaista kuluttajan sähköt etänä lähettämällä käskyt mittarille GPRS-yhteydellä. 13 760 mittarilta luetaan käyttöpaikan rekisterilukemat eli kulutus tietyltä ajalta esimerkiksi vuorokauden, viikon tai kuukauden kulutukset ja 1930 mittarilta luetaan käyttöpaikan vuorokausittaiset tunti lukemat.

HSV:n jakelualueella olevilla Iskraemecon mittareilla ei kuormanohjaustoimintoa ole käytössä.

#### **4.2 Kamstrup A/S**

Kamstrup A/S on tanskalainen energiamittari- ja järjestelmävalmistaja. Kamstrup A/S omistaa Suomessa myös kaukolämpömittareiden valmistusyksikön, joten yrityksen valikoimaan kuuluvat myös kaukolämpö- ja vesimittarit sekä niiden kaukoluenta.

HSV:n alueella on tällä hetkellä noin 9200 sähkö- ja 1500 kaukolämpökohdetta, joihin on asennettu Kamstrupin toimittamat mittarit. Nämä mittarit on varustettu kaukolueennan mahdollistavalla tietoliikennekortilla ja luentajärjestelmällä.

Kamstrupin järjestelmä koostuu kolmesta osasta, jotka ovat keskusjärjestelmä, tietoverkko sekä mittarit ja moduulit. Keskusjärjestelmän kautta hallitaan kaikkia yksiköitä. Kommunikaatiosta huolehtiva tietoverkko koostuu keskittimistä ja kommunikointimoduuleista. Tietoverkon alkupäässä sijaitsevat mittarit ja erilaiset mittariin kiinnitettävät kommunikaatiomodulit, joilla voidaan vaihtaa kommunikaatiotapaa. Järjestelmän ominaisuuksiin kuuluu energiatietojen rekisteröinti, tuntisarjojen mittausta, sähkökatkojen rekisteröinti sekä tariffien ohjaus. Tiedonsiirtokorttiin sisältyy ohjausrele, joka voidaan asentaa suorittamaan lämmityksen ohjausta tai koko liittymän katkaisua.

Järjestelmä lähettää mittarille/keskittimelle luentapyynnön halutulla luentasyklillä tai eri käskystä esimerkiksi muuttoluentojen yhteydessä. Tämän jälkeen GSM-luentayhteys katkaistaan. Keskitin suorittaa itsenäisesti luennat mittareilta, minkä jälkeen järjestelmästä otetaan uusi yhteys keskittimelle ja siirretään lukemat keskusjärjestelmään. Yhteyden katkaisulla luennan välillä haetaan kommunikointikustannussäästöä, kun GSM-yhteyden kesto on lyhyt verrattuna koko luennan ajan auki olevaan yhteyteen. Kuvassa 8. on esitetty Kamstrupin 382-mallia oleva etäluettava sähkömittari.



**Kuva 8. Kamstrup A/S:n etäluettava sähkömittari mallia 382 [15]**



### 4.3 Oy Comsel System Ab

Oy Comsel System Ab on perustettu Suomessa vuonna 1989, jolloin yritys panosti automaatiojärjestelmiin ja tietoverkkojen käyttöönoton avustamiseen. Vuodesta 1999 alkaen painopiste on ollut kaukoluontajärjestelmien kehityksessä ja myynnissä. Telenor Cinclus osti Comsel Systems Oy:n huhtikuussa 2006 [16]. Comsel Systems Oy kehittää, markkinoi ja toimittaa ratkaisuja AMM-järjestelmiin ja kiinteistöautomaatioon. Comselin järjestelmien avulla laajakaistaverkkoihin pohjautuvien laitteistojen ja ympäristöjen ohjaus, valvonta ja säätö tulevat mahdollisiksi. Yritys ei valmista mittareita itse vaan tekee kiinteää yhteistyötä mittareiden valmistajien, kuten Landis+Gyrin kanssa. Comselin järjestelmä käyttää avoimia standardeja, mistä johtuen järjestelmä on yhteensopiva useiden mittareiden kesken.

Comsel AMR-ratkaisuun kuuluvat Comselin terminaali, keskittimet ja kommunikaatiolaitteet, jolloin tiedonkeruu onnistuu sähkö-, vesi-, kaasu-, kaukokylmä- ja kaukolämpömittareilta. Lisäpalveluina on mahdollista ottaa esimerkiksi virtavalvonta ja keskeytysrekisteröinti. Yhteiseen dataväylään on mahdollista liittää myös muita kiinteistön käyttökohteita, kuten valvonta tai valaistuksen ohjaus. Tiedonsiirtomenetelminä tietokannan ja keskittimen välillä voidaan käyttää IP-tai GPRS-yhteyttä. Comsel-mittauksia on Helen Sähköverkon alueella asennettuna 18 kappaletta vuoden 2008 lopulla. Yhteensä Comsel-keskittimien kautta luetaan noin 200 käyttöpaikan sähkö-, kaukolämpö ja vesimittauksia. Comsel-mittaukset luetaan Mitoxilla Kamstrupin luontajärjestelmällä.

### 4.4 Enermet Oy

Enermet Oy toimittaa energianmittaus- ja kuormanohjausratkaisuja energiateollisuuden tarpeisiin. Tekniset ratkaisut ovat suunniteltu mittaustietojen keräämiseen, jalostukseen, käsittelyyn ja jakeluun sekä energiakäytön hallintaan. Toukokuussa 2008 Landis+Gyristä tuli yhtenäinen brändi, jonka alle kuuluvat Bayard Groupin omistuksessa olevat tytäryhtiöt, joihin myös Enermet kuuluu.

Esimerkkinä Enermet Oy:n, Landis+Gyr:n mittareista on kuvassa 9 esitetty E120 L kolmivaihe-sähkömittari [17.].



**Kuva 9, Enermet Oy:n, Landis+Gyr E120L sähkömittari [17]**

Helen Sähköverkko Oy:llä on 2 250 kpl Enermetin vanhempia, etäluettavia mutta ei etäohjattavia mittareita luennassa. Nämä luetaan Israamecon järjestelmän luentaohjelmalla. Helsingin saarikohteisiin on asennettu 961 kpl Enermetin uudempia mittareita, käyttäen etäyhteydellä Enermetin etäluentaohjelmaa AIM AMR Jyväskylässä. Näistä 938 kpl rekisteriluennassa ja 23 kpl on tuntiluennassa.

AIM AMR -järjestelmä on tarkoitettu mittaustiedon keruuseen ja tallennukseen, ja se sisältää koko mittausprosessin laitteista laskutukseen. Siinä on avoin käyttöliittymä, jonka avulla tietojen siirto muihin järjestelmiin on mahdollista. AIM AMR -järjestelmä soveltuu myös kuormanohjaukseen. HSVn verkkoalueella olevissa Enermetin kohteissa ei ole kuormanohjausmahdollisuutta.

#### 4.5 Aidon Oy

Aidon Oy on pohjoismainen energianmittaukseen erikoistunut yritys, joka on perustettu vuonna 2004. Aidon kehittää avoimia kaukoluentaan perustuvia mittausjärjestelmiä, jotka palvelevat sekä energiayhtiöitä että kuluttajia energiamarkkinoiden muutoksessa.

Avoimuus on viety mittaritasolle asti erottamalla mittaustehtävät ja tietoliikennetkaisu toistaan. Aidonin mittarit koostuvat tietoliikenneväylällä varustetusta energismittarista ja siihen liittyvästä järjestelmämoduulista. Järjestelmämoduuli liittää mittarin luentajärjestelmään ja tarvittaessa laajentaa energiamittauksen toiminnallisuutta sellaisiin tehtäviin kuin aikaleimattujen rekisteriarvojen tuottaminen, kuormien ohjaus, sähkökatkojen rekisteröinti, sähkön laadun ja vikatietojen rekisteröinti sekä ulkoisten tilatietojen luenta.

Aidon-mittareiden luentajärjestelmänä käytetään Mitoxilla/HSV:llä Aidon Gateway-ohjelmaa. Aidon Gateway toimii välittäjänä mittareiden ja mittaustietojärjestelmän välillä. Gateway lukee mittaustietoja sekä tapahtumalokeja ja järjestelmätietoa mittareista ja tuo nämä tiedot mittaustietojärjestelmän saataville. Yhteys mittarin ja Gatewayn välillä on GPRS-pohjainen.

Myös kuormanohjaus ja sekä jännitteen kytkentä että katkaisu voidaan hoitaa Gateway-ohjelmalla. Kuormanohjauksesta kerrotaan lisää luvussa 5. Ohjauksen määrittely.

2.3.2009 oli Helsingin Sähköverkko Oy:n alueelle asennettu 35 900 rekisteriluennassa olevaan Aidon-mittaria ja 237 tuntiluennassa olevaa Aidon-mittaria. Asennusvauhti keväällä 2009 on noin 2 000 mittarin viikossa.

Esimerkkinä Aidon Oy:n mittareista on kuvassa 10 esitetty Aidonin virtamuuntajaliitännäinen mittari mallia 5550.



Kuva 10. Aidon Oy:n 5550- 5 A virtamuuntajaliitännäinen sähkömittari [18]

## 4.6 Mittaustietojärjestelmä

### 4.6.1 Generis

Helen Sähköverkko Oy:n käytössä oleva mittaustiedon hallintajärjestelmä on Process Vision Oy:n kehittämä Generis. Generis sisältää tiedot kaikista etäluettavista tuntimitatuista käyttöpaikoista, käyttöpaikkoihin kytketyt mittarit, myyjätiedot, myyjäsopimusten voimassaoloajat sekä kerätyn mittaustiedon tuntisarjana, mittarin asennushetkestä alkaen.

Kaikilla etäluentajärjestelmillä on oma rajapintansa Generiksessä, jossa mittaritieto kytketään käyttöpaikkaan. Käyttöpaikalle kytketään voimassaolevat aikasarjat, kuten esimerkiksi pätöenergia, induktiivinen loisenergia ja kapasitiivinen loisenergia. Aikasarjoille kerätään käyttöpaikan kulutukset tunneittain.

Generiksessä seurataan mittaustietojen saatavuutta ja oikeellisuutta kaikille tuntimittauksessa oleville mittareille. Lisäksi Generiksessä suoritetaan erilaisia laskentoja, esimerkiksi kiinteistöjen kulutusseurantaa. Lisäksi tässä järjestelmässä lasketaan Fingridille lähetettävät myyjäkohtaiset summasarjat.

Generiksestä lähetetään ediel-sanomana käyttöpaikan tuntitiedot sähkön myyjälle ja myyjän summasarja tuntisarjana Fingridille.

Generikseen saadaan Helenin Tasehallinnasta vuorokausittaiset Spot-hinnat ja lämpötilaennusteet.

#### 4.6.2 MELT

MELT on Mitox Oy:ssä kehitetty tuotannonohjaussovellus, joka antaa toimivat työkalut tehokkaaseen mittalaite- ja mittaustiedon hallintaan. Sovelluksen ominaisuuksiin kuuluu mm. mittauksen tehtävien hallinta, sähkömittarien etäkytkentä ja -katkaisu, sekä mittareiden kulutuslukemien (rekisterilukemat) siirto laskutusjärjestelmä. Nyt kehitettävä kuormanohjaustoiminto lisää MELT:in ominaisuuksiin, kun tuote saadaan tuotantokäyttöön.

## 5 OHJAUKSEN MÄÄRITTELY

Kuorman dynaamisessa ohjaamisessa perussuureina ovat tukkusähkön Spot-hinta ja ulkolämpötilaennuste. Pyrkimyksenä on ohjata lämpövaraajan toimintaa vuorokauden halvimmille tunneille tarvittavan pitkäksi ajaksi, huomioiden lämmöntarve.

