

# **Energiamittareiden etäluenta**

Lasse Rosenholm

Opinnäytetyö

Elektroteknik

2013

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Informations- och medieteknik
Tunnistenumero:	4287
Tekijä:	Lasse Rosenholm
Työn nimi:	Energiamittareiden etäluenta
Työn ohjaaja:	DI Kim Rancken
Tarkastaja:	DI Johnny Biström
Toimeksiantaja:	Helsingin Kaupungin Liikennelaitos
Asiantuntijaohjaaja:	INS Pekka Korpela
<p>Tiivistelmä</p> <p>Helsingin kaupungin liikennelaitoksella on kahta mallia kWh-sähkämittareita. Yhdestä vastaa Helsingin Energia, joka lukee mittarit etäluennalla ja laskuttaa Helsingin kaupungin liikennelaitosta. Liikennelaitoksella on näiden mittareiden lisäksi omia mittareita, joista kulutukset laskutetaan eri yksiköiltä ja vuokralaisilta. Näistä mittareista laitospäälliköt käyvät kerran kuukaudessa ottamassa lukemat ylös ja toimittavat ne toimistoon, jossa ne lisätään Excel-taulukon. Taulukko lähetetään edelleen Helsingin Energialle, joka vuorostaan lisää omien mittareidensa lukemat ja sähkön hinnan ja toimittaa laskelman takaisin liikennelaitokselle. Tämän jälkeen liikennelaitos laskuttaa käyttöpaikkojen käyttäjiä.</p> <p>Tähän prosessiin kuluu huomattava määrä resursseja. Siksi projektin tarkoituksena oli vähentää mittauksiin ja kirjauksiin käytettyjä työtunteja, niin että voimavaroja vapautuisi muihin työtehtäviin.</p> <p>Projekti päätettiin tehdä kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa vaihdettaisiin metroyksikön mittarit ja sen jälkeen seurattaisiin, väheneekö prosessiin kuluva aika. Loput mittarit vaihdettaisiin ensivaiheessa tehtyjen havaintojen perusteella.</p> <p>Työssä tutkittiin, millä muutoksilla saadaan tehostettua prosesseja ja sitä, miten saadaan tarkempaa tietoa energian kulutuksesta. Projektin tuloksena oli mittareiden liittäminen liikennelaitoksen kiinteistövalvontajärjestelmään, jonka kautta pystytään valvomaan energian kulutusta ja etäluennalla lukemat, jolloin resursseja vapautuu muihin työtehtäviin.</p>	
Avainsanat:	sähkämittari, etäluenta, laskutus
Sivumäärä:	37
Kieli:	Suomi
Hyväksymispäivämäärä:	