### 5.1 Lämmitysajan määrittäminen

Lämmitettävän tilan lämmitysaika saadaan lämmitystarveluvun eli astepäiväluvun mukaan. Lämmitystarveluku kertoo tarvittavan lämmitysajan lämpötilan funktiona.

Astepäiväluvun käyttö rakennuksen lämmitysenergian arvioinnissa perustuu siihen, että rakennuksen energiankulutus on likipitään verrannollinen sisä- ja ulkolämpötilojen erotukseen. Astepäiväluku saadaan laskemalla yhteen kunkin kuukauden päivittäisten sisä- ja ulkolämpötilojen erotus, jolloin luvun yksikkönä on °Cd (astevuorokausi). [19.]

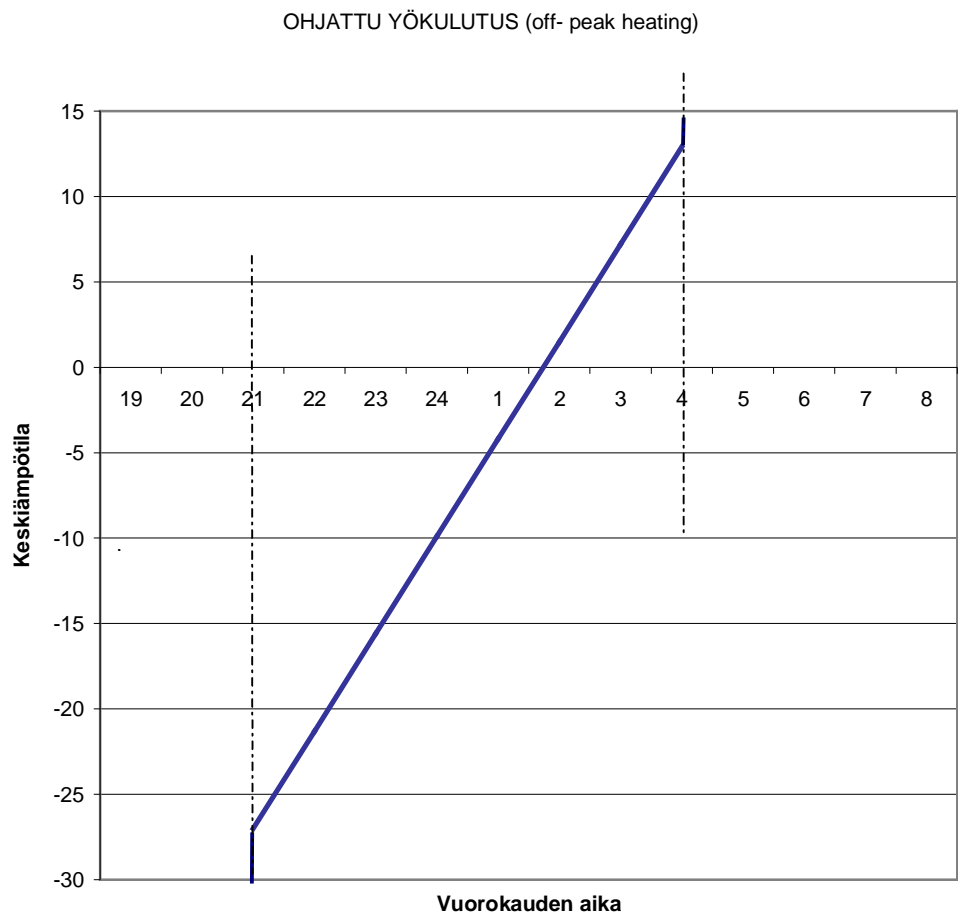
Ilmatieteen laitos julkaisee astepäivälukuja viikko-, kuukausi- ja vuositasolla kuudelletoista vertailupaikkakunnalle. Yleisimmin käytetään astepäivälukua S17, joka lasketaan +17 °C:ksi oletetun sisälämpötilan ja ulkolämpötilan vuorokausikeskiarvon erotuksen perusteella. Kuukauden lämmitystarveluku on vuorokausien astepäivälukujen summa. Astepäiväluvun laskennassa ei oteta huomioon päiviä, joiden keskilämpötila on keväällä yli +10 °C ja syksyllä yli +12 °C. Laskennassa oletetaan, että kiinteistöjen lämmitys lopetetaan ja aloitetaan päivittäin ulkolämpötilan ylittäessä tai alittaessa mainitut rajat. [19.]

Varaavan lämmityksen ohjaus voitaisiin sitoa lämmöntarvelukuun siten, että maksimi ohjausaika, eli 10 tuntia, olisi sidottu maksimi lämmöntarvelukuun joka saadaan -27 °C:n lämpötilalle ja 3 tunnin ohjausaika lämmöntarveluvulle joka saadaan +13 °C:n lämpötilalle.

Käytämme yksinkertaisuuden vuoksi jo Helenillä käytössä olevaa ohjattu yö-tuotteen ohjauskäyrää, joka on esitetty kuvassa 11. Tämä ohjaus on konservatiivinen, ”varman päälle”. Varaajan lämmitysaika on varmuuden

vuoksi tarvittavaa pidempi ja termostaatti ohjaa varaajan tarvittaessa pois päältä jo aikaisemmin.

Tällä hetkellä ohjattu yö-tuotteessa 1/3 varaustehosta kytkeytyy päälle kello 21 eli tunnin myöhemmin kuin normaali yötariffi astuu voimaan. 2/3 varaustehosta kytkeytyy päälle, riippuen ulkolämpötilasta. Ohjauksen määrittäminen aloitetaan laskemalla 12 tunnin, kello 07 – 19 välisen lämpötilan keskiarvo. Tällä lämpötilan arvolla käynnistetään varaajateho kuvan 11 esittämän lineaarisen suoran osoittamalla ajalla. Jos keskilämpötila on esimerkiksi  $-10^{\circ}\text{C}$ , käynnistyy varaajan 2/3 tehosta kello 24. Ohjaus on määritetty siten, että sähköyhtiöltä lähtee lämmitysreleelle ohjaukskäsky aina viimeistään kello 4, joten varaava sähkölämmitys on aina päällä vähintään kolme tuntia, vuodenajasta riippumatta. Varaajan poiskytkentä tapahtuu termostaatin avulla tai viimeistään kello 7.



**Kuva 11.** Ohjattu yö-tuotteen nykyinen ohjaukskäyrä

Lämmitysmäärä tunteina saadaan laskettua kaavan 1 mukaisella funktiolla

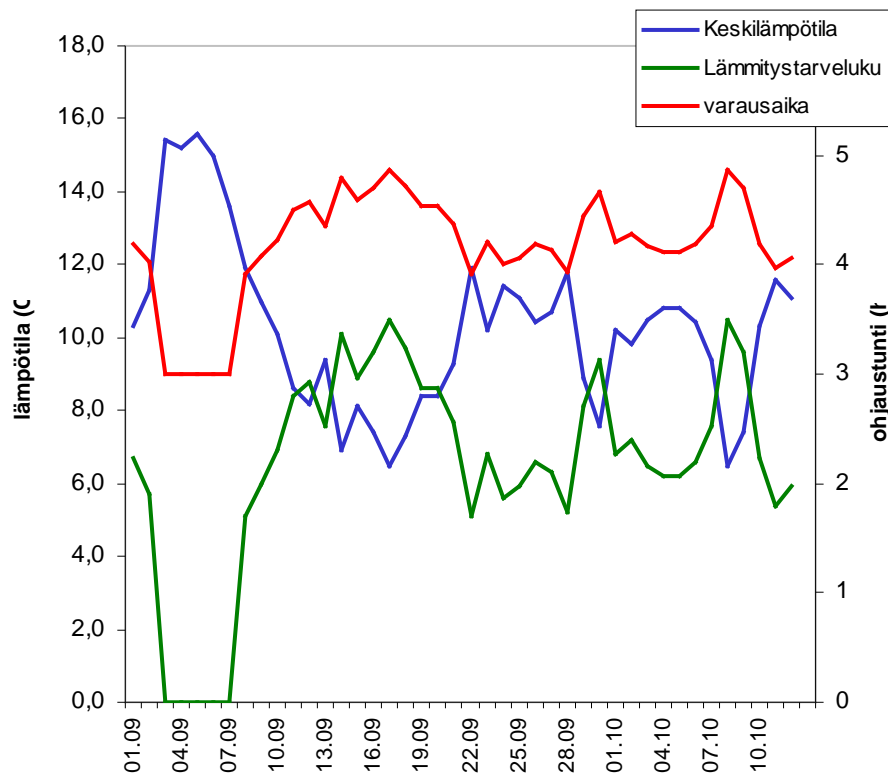
$$f(T) = 3, \text{ kun } T \geq 13$$

$$f(T) = 3 + \frac{2 \times (13 - T)}{13}, \text{ kun } T < 13$$

**Kaava 1**

jossa T= vuorokauden keskilämpötila.

Kuvassa 12 on esitetty Helsingin alueen vuorokausittainen keskilämpötila, lämmitystarveluku ja varaajan lämmitysaika ajalta 1.9.2008 – 12.10.2008.



**Kuva 12. Helsingin alueen vuorokausittaiset keskilämpötilat ja lämmitystarveluku 1.9.-12.10.2008**

## 5.2 Ohjattavien tuntien määrittäminen

Ohjauksessa käytettävä Spot-hinta seuraavalle vuorokaudelle lyödään lukkoon, kuten jo kappaleessa 3.2 mainittiin ja tiedot ovat markkinaosapuolten käytettävissä kello 15 aikoihin (Suomen aikaan).



Taulukossa 1 on Nord Poolin Spot-hinta kahdeksan vuorokauden ajalta. Näemme, että siinä on myös seuraavan vuorokauden Spot-hinta, joka on päivitetty, kuten taulukon alareunassa nähdään, 23.10.2008 klo 12.56 (GMT+1 aikaympäristö). [3.] Tämä ei siis ole vielä vahvistettu Spot-hinta seuraavalle vuorokaudelle vaan ennuste.

**Taulukko 1. Nord Poolin Spot-hinta, 8 päivän tuntihinnat, tiedot haettu 23.10.2008 klo 15.00 [3]**

### Prices at Nord Pool Spot (EUR/MWh)

Date	Fri	Thu	Wed	Tue	Mon	Sun	Sat	Fri
Time	24.10.08	23.10.08	22.10.08	21.10.08	20.10.08	19.10.08	18.10.08	17.10.08
	FI	FI	FI	FI	FI	FI	FI	FI
00-01	51,56	<b>56,07</b>	54,97	45,78	46,57	50,26	55,90	55,22
01-02	47,11	<b>53,16</b>	53,66	44,61	45,03	47,89	53,78	51,06
02-03	43,00	<b>48,99</b>	50,88	41,03	41,32	46,69	51,92	49,47
03-04	40,83	<b>49,30</b>	49,78	38,89	41,13	46,20	51,10	48,18
04-05	42,65	<b>51,02</b>	53,22	41,21	45,58	46,67	51,71	49,98
05-06	51,05	<b>55,82</b>	55,87	45,89	53,08	46,91	53,71	57,08
06-07	57,91	<b>64,05</b>	64,52	55,68	57,57	47,70	53,86	59,84
07-08	58,13	<b>62,65</b>	61,97	57,11	58,09	47,84	54,83	58,81
08-09	59,40	<b>62,57</b>	63,46	56,43	57,79	49,42	55,83	59,37
09-10	59,28	<b>63,19</b>	62,58	56,22	57,87	51,47	56,70	59,60
10-11	58,56	<b>61,92</b>	61,93	56,12	57,24	54,45	56,61	59,03
11-12	57,81	<b>60,05</b>	60,97	56,07	56,25	54,66	56,60	58,58
12-13	57,74	<b>59,22</b>	59,13	56,19	55,49	54,06	55,96	58,26
13-14	57,06	<b>59,14</b>	58,84	56,29	55,31	52,21	54,94	57,62
14-15	55,78	<b>58,62</b>	58,89	56,19	55,05	50,22	54,77	56,66
15-16	55,71	<b>58,01</b>	60,32	56,31	54,96	49,58	54,71	56,33
16-17	56,31	<b>57,59</b>	61,84	56,64	54,77	49,46	55,19	56,57
17-18	58,69	<b>59,56</b>	67,30	58,83	55,31	53,23	56,87	57,75
18-19	60,75	<b>64,46</b>	70,10	65,98	57,97	58,96	58,64	59,63
19-20	60,45	<b>60,58</b>	68,95	65,74	57,34	59,77	57,51	59,18
20-21	56,56	<b>58,49</b>	63,84	60,00	55,00	56,91	55,59	58,25
21-22	55,19	<b>56,54</b>	60,72	56,93	54,44	56,22	54,21	56,43
22-23	54,90	<b>55,12</b>	58,69	55,61	54,17	55,43	54,47	57,46
23-24	52,47	<b>52,53</b>	55,95	53,54	48,93	51,95	51,65	56,42
Min	40,83	<b>48,99</b>	49,78	38,89	41,13	46,20	51,10	48,18
Max	60,75	<b>64,46</b>	70,10	65,98	58,09	59,77	58,64	59,84
Peak	58,13	<b>60,41</b>	62,86	58,08	56,28	53,12	56,19	58,22
Off-peak 1	49,03	<b>55,13</b>	55,61	46,28	48,55	47,52	53,35	53,71
Off-peak 2	54,78	<b>55,67</b>	59,80	56,52	53,14	55,13	53,98	57,14
Avg	54,54	<b>57,86</b>	59,93	53,89	53,18	51,59	54,88	56,53

Data updated: 23. Oct. 2008, 12:56 Time is CET (GMT +1)

Maksullisena palveluna Nord Poolilta on mahdollista saada kahden jopa kolmen päivän ennustettu Spot-hinta, joka perustuu Pohjoismaiseen tuotannon sekä kulutuksen ennustamiseen.

Hyväksikäyttäen varaajan lämmitysmäärää, joka antaa lämmitykseen tarvittavan tuntimäärän (kaava 1), ja Spot-hintaan, josta valitsemme halvimmat tunti hinnat, saamme ne vuorokauden tunnit, joita tulemme käyttämään varaavaan sähkölämmityksen ohjaamiseen.

Taulukossa 2 näemme esimerkin kolmen päivä ohjauksesta. Dynaamisesti määritellyt ohjausajat on merkitty sinisellä varjostuksella ja vanhan ohjausmäärittelyn mukaiset lämmitystunnit on vahvennetun neliön sisällä..

**Taulukko 2. Esimerkki ohjausajoista 26.-28.1.2008**

Aikaleima	Lauantai 26.01.2008		Sunnuntai 27.01.2008		Maanantai 28.01.2008	
	Spot/EUR	Lämpö/C	Spot/EUR	Lämpö/C	Spot/EUR	Lämpö/C
0:00	39,470	2,3	38,770	-1,1	41,100	-2,3
1:00	39,900	2,5	39,790	-1,3	41,930	-2,3
2:00	37,330	2,5	38,470	-1,5	41,680	-2,0
3:00	35,920	2,1	36,760	-1,8	41,200	-2,6
4:00	34,610	2,0	36,540	-1,8	41,100	-2,6
5:00	35,670	2,0	37,190	-1,8	41,750	-3,0
6:00	37,360	2,1	37,610	-2,0	42,340	-3,8
7:00	36,980	2,4	35,060	-1,8	45,240	-4,3
8:00	38,340	2,4	33,510	-2,0	46,260	-5,0
9:00	39,510	2,3	36,500	-1,6	50,150	-4,8
10:00	40,510	1,6	38,900	-1,3	49,220	-5,1
11:00	41,710	1,6	39,880	-0,8	46,630	-3,8
12:00	41,840	1,6	41,400	0,0	46,490	-1,8
13:00	41,330	2,1	41,150	0,3	45,420	-0,8
14:00	40,960	2,6	40,330	1,0	44,750	-0,8
15:00	40,080	2,3	39,800	0,6	44,170	0,1
16:00	40,810	1,8	40,570	0,1	45,440	1,0
17:00	42,110	1,4	41,990	-0,5	45,270	1,6
18:00	43,150	1,3	43,010	-1,0	46,000	2,1
19:00	43,090	0,8	43,940	-2,0	44,180	2,1
20:00	42,350	0,4	43,410	-1,8	43,680	2,1
21:00	41,550	0,1	42,930	-1,8	42,920	2,1
22:00	40,880	-0,3	42,810	-1,5	42,680	2,1
23:00	39,960	-0,6	42,500	-1,6	42,370	2,1
<b>uusi tapa</b>	180,51		178,37		206,83	
<b>vanha tapa</b>	180,89		186,57		208,07	
<b>ero</b>	<b>-0,38</b>		<b>-8,20</b>		<b>-1,24</b>	

Taulukosta 2 näemme, että esimerkiksi torstaina 27.1.2008 olisi ollut edullisempaa kytkeä varaaja käyntiin aikavälille kello 3.00 - 05.00 ja kello 7.00 – 10.00 kuin käytössä ollut kytkentäaika aikavälille kello 2.00 – 7.00.

Säästöä tällä ohjauksella olisi tullut 8,20 €, laskettuna 1MW:n kuormalla. Keskimääräinen ohjattu yö -kohde on 25 kW, jolloin hyöty olisi ollut 20,5 senttiä.

### 5.3 Ohjaustiedoston määrittäminen

Jokaisen mittarityypin kuormanohjauksen syntaksi on erilainen. Tässä työssä keskitytään Aidonin mittareiden ohjauksen määrittämiseen ja testaamiseen.

Tässä työssä kuormanohjaukseen käytettävä mittari on Aidon 5550 -mittari, joka on esitetty kuvassa 10. Mittari on point-to-point -tyyppinen mittari, mikä tarkoittaa, että se on yksinään suoraan GPRS-yhteydessä Gatewareen.

Mittarin ohjaus tapahtuu ohjaustiedostolla, jossa määritellään kuormanohjaustuotteelle (relayControl) releen ohjausajat: milloin kuormanohjausrele kytketään päälle ja milloin pois päältä.

Lämmitystä ohjaavan releen ohjaustiedosto voi kattaa neljä eri päivämääräjaksoa, joista on koostuttava täysi vuosi. Tiedostoa olisi voitava päivittää joka päivä Spot-hintatietojen ja lämpötilatietojen mukaan. Viikkotiedosto takaa, että mittarilla on perusohjaustiedot koko ajan käytössä, vaikka tiedonsiirrossa tapahtuisi katkos. Perusohjaustiedoksi syötetään tariffinohjausajat eli rele päälle kello 20 - 07, jolloin yötariffi on voimassa ja rele pois päältä kello 07 - 20, jolloin on voimassa päivätariffi.

Kuvassa 13 on esitetty osa ohjaustiedostosta, jossa näkyy esimerkkinä maanantain, tiistain ja keskiviikon ohjausajat.

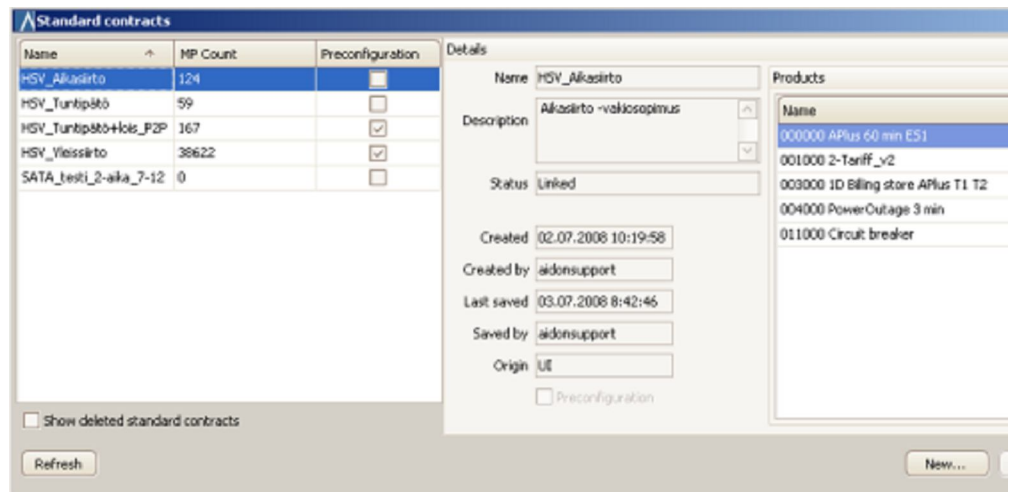
```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<axml version="1.0">
  <command id="10" type="insert" >
    <!--!kuormanohjausajat 16.-21.2.-->
  - <product name="16022009 relay 1">
    <industryProfile name="AMR Industry Profile - Household Electricity Meter" version="v1.0"
    versionDate="2005-12-31" />
    <productProfile name="relayControl" />
    <description>Relay control product</description>
  - <definition>
    - <relayControl>
      - <relay relayId="1">
        - <loadControl stateA="true" indForStateA="true" defaultState="A"
        powerUpState="B" powerUpStateDelay="30">
          - <yearPeriod name="year" start="01-01" end="12-31">
            - <weekday name="bank">
              - <scheduled defaultState="A">
                <change time="07:00" state="B" />
                <change time="21:00" state="A" />
              </scheduled>
            </weekday>
          - <weekday name="Mon">
            - <scheduled defaultState="A">
              <change time="00:00" state="A" />
              <change time="06:00" state="B" />
            </scheduled>
          </weekday>
          - <weekday name="Tue">
            - <scheduled defaultState="A">
              <change time="03:00" state="A" />
              <change time="06:00" state="B" />
              <change time="07:00" state="A" />
              <change time="08:00" state="B" />
              <change time="11:00" state="A" />
              <change time="12:00" state="B" />
            </scheduled>
          </weekday>
          - <weekday name="wed">
            - <scheduled defaultState="A">
              <change time="00:00" state="A" />
              <change time="05:00" state="B" />
            </scheduled>
          </weekday>
        </weekdays>
      </relay>
    </relayControl>
  </definition>
</product>
</command>
</axml>
```

### Kuva 13. Malli ohjaustiedostosta

Aidonin järjestelmässä tuotteet määritellään sopimusten kautta eri mittareille. Mittarilla on oltava valittuna jokin sopimustyyppi, esimerkiksi ohjattu yö - tuote. Sopimustyyppi sisältää tiedon siitä, mitä mittarilla voidaan tehdä: mitataanko tuntitietoa vai rekisterilukemia eli kulutusta, ohjataanko sillä kuormaa vai aikatariffeja. Aidon-mittareilla on useita eri tuotteita, joilla voidaan ohjata esimerkiksi tariffeja, etäkatkaisua ja -kytkentää sekä lämmityskuormaa.

Kuormanohjauksen dynaaminen ohjaustieto on vietävä kuormanohjaustuotteelle. Tuote voidaan tämän jälkeen valita niiden mittareiden sopimukselle, joiden kuormaa halutaan ohjata.

Kuvassa 14. on esitetty Gatewaren aikasähkö sopimuksen sisältämät tuote tiedot.



**Kuva 14 Gatewaren aikatuotetieto**

Testitiedoston luominen aloitetaan keräämällä mittaustietojärjestelmä Generiksestä, päivittäin saatavilla olevat, vähintään seuraavan vuorokauden, Spot-hinnat sekä lämpötilaennusteet. Excel-tiedosto luodaan näistä Generiksessä ja muokataan vuorokausittaisen Spot-hinnan mukaiseen nousevaan järjestykseen. Tämän jälkeen valitaan kaavalla 1 lasketun lämmitysmäärän antaman tuntimäärän osoittamat halvimmat tunnit, joilla lämmitys tapahtuu.

Halvimmista tunneista muodostetaan relettä ohjaava XML-tiedosto, joka viedään palvelimelle outgoing-kansioon. Tämä kansio on varattu Gatewaren eri ohjaustiedostoille, kuten kuorman ohjaus tai etäkytkentä tai etäatkaisutoiminnoille. Aidonin Gatewaressa on tämän jälkeen luotava tuote, joka nimetään ohjaustiedoston mukaan. Näin tuote löytää oikean ohjaustiedoston outgoing-kansiosta. Kansio tarkastetaan ajastetusti ja löydetty tiedosto ladataan nimen perusteella tuotteelle. Tämän jälkeen on mittarille haettava haluttu sopimuslaji ja tälle valitaan halutut tuotteet. Näiden jälkeen ohjaukset lähetetään mittarille.

## 6 OHJAUKSEN TESTAUS JA TULOSTEN ANALYSOINTI

Kuormanohjauksen testaus suoritettiin laboratorio-olosuhteissa Mitox Oy:n tiloissa Aidonin Gateway-testikannassa. Aidonilla ei ole vielä testattu dynaamista kuormanohjausta, joten testiajo tehtiin omalla testiohjauksella.

Aidon-mittareille liitetään mittarikohtaiset sopimustiedot, jotka sisältävät mittauspaikan tiedot, eli käyttöpaikkanumeron ja halutut tuotteet. Tuotetiedot sisältävät toiminnot, joita mittarin halutaan tekevän, esimerkiksi kytkentä ja katkaisu toiminto.

Testilaitteistona oli Aidon 5550 -mittari, jolla oli yksi rele kuormanohjausta varten. Mittarille oli ladattu sopimus, johon on liitetty tariffituotteen ja kytkentä/katkaisu-tuotteen lisäksi myös kuormanohjaustuote. Kuormana mittarille oli kytketty 75 W:n hehkulamppu, jotta mittaustuloksissa näkyisi kuorman päälle ja pois kytkeytymiset. Oli oleellista, että nämä kaikki tuotteet löytyisivät testimittarin asetuksista, jotta varmistuisi, että ne eivät häiritsisi kuormanohjaustoimintoa.

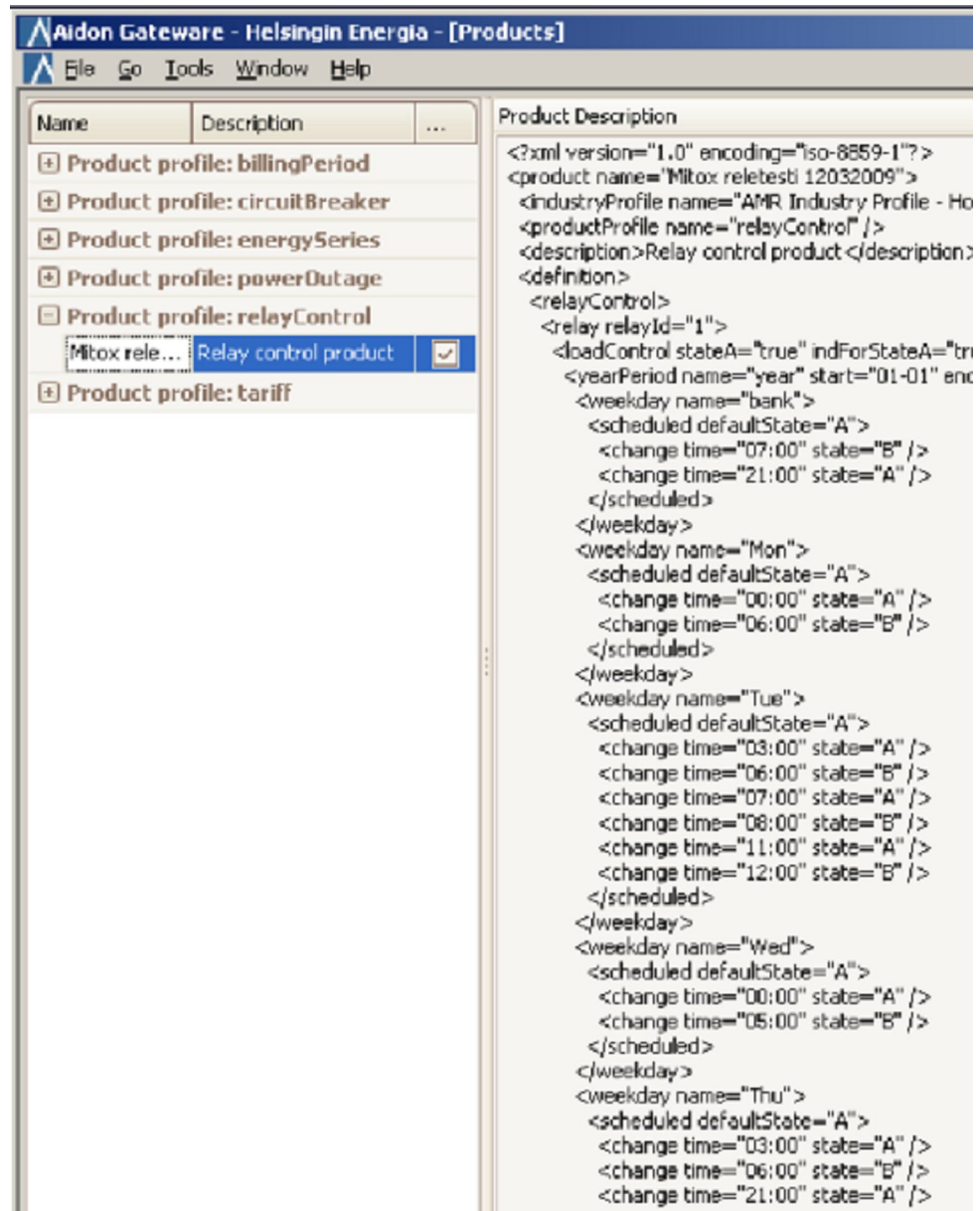
Tarkoituksena oli ensin testata kuormanohjausta, jossa kytkettiin ohjausrele päälle ja pois ohjaustiedoston määrääminä aikoina. Tällä varmistettiin, että ohjaustiedoston rakenne oli oikea ja käskyt menivät perille mittarille asti.

Tämän jälkeen testattiin ohjaustiedoston päivittämistä. Testin tarkoituksena oli tarkkailla tiedoston läpimenoa Gatewayesta mittarille, ja mittarin antamaa palautetta.

Suurimmaksi ongelmaksi osoittautui ohjaustiedoston päivittäminen. Ohjaustiedosto olisi päivitettävä mittarille joka päivä, kun seuraavan vuorokauden Spot-hinta ja lämpötilaennuste saadaan käyttöön.

Testiä suunniteltaessa kävi ilmi, että kuormanohjausta ei Aidonin mittareille ole suunniteltu dynaamiseksi, sitä ei ole suunniteltu jatkuvaan päivittämiseen. Jotta mittarille voidaan syöttää uusi ohjausaika, on mittarin sopimus ladattava uudelleen. Sopimukselle on ensin vaihdettava uusi tuote vanhan tuotteen tilalle. Vanhoja tuotetietoja ei voi poistaa Gatewayesta, vaikka ne eivät olisi enää käytössä, joten tämä kasvattaa tuotteiden määrää kohtuuttomaksi lyhyessäkin ajassa.

Testaus aloitettiin luomalla Gatewareen tuote, joka ohjaa relettä "relayControl". Testituote nimettiin "Mitox reletesti 12032009". Tälle tuotteelle syötettiin samanniminen XML-muotoinen testitiedosto, joka on esitetty liitteessä 1. Tiedoston lataaminen onnistui, joten tiedostorakenne on oikea. Kuvassa 15 on esitetty Gatewaren tuotekuvaus ohjaustiedostolla.



Kuva 15. Tuotteen kuvaus Aidonin Gatewaressa

Tämän jälkeen mittarille valittiin sopimuslaji, jolle määriteltiin halutut tuotteet, kuten esimerkiksi kuormanohjaus- ja tariffituote. Kun nämä oli valittu, ladattiin tiedot mittarille. Testimittarillemme määriteltiin sopimus, jolle vaalittiin tuotteiksi: energiasarjojen luenta, eli luettiin pätösarja, induktiivinen

ja kapasitiivinen loissarja, laskutussarjat eli kumulatiivinen lukema laskutusta varten, jännitteenkatkaisu sekä kuormanohjaustuote.

Kuvassa 16 on esitetty Aidonin Gatewaren Contracts -näyttö, eli sopimusnäyttö. Kuvassa näkyy käyttöpaikan tunnus, Metering Point ID, joka on tässä MitoxP\_1, kytketyn sopimuksen tiedot, Contract number ja name sekä sopimukselle kytketyt tuotteet, Product included.

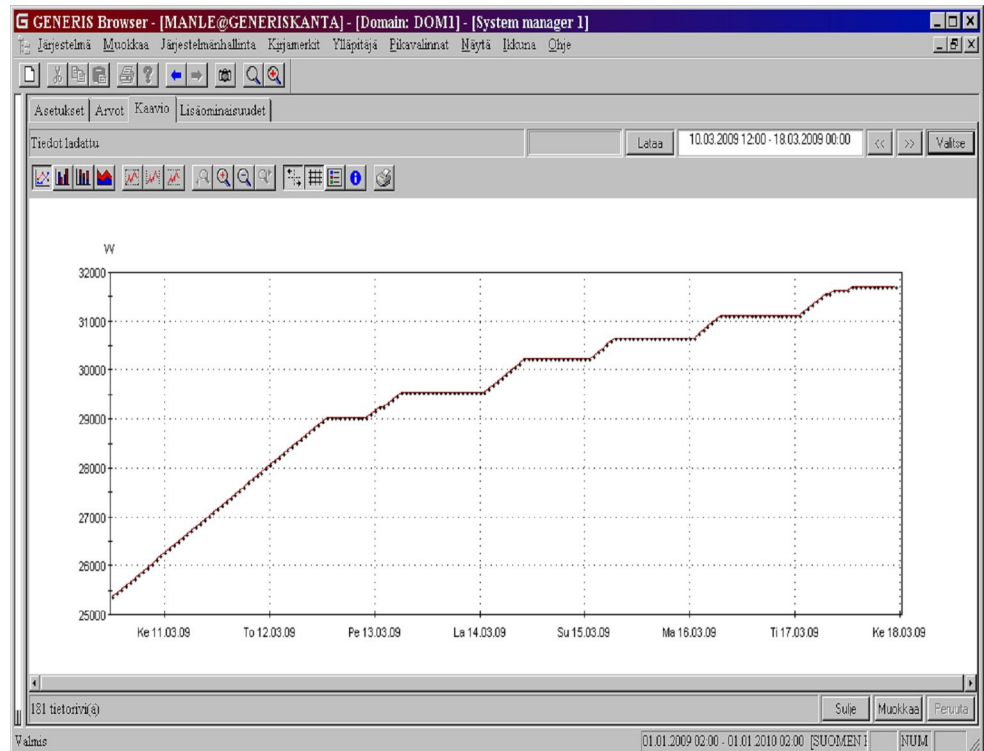
The screenshot shows the 'Contracts' application interface. On the left, there is a 'Select Metering Point' section with a dropdown menu set to 'MitoxP\_1'. Below it is a search bar and a table with columns 'Metering Point ID', 'Address', and 'City'. The table contains one entry: 'MitoxP\_1', 'Testiläytt...', 'Helsinki'. Below the table, it says 'Results: 1'. On the right, there is a 'Contracts' table with columns 'Contract number', 'Name', and 'Status'. It contains two entries: 'MitoxP\_1\_1\_Mitox\_releesti1\_P2P' (Confirmed) and 'MitoxP\_1\_0\_HSV\_Tuntipäto-Hois\_...' (Deleted). Below this is the 'Contract details' section, which includes fields for 'Contract number', 'Name', 'Description', 'Status', 'Valid from', 'Created', 'Created by', 'Last saved', 'Saved by', 'Origin', and 'Standard contract'. The 'Products included' table on the right lists various products like 'Mitox\_releesti 12...', '000000 APlus 60 ...', '000001 RPlus 60 ...', '000002 RMinus 6...', '004000 PowerOu...', and '003001 IM Billing ...'. At the bottom, there are buttons for 'New standard contract...' and 'New unique...'. A checkbox 'Use automatic upload' is also visible.

**Kuva 16. Sopimustiedot Contracts-näytöllä Aidon Gatewaressa**

Mittari luettiin kerran vuorokaudessa, jolloin edellisen vuorokauden lukemat saatiin Gatewareen seuraavana päivänä. Mittarin mittaustiedot siirrettiin Aidon-Generis-rajapinnan kautta samoin kerran vuorokaudessa Generikseen. Aidon -mittarit keräävät tuntitiedot kumulatiivisina sarjoina jotka lasketaan Generiksessä tuntikohtaisiksi lukemiksi. Mittarin annettiin seurata tuotteenohjaustiedostoa viikon ajan.



Mittaustiedot on esitetty graafisesti kumulatiivisena kuvassa 17 ja laskettuina tuntitehoina kuvassa 18.

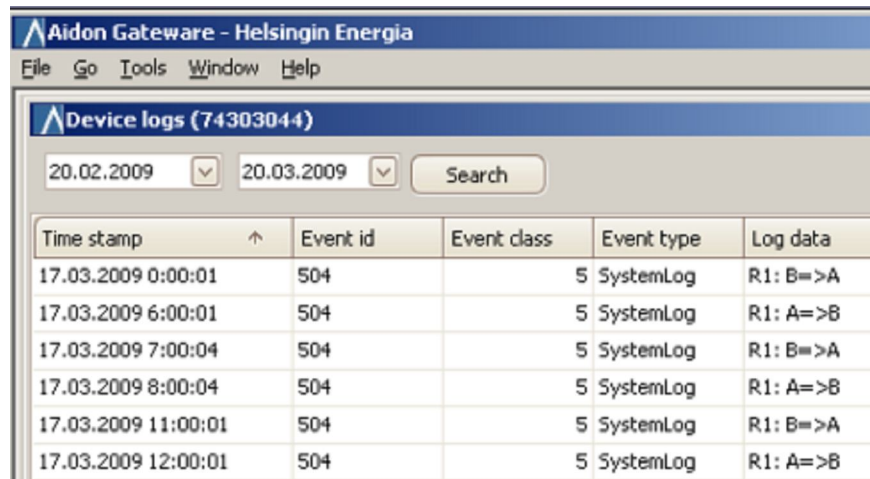


Kuva 17. Kumulatiiviset mittaustiedot ajan funktiona Generiksessä



Kuva 18. Tuntitehot ajan funktiona Generiksessä

Kuvassa 19 on esitetty Gatewaren lokitiedosto, jossa näkyy mittarilla tapahtuvaa releen kytkentää. Gateware ja Generiksen tiedoissa on tunnin heitto, joka syntyy mittaustietojen siirtotiedostossa Aidon-Generis-rajapinnassa. Tämä ero poistuu, kun rajapintamäärittelyt järjestelmien välille saadaan korjattua.



Time stamp	Event id	Event class	Event type	Log data
17.03.2009 0:00:01	504		5 SystemLog	R1: B=>A
17.03.2009 6:00:01	504		5 SystemLog	R1: A=>B
17.03.2009 7:00:04	504		5 SystemLog	R1: B=>A
17.03.2009 8:00:04	504		5 SystemLog	R1: A=>B
17.03.2009 11:00:01	504		5 SystemLog	R1: B=>A
17.03.2009 12:00:01	504		5 SystemLog	R1: A=>B

**Kuva 19. Gatewaren lokitiedosto, jossa näkyy esimerkiksi releen kytkennät**

Jotta ohjaus olisi dynaamista, olisi releen ohjausaikoja voitava päivittää.

Seuraavaksi testattiin uusien ohjausaikojen syöttämistä mittarille. Ensin muokattiin XML-tiedoston ohjausaikoja. Ohjausajoiksi syötettiin myös aikoja, jotka eivät ole tasatunneille, kuten esimerkiksi kello 11:53. Ohjaustiedosto talletettiin uudella nimellä Gatewaren käyttämään outgoing-kansioon. Koska mittarilla olevaa tuotetta ei voitu päivittää, oli luotava uusi tuote, jolle muokattu XML-tiedosto syötettiin. Mittarille oli luotava myös sopimustiedot uudelleen, eli kaikki halutut tuotteet oli valittava sopimukselle uudestaan, vaikka vain kuormanohjaustuote muuttui. Sopimustiedot ladattiin uudestaan mittarille.

Mittarin lokitiedoista kuvassa 20 näkyy uuden tuotteen ja ohjaustiedoston kytkeytymisen mittarille hyväksytyksi.

Device logs (74303044)				
23.02.2009	23.03.2009	Search		
Time stamp	Event id	Event class	Event type	Log data
17.03.2009 20:02:14	M_TIME_SET		3 ClockSync	Time set (2)
18.03.2009 0:00:02	504		5 SystemLog	R1: B=>A
18.03.2009 5:00:01	504		5 SystemLog	R1: A=>B
20.03.2009 15:01:44	506		5 SystemLog	
20.03.2009 15:01:45	507		5 SystemLog	20,5
20.03.2009 15:02:12	500		5 SystemLog	Mitox reletesti
20.03.2009 15:02:57	506		5 SystemLog	

Kuva 20. Ohjaustiedoston päivitys Gatewaren lokitiedoissa

Ohjausta seurattiin noin viikon ajan ja katsottiin, miten mittari seuraa ohjaustietoja, jotka eivät osu tasatunneille. Generiksessä tämä näkyy kulutuksen jakaantumisena kahdelle tunnille, näin ollen tuntikulutus on pienempi. Gatewaren lokitiedoista kuvassa 21 näkyy todelliset ohjausajat.

Device logs (74303044)				
24.02.2009	24.03.2009	Search		
Time stamp	Event id	Event class	Event type	Log data
21.03.2009 6:00:02	504		5 SystemLog	R1: A=>B
21.03.2009 8:05:00	504		5 SystemLog	R1: B=>A
21.03.2009 10:20:00	504		5 SystemLog	R1: A=>B
21.03.2009 12:10:00	504		5 SystemLog	R1: B=>A
21.03.2009 21:00:02	504		5 SystemLog	R1: B=>A
21.03.2009 23:07:00	504		5 SystemLog	R1: A=>B
22.03.2009 0:00:01	504		5 SystemLog	R1: B=>A
22.03.2009 6:00:01	504		5 SystemLog	R1: A=>B
22.03.2009 8:10:00	504		5 SystemLog	R1: B=>A
22.03.2009 10:00:02	504		5 SystemLog	R1: A=>B

Kuva 21. Lokitiedosto ohjaustiedoston muutoksen jälkeen

Tämä enempää ei voitu testata tämän työn puitteissa. Aidon Oy jatkaa tuotetietoja päivittämiseen liittyvien ongelmien selvittelyä. Kun tuotetiedon päivittäminen onnistuu automaattisesti, voidaan ohjaustestausta jatkaa kenttäkokeilla, todellisen asiakkaan/kuluttajan tiloissa. Tämä vaati jo paljon laajempaa mittausta, esimerkiksi sisätilojen lämpötilamittausta ja erityisesti varaajan lämpöenergiaa, mistä lämpö huoneistoon viedään. Kenttäkokeissa tulisi tarkkailla ohjauksajan riittävyttä, kun uudella ohjauksella koko lämmityskuorma ohjataan yhtä pitkällä ajoajalla kuin aikaisemmin ajettiin 2/3 kuormaa. Lisäksi on selvitettävä vaikuttaako mahdollisesti useaan osaan pilkottu varausaika käytettävissä olevaan varattuun lämmityspotentiaaliin.

Testiajot osoittivat, että ohjaustiedosto on rakenteeltaan oikea ja releen ohjaus toimii halutulla tavalla. Ohjaustiedosto ohjaa releen oikeaan asentoon myös ladattaessa uusi ohjaustieto mittarille, tämä on hyvä erityisesti jos edellinen ohjauksaikojen päivitys ei ole jostain syystä mennyt perille mittarille ja uuden ladattavan ohjauksen mukaan rele pitäisi olla lataushetkellä eri asennossa kuin mitä se on. Tällöin ei tarvita erikseen releen olotietoa, onko se päällä vai pois päältä päivitettäessä ohjaustiedostoa.

Mittari osaa käsitellä myös tasatunneista poikkeavaa ohjaukskäskyä, mikä saattaa jossain ohjaustilanteessa olla tärkeää. Esimerkiksi, jos ohjauksen on toimittava heti tehopulan tai muu kiireellisen ohjaukskäskyn perusteella.

Päivittäistä tuotteen ohjaustiedoston päivittämistä ei voitu testata laajemmin, mittarin toiminnan puutteellisuuden takia. Tämän takia ei mittareita voitu testata todellisessa kohteessa, asiakkaan käytössä. Asiakkaan tiloissa tapahtuva testaus olisi myös vaatinut laajat lämpötilamittaukset, lisäksi olisi tarvittu ohjelma, joka luo ohjaustiedoston automaattisesti saatavilla olevista tiedoista (Spot ja ulkolämpötila).

## 7 HYÖTY/ KUSTANNUSANALYYSIT

Hyöty/kustannusanalyysi perustuu vertailuun käytössä olevan ohjauksen mukaisen kuormanohjauksen ja markkinahintaisen kuormanohjauksen välillä. Vaikka kuorman dynaaminen ohjaaminen vaatiikin uudentyyppisen, tuntimittaukseen soveltuvan mittarin asentamisen, ei sitä otettu kustannuksina huomioon tässä kustannusanalyysissä, sillä Valtioneuvoston asetus sähkötoimituksen selvityksestä ja mittauksesta, joka astui voimaan 1.3.2009, velvoittaa kaikkia yli 3 x 63 ampeerin käyttöpaikkoja tuntiluontaan vuoteen 2011 mennessä. Etäluennan kustannukset on selvitetty jo aikaisemmassa Mitoxilla tehdyssä opinnäytetyössä.

Hyöty/kustannusanalyysi tehtiin vertailemalla vuoden 2008 toteutunutta ohjausta ja dynaamisesti määriteltyä ohjausta. Vertailutiedot pohjautuvat toteutuneisiin Spot-hintoihin ja ulkolämpötiloihin.

Ohjaustuntimäärä saatiin määriteltyä kaavalla 1, jossa käytetty keskilämpötila laskettiin koko vuorokauden lämpötilasta. Käytössä oleva ohjaustapa laskee päivälämpötilan keskiarvon, eli keskiarvon ajalle kello 7 - 19. Ohjaustuntimääriin ei tullut eroja, vaikka keskilämpötila määriteltiin eri tavalla, etenkin kun lasketaan kokonaistunteina.

Taulukossa 3 sivulla 39 on esitetty vertailu käytössä olevan ja uuden ohjauksen välillä. Taulukossa on esitetty vuorokauden toteutunut Spot-hinta ja lämpötila tunneittain, vuorokauden keskilämpötilat koko vuorokauden lämpötiloista laskettuna ja kello 7 - 19 väliseltä ajalta laskettuna. Lisäksi taulukossa on esitetty lämmitysaika.

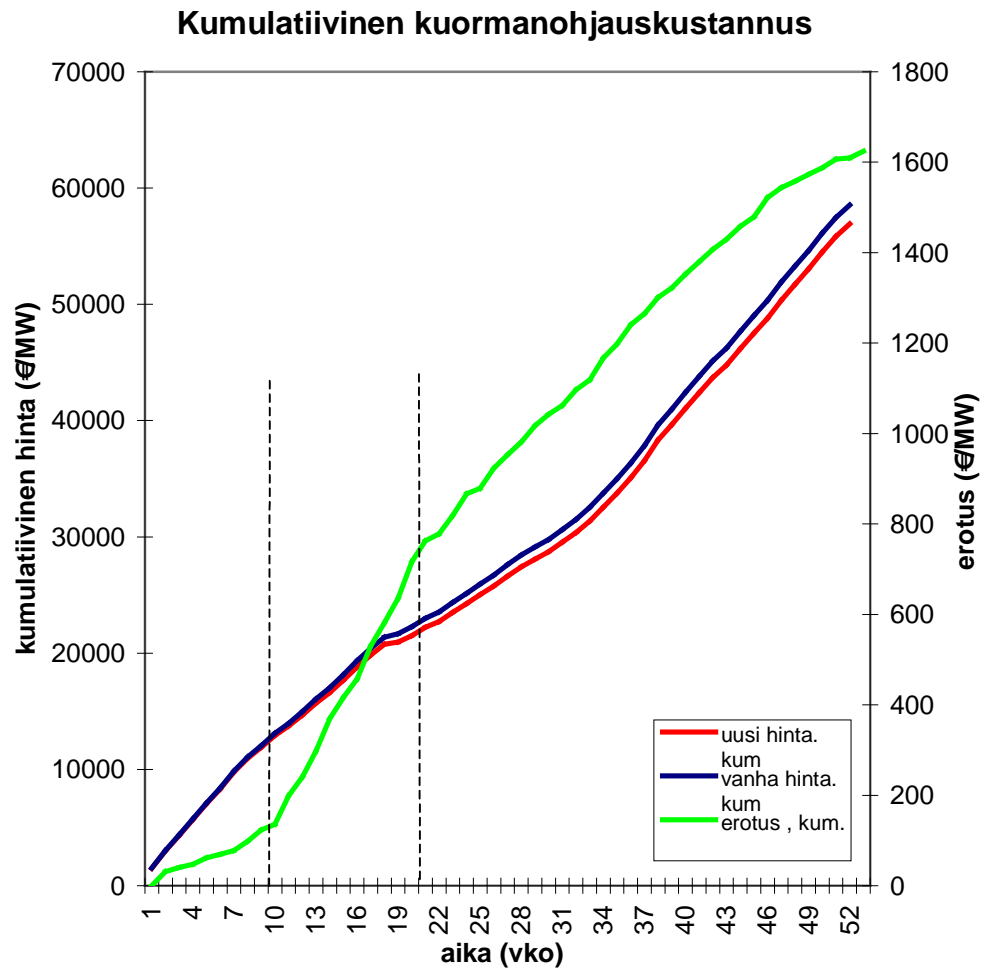
Sähkön hankinnan kustannussäästö vuodelle 2008 olisi keskimäärin ollut koko verkkoalueella noin 105000 €. Suurin ero hankintahinnassa oli 17.8.2008 yhteensä 44,03 €/MW. 35 päivällä uusi ohjausaika oli sama kuin vanha ohjausaika. Liitteessä 3 on esitetty koko vuoden 2008 kattava laskelma päivätasolla. Uuden ohjaustyyppin mukainen kuormanohjaus olisi ollut 2,75 % halvempi kuin käytössä ollut ohjaus. keskimääräiselle ohjattu yö-kohteelle etu olisi ollut noin 40 € vuodessa.

**Taulukko 3. Markkinahintaperusteisen ja käytössä olevan ohjaustavan hintavertailu**

Aikaleima	Torstai 06.11.2008		Perjantai 07.11.2008		Lauantai 08.11.2008		Sunnuntai 09.11.2008	
	Spot/EUR	Lämpö/C	Spot/EUR	Lämpö/C	Spot/EUR	Lämpö/C	Spot/EUR	Lämpö/C
0:00	50,790	2,2	52,820	-0,3	50,370	2,8	51,860	6,2
1:00	50,320	1,9	49,950	0,0	50,590	2,5	50,780	6,3
2:00	48,370	1,6	48,100	0,6	48,380	2,3	49,390	6,4
3:00	47,130	1,2	46,870	1,9	48,320	2,4	46,740	6,4
4:00	46,810	0,8	48,200	3,1	48,240	2,4	45,390	6,3
5:00	48,090	0,4	50,000	3,8	48,320	2,5	45,230	6,1
6:00	51,960	0,1	52,550	3,7	48,340	2,6	45,450	5,8
7:00	55,860	-0,1	57,470	3,6	39,890	2,7	45,420	5,5
8:00	59,480	0,0	59,390	3,6	41,930	2,8	45,510	5,4
9:00	60,350	0,6	61,270	3,7	43,190	3,0	46,650	5,6
10:00	58,910	1,2	60,930	3,8	41,920	3,3	48,650	5,7
11:00	58,080	1,9	60,620	3,9	41,950	3,5	48,910	5,9
12:00	57,600	2,6	59,970	3,9	41,920	3,7	48,340	6,0
13:00	57,370	3,1	59,150	4,0	41,100	3,9	48,370	6,2
14:00	57,370	3,1	57,570	4,1	41,860	4,1	48,190	6,5
15:00	57,170	2,2	56,830	4,3	47,340	4,3	46,430	6,9
16:00	58,310	1,5	56,850	4,4	55,090	4,4	48,380	7,3
17:00	58,740	1,1	58,580	4,4	58,430	4,6	51,290	7,6
18:00	63,400	1,3	62,090	4,3	65,440	4,7	54,990	7,7
19:00	60,870	1,5	61,440	4,1	63,570	4,9	57,580	7,8
20:00	57,520	1,3	57,380	3,9	58,490	5,1	56,130	7,9
21:00	56,810	0,6	56,470	3,7	51,920	5,4	51,980	8,1
22:00	56,190	0,1	55,830	3,4	55,160	5,7	51,490	8,2
23:00	55,240	-0,3	54,770	3,1	53,190	6,0	50,590	8,3
<b>uusi tapa</b>								
vrk. keskiarvo lämpö		1,2		3,3		3,7		6,7
ohj.tuntien määrä		5		4		4		4
hinta	240,72		193,12		164,77		181,49	
<b>vanha tapa</b>								
klo.7-19 keskiarvo lämpö		1,5		4,0		3,8		6,5
ohj.tuntien määrä		5		4		4		4
hinta	242,360		197,620		193,22		182,81	

Ohjauksen hintaerot viikkotasolla ja näistä lasketut kumulatiiviset sarjat, uudelle ohjaustavalle ja käytössä olevalle ohjaukselle, on esitetty taulukossa liitteessä 2.

Kuvassa 22 on esitetty graafisesti liite 2:n tiedot.



**Kuva 22. Uuden ja vanhan, käytössä olevan ohjauksen kustannuskäyrät kumulatiivisina**

Kustannusten erotus-käyrästä näemme, että viikoilla 11 - 19 on ohjaustyilien kustannuksilla suurimmat erot. Tämä ero muodostuu siitä, että uudet ohjausajat eroavat useimpana päivänä vanhasta ohjauksesta. Vuorokausittaiset ohjaustunnit, joita lämpimästä keväästä johtuen oli vain kolme tai neljä tuntia vuorokaudessa, sijoituivat usein alkuiltaan tai jopa keskipäivän aikoihin. Viikolla 19 on suurin viikkoero, joka on 80,68 €/MW. Pienimmät erot ovat alku- ja loppuvuonna, jolloin ohjausajat ovat pisimmät, näin ollen ohjausajat sijoittuvat usein samoille tunneille.

Koska ohjaus on tehty "varman päälle", lämmitysaikaa optimoimalla etu olisi vielä suurempi. Ohjaustiedosto perustuisi ohjausaikoihin, jotka ovat esimerkiksi 10 minuutin tarkkuudella, tällöin ohjausaika pienenee, jolloin ei turhaan varata kalliimpia tunteja.

## 8 YHTEENVETO

Tässä insinööriyössä on selvitetty mahdollisuutta ohjata varaavaa sähkölämmityskuormaa dynaamisesti, hyödyntäen etäluettavia sähkömittareita. Etäluettavien mittareiden laaja asennusprojekti ja verkkokäskyohjauksen poistuminen tuovat uusia haasteita ja mahdollisuuksia lämmityskuorman ohjaamiselle Helen Sähköverkon alueella.

Ainoa käytännössä mahdollinen dynaamisesti ohjattava kuorma HSV:n alueella on varaava sähkölämmitys. Tariffeja muokkaamalla myös muutakin kuormaa voidaan ottaa ohjattavaksi, tämä asettaa tuntimittausvaatimuksen kaikkialle. Varaavaa sähkölämmityskuormaa ohjataan nyt verkkokäskyohjauksella, mutta mittarinvaihdon yhteydessä saadaan tilalle monipuolisemmin ja helpommin ohjattavissa oleva laite.

Kuorman dynaaminen ohjaaminen onnistuu käytännössä, mutta tällä hetkellä se on kovin monimutkaista ja työlästä, kuten testissä huomasimme. Tuotteen ohjaustietoa ei ole suunniteltu päivitettäväksi, mikä taas on hyvin oleellista etenkin dynaamisessa ohjauksessa. Ohjaustietoa olisi voitava päivittää tuotteelle ja muuttuneiden ohjaustietojen tulisi päivittyä voimassaolevalle sopimukselle tuotetiedon mukaan automaattisesti, ilman sopimuksen uudelleenmäärittelyä. Tuotetiedon muutokset tulisi voida ladata mittarille automaattijolla vuorokausittain.

Ohjaustiedoston luomiseen tarvitaan jonkinlainen, mahdollisesti MELTissä tehtävä toiminto, joka työstää Generiksestä vuorokausittain saatavista Spot-hinnoista ja lämpötilatiedoista XML-muotoisen ohjaustiedoston.

Tässä työssä testasimme vain Aidon Oy:n mittarin kuormanohjausominaisuutta, siksi että tämän mittarinvalmistajan tuotteista oli käytössä dokumentaatiota aiheesta. Aidon-mittareita on asennettu myös lähiöihin normaalin mittarinvaihdon yhteydessä. Kuormanohjaustarpeet tulisi huomioida vaihdettaessa vikaantuneen vanhan mittarin tilalle uusi mittari. Jos kohde on varaavaa sähkölämmitystä käyttävä, tulisi sinne viedä kuormanohjaukseen pystyvä mittari. Näin säästyttäisiin turhilta mittarinvaihdoilta, kun kuormanohjaustuote saadaan käyttöön.



Suurin osa varaavaa sähkölämmitystä käyttävistä käyttöpaikoista sijaitsee Pohjois-Helsingissä. Näistä esimerkiksi Pakilan alue on jo etäluennan piirissä, missä mittaus on hoidettu Kamstrupin mittareilla. Olisi hyvä tutkia myös muiden valmistajien mittareiden kuormanohjausominaisuudet, dynaamisen ohjauksen mahdollisuudet ja millä tavalla tämä toimii. Lisäksi olisi kartoitettava jo asennettujen mittareiden ominaisuuksia mahdolliseen dynaamiseen kuorman ohjaukseen.

Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta sanoo, että kuormanohjaus on voitava toteuttaa mittarilla tai käsky on voitava välittää toimilaitteilla. Vielä ei ole ottanut kantaa siihen, kenen vastuulle kuorman ohjaus lankeaa. Nyt kuormaa ohjaa jakeluverkko, mutta olisi varauduttava siihen, että myös myyjä haluaa ohjata asiakkaansa kuormaa omien tuotteittensa ja niiden kalentereiden mukaan, jopa mahdollisesti yksilötasolla, mittarikohtaisesti. Tällöin ohjaustiedoston tekemisen ja tuotteen päivittämisen olisi oltava mahdollista tehdä etäyhteydellä tai jossain toisessa järjestelmässä. Jos ohjaus on vain verkon oikeus/velvollisuus, on myyjän kuitenkin saatava ohjausajat tietoonsa, jotta sähkönhankinta Sähkömarkkinoilta kohdistuisi oikeille tunneille. Antamalla myyjälle käyttöön ohjausaikoja määrittelevän kaavan, voivat he määrittää ohjaustunnit samojen tietojen perusteella kuin verkkokin tekee, eli Spot-hinnan ja lämpötilaennusteen perusteella.

Kuormanohjaukseen olisi liitettävä mahdollisuus jakeluverkolle katkaista tietyn alueen tai kaikkien kohteiden varaava lämmityskuorma tarvittaessa. Tällainen tilanne voisi olla esimerkiksi äkillinen häiriö tietyn sähköaseman piirissä tai yleinen tehopula, jolloin kuormaa on saatava nopeasti pienemmäksi.

## VIITELUETTELO

- [1] Helsingin Energia, vuosikertomus 2008 [verkkodokumentti, viitattu 10.4.2009] [\[http://www.helen.fi/vuosi2008/index.html\]](http://www.helen.fi/vuosi2008/index.html)
- [2] Uola Timo, 2001, *Kuormien ohjausajankohdan vaikutukset Helsingin Energian sähköverkossa*. Diplomityö. Tampere, Tampereen teknillinen korkeakoulu, Sähkötekniikan osasto. 138s.
- [3] Area prices-Nord Pool Spot, [verkkodokumentti, viitattu 23.10.2008] <http://www.nordpoolspot.com/reports/areaprice/Post.aspx>
- [4] Elovaara Jarmo, *Sähkölaitostekniikan perusteet*. 1. painos, Otakustantamo 1988, Hämeenlinna: Karisto Oy, 1988 .
- [5] Rapeli Petri, Helsingin Energia, sisäinen koulutus, Sähkötekniikan perusteet, 2004
- [6] Sähkön kysyntäjoustop edistäminen, kysyntäjoustopäätöryhmä [verkkodokumentti, viitattu 7.2.2009] [http://www.tem.fi/files/19729/Sahkon\\_kysyntajoustop\\_edistaminen\\_14.3.2008.pdf](http://www.tem.fi/files/19729/Sahkon_kysyntajoustop_edistaminen_14.3.2008.pdf)
- [7] Partanen Jarmo, *Sähkömarkkinat*, luentomoniste Lappeenrannan teknillinen yliopisto, 2008, [verkkodokumentti, viitattu 23.10.2008] [http://www.ee.lut.fi/fi/opi/kurssit/Sa2710400/Sahkomarkkinat\\_johdanto.pdf](http://www.ee.lut.fi/fi/opi/kurssit/Sa2710400/Sahkomarkkinat_johdanto.pdf)
- [8] Sähkömarkkina-asetus [verkkodokumentti, viitattu 7.2.2009] <http://www.energiamarkkinavirasto.fi/select.asp?gid=43>
- [9] Sähkömarkkina-laki [verkkodokumentti, viitattu 7.2.2009] <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1995/19950386>
- [10] Laakkonen Mika, Kymppivoima Hankinta Oy, Tasehallinta ja -selvitys seminaari, 3.11.2005
- [11] Heinimäki, Riina. asiantuntija, Energiamarkkinavirasto, [sähköpostihaastattelu 07.08.2008]
- [12] Sähkömarkkinoiden menettelyohje, kohta 5.2. [verkkodokumentti, viitattu 22.3.2009] <http://www.energia.fi/fi/sahko/sahkokauppa/ediel-sivut/ohjeetjasuosituksel/>
- [13] Työ ja elinkeinoministeriö, *Älykkään sähkömittarit käyttöön Suomessa*: [verkkodokumentti ,viitattu 22.3.2009] [http://www.tem.fi/files/21782/sahkonkulutuksen\\_mittauksen\\_uudistus050209.pdf](http://www.tem.fi/files/21782/sahkonkulutuksen_mittauksen_uudistus050209.pdf)
- [14] Iskraemecon kotisivut ([verkkodokumentti, viitattu 4.2.2009] <http://www.iskraemeco.si/emecoweb/eng/>
- [15] Kamstrup A/S kotisivut [verkkodokumentti, viitattu 22.3.2009] <http://kamstrup.fi/5760/S%C3%A4hk%C3%B6>

- [16] ComselSystem Oy / TelenorCinclus [verkkodokumentti, viitattu 22..3.2009]  
<http://www.telenorcinclus.com/>
- [17] Landis+Gyr kotisivut [verkkodokumentti, viitattu 28.2.2009]  
[http://www.landisgyr.fi/fi/pub/tuotteet\\_ja\\_ratkaisut/systejaerjestelmaetms.htm](http://www.landisgyr.fi/fi/pub/tuotteet_ja_ratkaisut/systejaerjestelmaetms.htm)
- [18] Aidon Oy:n kotisivut [verkkodokumentti, viitattu 23.11.2008]  
<http://www.aidon.fi/>
- [19] Motivan juliste ”Kuntakohtaiset lämmitystarvelukujen vertailupaikkakunnat ja normitusohjeet” [verkkodokumentti, viitattu 23.11.2008]  
<http://www.motiva.fi/fi/yjay/kunnatjakuntayhtymat/kulutuksennormitus/taustatiedot.html>
- [20] Valtioneuvoston asetus sähkötoimitusten selvityksestä ja mittauksesta, [verkkodokumentti, viitattu 9.4.2009]  
[http://www.energia.fi/fi/sahko/sahkokauppa/ediel-sivut/lait\\_ja\\_asetukset/van\\_s%c3%a4hk.toim.selv\\_ar.pdf](http://www.energia.fi/fi/sahko/sahkokauppa/ediel-sivut/lait_ja_asetukset/van_s%c3%a4hk.toim.selv_ar.pdf)
- [21] Energiapalveludirektiivi [verkkodokumentti, viitattu 10.4.2009]  
<http://www.motiva.fi/midcom-serveattachmentguide18b465dd85e1458c5e25406fc6d5aa5/interaction-061107-vaisanen.pdf>

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
  <product name="Mitox reletesti 16032009">
    <industryProfile name="AMR Industry Profile - Household Electricity Meter
version="v1.0" versionDate="2005-12-31" />
    <productProfile name="relayControl" />
    <description>Relay control product</description>
    <definition>
      <relayControl>
        <relay relayId="1">
          <loadControl stateA="true" indForStateA="true" defaultState="A"
powerUpState="B" powerUpStateDelay="30">
            <yearPeriod name="year" start="01-01" end="12-31">
              <weekday name="bank">
                <scheduled defaultState="A">
                  <change time="07:00" state="B" />
                  <change time="21:00" state="A" />
                </scheduled>
              </weekday>
              <weekday name="Mon">
                <scheduled defaultState="A">
                  <change time="00:00" state="A" />
                  <change time="06:00" state="B" />
                </scheduled>
              </weekday>
              <weekday name="Tue">
                <scheduled defaultState="A">
                  <change time="03:00" state="A" />
                  <change time="06:00" state="B" />
                  <change time="07:00" state="A" />
                  <change time="08:00" state="B" />
                  <change time="11:00" state="A" />
                  <change time="12:00" state="B" />
                </scheduled>
              </weekday>
              <weekday name="Wed">
                <scheduled defaultState="A">
                  <change time="00:00" state="A" />
                  <change time="05:00" state="B" />
                </scheduled>
              </weekday>
              <weekday name="Thu">
                <scheduled defaultState="A">
                  <change time="03:00" state="A" />
                  <change time="06:00" state="B" />
                  <change time="21:00" state="A" />
                </scheduled>
              </weekday>
              <weekday name="Fri">
                <scheduled defaultState="A">
                  <change time="00:00" state="B" />
                  <change time="01:00" state="A" />
                  <change time="05:00" state="B" />
                </scheduled>
              </weekday>
              <weekday name="Sat">
                <scheduled defaultState="A">
                  <change time="04:00" state="A" />
                  <change time="09:00" state="B" />
                </scheduled>
              </weekday>
              <weekday name="Sun">
                <scheduled defaultState="A">
                  <change time="04:00" state="A" />
                  <change time="06:00" state="B" />
                </scheduled>
              </weekday>
            </yearPeriod>
          </loadControl>
        </relay>
      </relayControl>
    </definition>
  </product>
</command>
</xml>
```

MARKKINAHINTAPERUSTEISEN OHJAUKSEN JA KÄYTÖSSÄ OLEVAN OHJAUKSEN VERTAILU  
TIEDOT VIIKKOTASOLLA

LIITE 2

vko	erotus	uusi hinta	uusi hinta. kum	vanha hinta	vanha hinta. kum
1	30,90	1475,80	1475,80	1506,70	1506,70
2	9,50	1522,81	2998,61	1532,31	3039,01
3	7,17	1332,71	4331,32	1339,88	4378,89
4	14,28	1373,08	5704,40	1387,36	5766,25
5	7,29	1342,89	7047,29	1350,18	7116,43
6	8,84	1263,86	8311,15	1272,70	8389,13
7	20,75	1462,25	9773,40	1483,00	9872,13
8	24,34	1173,56	10946,96	1197,90	11070,03
9	12,54	953,51	11900,47	966,05	12036,08
10	63,13	1010,19	12910,66	1073,32	13109,40
11	42,13	819,77	13730,43	861,90	13971,30
12	56,59	947,06	14677,49	1003,65	14974,95
13	71,29	1005,88	15683,37	1077,17	16052,12
14	47,30	929,92	16613,29	977,22	17029,34
15	41,61	1078,09	17691,38	1119,70	18149,04
16	71,68	1129,64	18821,02	1201,32	19350,36
17	51,88	996,29	19817,31	1048,17	20398,53
18	54,42	933,03	20750,34	981,10	21379,63
19	80,68	212,31	20962,65	292,99	21672,62
20	46,32	548,53	21511,18	594,85	22267,47
21	15,48	701,75	22212,93	717,23	22984,70
22	41,04	512,27	22725,20	553,31	23538,01
23	47,45	784,13	23509,33	831,58	24369,59
24	12,43	762,09	24271,42	774,52	25144,11
25	44,24	754,34	25025,76	798,58	25942,69
26	29,48	744,49	25770,25	773,97	26716,66
27	28,36	863,35	26633,60	891,71	27608,37
28	36,42	791,39	27424,99	827,81	28436,18
29	24,80	661,45	28086,44	686,25	29122,43
30	19,66	639,38	28725,82	659,04	29781,47
31	34,82	809,17	29534,99	843,99	30625,46
32	21,81	844,28	30379,27	866,09	31491,55
33	48,26	998,78	31378,05	1047,04	32538,59
34	31,18	1179,67	32557,72	1210,85	33749,44
35	42,21	1194,80	33752,52	1237,01	34986,45
36	25,37	1337,95	35090,47	1363,32	36349,77
37	34,82	1478,80	36569,27	1513,62	37863,39
38	21,55	1749,30	38318,57	1770,85	39634,24
39	30,78	1321,68	39640,25	1352,46	40986,70
40	27,46	1409,18	41049,43	1436,64	42423,34
41	26,59	1351,32	42400,75	1383,25	43806,59
42	22,79	1310,68	43711,43	1333,47	45140,06
43	28,42	1071,92	44783,35	1100,34	46240,40
44	21,21	1394,32	46177,67	1415,53	47655,93
45	42,30	1356,28	47533,95	1398,58	49054,51
46	21,84	1264,63	48798,58	1286,47	50340,98
47	14,27	1539,68	50338,26	1553,95	51894,93
48	15,64	1364,56	51702,82	1380,20	53275,13
49	14,56	1348,94	53051,76	1363,50	54638,63
50	18,94	1450,31	54502,07	1469,25	56107,88
51	2,56	1352,43	55854,50	1354,99	57462,87
52	15,25	1073,11	56927,61	1088,36	58551,23
<b>yht.</b>	<b>1624,63</b>	<b>56927,61</b>		<b>58551,23</b>	

## HYÖTY/KUSTANNUSVERTAILU -TAULUKKO PÄIVÄTASOLLA

1(2)

LIITE 3

Aikaleima	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Tammikuu</b>	<b>17,36</b>	<b>0,00</b>	<b>0,79</b>	<b>0,88</b>	<b>5,28</b>	<b>6,59</b>	<b>0,39</b>	<b>1,16</b>	<b>0,64</b>	<b>3,00</b>	<b>1,96</b>	<b>0,87</b>	<b>1,48</b>	<b>0,75</b>	<b>0,18</b>
ohj.tuntien määrä	5	5	5	6	6	6	6	5	5	5	5	4	5	5	5
uusi hinta	210,37	226,86	224,30	271,40	270,70	272,17	270,55	217,09	216,39	216,63	213,02	172,60	216,53	214,42	209,13
ohj.tuntien määrä	5	5	5	6	6	6	6	5	5	5	5	4	5	5	5
vanha hinta	227,73	226,86	225,09	272,28	275,980	278,760	270,940	218,25	217,03	219,63	214,98	173,47	218,01	215,17	209,31
<b>helmikuu</b>	<b>0,31</b>	<b>0,73</b>	<b>3,24</b>	<b>1,76</b>	<b>1,45</b>	<b>0,66</b>	<b>1,16</b>	<b>1,82</b>	<b>0,00</b>	<b>1,99</b>	<b>0,92</b>	<b>1,00</b>	<b>0,80</b>	<b>3,00</b>	<b>2,00</b>
ohj.tuntien määrä	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	6
uusi hinta	180,66	181,06	189,42	189,07	193,26	181,24	180,44	189,75	186,13	143,97	191,93	192,92	193,74	200,60	248,15
ohj.tuntien määrä	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	6
vanha hinta	180,97	181,79	192,66	190,83	194,710	181,900	181,600	191,570	186,130	145,960	192,85	193,92	194,54	203,60	250,15
<b>maaliskuu</b>	<b>0,07</b>	<b>1,25</b>	<b>5,08</b>	<b>8,66</b>	<b>9,64</b>	<b>13,01</b>	<b>12,49</b>	<b>9,45</b>	<b>4,80</b>	<b>4,29</b>	<b>5,63</b>	<b>1,80</b>	<b>3,85</b>	<b>12,72</b>	<b>7,26</b>
ohj.tuntien määrä	5	5	5	6	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5
uusi hinta	138,63	128,05	134,94	180,93	153,23	136,97	151,52	133,86	118,74	100,20	106,35	126,06	117,22	131,20	125,61
ohj.tuntien määrä	5	5	5	6	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5
vanha hinta	138,70	129,30	140,02	189,59	162,870	149,990	164,010	143,31	123,54	104,49	111,98	127,86	121,07	143,92	132,87
<b>huhtikuu</b>	<b>6,51</b>	<b>5,44</b>	<b>6,13</b>	<b>8,87</b>	<b>3,93</b>	<b>9,28</b>	<b>1,02</b>	<b>0,77</b>	<b>4,68</b>	<b>4,34</b>	<b>7,08</b>	<b>3,87</b>	<b>19,85</b>	<b>7,73</b>	<b>3,49</b>
ohj.tuntien määrä	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
uusi hinta	126,64	130,04	137,89	142,48	170,59	121,23	140,45	147,85	152,54	161,36	164,72	166,20	144,97	146,93	172,28
ohj.tuntien määrä	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
vanha hinta	133,15	135,48	144,02	151,35	174,520	130,51	141,47	148,62	157,22	165,70	171,80	170,07	164,82	154,66	175,77
<b>toukokuu</b>	<b>1,39</b>	<b>18,94</b>	<b>2,77</b>	<b>12,69</b>	<b>3,88</b>	<b>25,62</b>	<b>11,86</b>	<b>13,24</b>	<b>18,75</b>	<b>6,61</b>	<b>0,72</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>4,49</b>
ohj.tuntien määrä	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4
uusi hinta	6,02	33,33	30,42	2,96	25,90	56,25	40,98	29,94	36,44	16,05	6,75	20,49	43,17	94,27	51,39
ohj.tuntien määrä	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	6,7
vanha hinta	7,41	52,27	33,19	15,65	29,780	81,870	52,840	43,18	55,19	22,66	7,47	20,56	43,17	94,27	55,88
<b>kesäkuu</b>	<b>6,02</b>	<b>8,88</b>	<b>9,38</b>	<b>9,29</b>	<b>7,32</b>	<b>3,53</b>	<b>0,59</b>	<b>8,46</b>	<b>0,00</b>	<b>3,48</b>	<b>1,41</b>	<b>0,97</b>	<b>4,22</b>	<b>0,00</b>	<b>2,35</b>
ohj.tuntien määrä	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
uusi hinta	32,33	86,69	130,02	109,52	113,27	104,33	151,08	89,22	129,30	132,87	92,16	121,07	131,74	85,22	69,73
ohj.tuntien määrä	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
vanha hinta	38,35	95,57	139,40	118,81	120,59	107,86	151,67	97,68	129,30	136,35	93,57	122,04	135,96	85,22	72,08
<b>heinäkuu</b>	<b>2,96</b>	<b>1,07</b>	<b>6,05</b>	<b>2,81</b>	<b>8,27</b>	<b>7,20</b>	<b>8,44</b>	<b>1,87</b>	<b>0,00</b>	<b>3,27</b>	<b>0,00</b>	<b>3,87</b>	<b>18,97</b>	<b>1,63</b>	<b>0,00</b>
ohj.tuntien määrä	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
uusi hinta	151,67	163,59	114,19	117,73	108,99	72,92	103,01	125,02	110,52	134,67	136,96	106,45	74,76	97,88	111,86
ohj.tuntien määrä	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
vanha hinta	154,63	164,66	120,24	120,54	117,26	80,12	111,45	126,89	110,52	137,94	136,96	110,32	93,73	99,51	111,86
<b>elokuu</b>	<b>7,48</b>	<b>0,00</b>	<b>14,05</b>	<b>3,01</b>	<b>3,88</b>	<b>2,10</b>	<b>3,46</b>	<b>0,00</b>	<b>5,35</b>	<b>4,01</b>	<b>1,53</b>	<b>1,95</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,75</b>
ohj.tuntien määrä	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
uusi hinta	134,38	92,03	60,15	115,07	64,59	115,01	133,13	145,38	137,80	133,30	158,97	170,37	188,23	170,99	167,75
ohj.tuntien määrä	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
vanha hinta	141,86	92,03	74,20	118,08	68,47	117,11	136,59	145,38	143,15	137,31	160,50	172,32	188,23	170,99	168,50
<b>syyskuu</b>	<b>0,63</b>	<b>4,39</b>	<b>8,76</b>	<b>3,85</b>	<b>6,01</b>	<b>0,00</b>	<b>1,73</b>	<b>14,63</b>	<b>3,39</b>	<b>6,36</b>	<b>4,79</b>	<b>1,72</b>	<b>1,67</b>	<b>2,26</b>	<b>5,13</b>
ohj.tuntien määrä	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
uusi hinta	262,63	186,71	186,12	187,81	180,32	177,32	157,04	160,45	182,47	180,62	248,20	237,95	233,57	235,54	245,61
ohj.tuntien määrä	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
vanha hinta	263,26	191,10	194,88	191,66	186,33	177,32	158,77	175,08	185,86	186,98	252,99	239,67	235,24	237,80	250,74
<b>lokakuu</b>	<b>4,51</b>	<b>2,90</b>	<b>4,23</b>	<b>3,59</b>	<b>6,22</b>	<b>4,82</b>	<b>8,14</b>	<b>3,82</b>	<b>2,86</b>	<b>6,70</b>	<b>0,25</b>	<b>0,00</b>	<b>3,25</b>	<b>4,04</b>	<b>4,25</b>
ohj.tuntien määrä	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4
uusi hinta	181,69	183,02	190,69	185,56	169,76	181,72	185,57	243,65	239,91	177,10	166,37	152,18	160,58	157,81	208,64
ohj.tuntien määrä	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4
vanha hinta	186,20	185,92	194,92	189,15	175,98	186,54	193,71	247,47	242,77	183,80	166,62	152,18	163,83	161,85	212,89
<b>marraskuu</b>	<b>0,19</b>	<b>0,33</b>	<b>2,71</b>	<b>2,45</b>	<b>1,23</b>	<b>1,64</b>	<b>4,50</b>	<b>28,45</b>	<b>1,32</b>	<b>4,15</b>	<b>5,38</b>	<b>3,44</b>	<b>5,00</b>	<b>3,45</b>	<b>0,00</b>
ohj.tuntien määrä	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
uusi hinta	192,68	238,19	190,13	193,33	192,72	240,72	193,12	164,77	181,49	174,60	171,62	186,96	190,53	188,96	173,34
ohj.tuntien määrä	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
vanha hinta	192,87	238,52	192,84	195,78	193,950	242,360	197,620	193,22	182,81	178,75	177,00	190,40	195,53	192,41	173,34
<b>joulukuu</b>	<b>5,79</b>	<b>1,20</b>	<b>1,55</b>	<b>0,18</b>	<b>2,23</b>	<b>1,54</b>	<b>2,07</b>	<b>2,67</b>	<b>6,82</b>	<b>2,40</b>	<b>2,19</b>	<b>3,67</b>	<b>0,70</b>	<b>0,49</b>	<b>1,28</b>
ohj.tuntien määrä	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
uusi hinta	179,91	169,65	168,96	214,80	208,93	204,72	201,97	203,08	218,00	222,43	218,93	217,36	172,00	198,51	202,91
ohj.tuntien määrä	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
vanha hinta	185,70	170,85	170,51	214,98	211,16	206,26	204,04	205,75	224,82	224,83	221,12	221,03	172,70	199,00	204,19