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Informations- och medieteknik
Identifikationsnummer:	4287
Författare:	Lasse Rosenholm
Arbetets namn:	Energimittareiden etäluenta
Handledare:	DI Kim Rancken
Kontrollerare:	DI Johnny Biström
Uppdragsgivare:	Helsingfors stads trafikverk
Expert handledare:	INS Pekka Korpela
<p>Sammandrag:</p> <p>Helsingfors stads trafikverk har två typer av kWh-energimätare. Den ena ansvarar Helsingfors Energi för, som läser med fjärravläsning sina mätare och fakturerar Helsingfors stads trafikverk. Trafikverket har efter dessa mätare egna, vars förbrukning faktureras av de olika avdelningarna och av hyresgästerna. Mätaren läses av en gång i månaden manuellt av servicepersonalen och levererar dem till kontoret som för in dem i en Excel-tabell. Tabellen skickas till Helsingfors Energi som tillägger deras energiförbrukningar och energipriset och levererar tabellen efter det tillbaka till trafikverket som sedan fakturerar olika användningsställens användare.</p> <p>Processen kräver mycket resurser och projektets mål var att minska arbetstimarna som används till mätningarna och till faktureringen så att resurser kunde användas till andra arbetsuppgifter.</p> <p>Projektet bestämdes att göras i två delar. I första delen skulle man byta mätarna som hör till metroavdelningen och efter det skulle man följa upp hur bytet minskar arbetet. Resten av mätarna skulle bytas efter att man fått resultat av första delen.</p> <p>I arbetet utforskades med vilka ändringar man får intensifierat processen, och hur man får noggrannare information av energiförbrukningen. Projektets mål var att mätarna kopplades till trafikverkets fastighetsautomationssystem, var man kan fjärrläsa mätarna och övervaka dem.</p>	
Nyckelord	energimätare, fjärrläsning, fakturering
Sidantal:	37
Språk:	Finska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree program	Informations- och medieteknik
Identification number:	4287
Author:	Lasse Rosenholm
Title:	Energiamittareiden etäluenta
Supervisor:	M.Sc. Kim Rancken
Examinor:	M.Sc. Johnny Biström
Commissioned by:	Helsingin Kaupungin Liikennelaitos
	B.Sc. Pekka Korpela
Abstract:	
<p>Helsinki City Transport Department has two types of kWh electricity meters. The first one is managed and remotely read by Helsinki Energy and then invoiced by them of Helsinki City Transport Department. Helsinki City Transport has meters of it's own which are used for invoicing different departments and tenants. These meters are manually read monthly by service personal and the measurements are sent to the Helsinki City Transport headquarter where they are stored in an excel-file. The excel-file is then sent to Helsinki Energy where their energy consumption and energy fares are added to the file. The file will be returned to the Helsinki Transport Department to be invoiced to different users.</p> <p>This process requires a lot of resources. The goal of this project was to diminish the time spent to read the meters as well as billing so that these resources could be used more efficiently.</p> <p>This project was planned to be done in two phases. In the first phase the gauges, which are operated by the subway-department, would be exchanged to determine their influence on the workload. The rest of the gauges would be exchanged according to the results of phase one.</p> <p>The purpose of this project was to determine how to improve the processes concerned and gain more information about the energy consumption. The goal of this project was that all meters concerned would be connected to the real-estate automation system of Helsinki City Transport department, which would make remote reading and supervising of the meters possible.</p>	
Keywords:	Electricity meters, remote reading, invoicing
Number of pages:	37
Language:	Finnish
Date of acceptance:	

## **Alkusanat**

Mahdollisuuden tämän opinnäytetyön tekemiseen antoi minulle työnantajani Helsingin kaupungin liikennelaitos, jolta metroyksikkö oli pyytänyt tarkempaa tietoa energiankulutuksesta.

Tavoitteeni on, että opinnäytteeni avulla voidaan sekä parantaa tietojen saantia että vähentää mittareiden seurannasta koituvaa työmäärää.

Haluan kiittää Helsingin kaupungin liikennelaitosta sekä sähköjärjestelmäpäällikkö Pekka Korpelaa mahdollisuudesta toteuttaa tämä päättötyö.

Helsinki xx.xx.2013

---

Lasse Rosenholm

# SISÄLLYSLUETTELO

Tiivistelmä

Sammandrag

Abstract

Alkusanat

Sisällysluettelo .....	6
Lyhenteet .....	7
<b>1 Tausta .....</b>	<b>8</b>
<b>2 Nykytila.....</b>	<b>9</b>
<b>3 Tavoite .....</b>	<b>12</b>
<b>4 Mittareiden toimintatapa.....</b>	<b>13</b>
4.1 Kolmivaihetehon yleiset mittaustavat .....	15
4.2 Kaksivaihe-mittaus .....	16
4.3 Virtamuuntaja.....	18
4.4 Jännitemuuntaja.....	19
4.5 Pienjännitemittari .....	20
4.6 Keski-jännitemittari virta- ja jännitemuuntajilla .....	21
<b>5 Mittareiden vaihto .....</b>	<b>22</b>
5.1 Vaihdeettävien mittareiden kartoitus .....	22
5.2 Mittareiden vaihto vaiheittain .....	23
<b>6 Mittareiden liittäminen nykyisiin järjestelmiin.....</b>	<b>24</b>
6.1 Valvontakeskuksen toimintaperiaate.....	25
6.2 Kytkenä ja tiedonkeruu .....	26
6.3 Kustannukset .....	27
<b>7 Projektin onnistuminen.....</b>	<b>28</b>
7.1 Tavoite ja lopputulos .....	29
<b>8 Loppusanat.....</b>	<b>30</b>
<b>Lähteet .....</b>	<b>31</b>
<b>Liitteet.....</b>	<b>32</b>

## LYHENTEET

kWh	Kilowattitunti. Käytetään energian kulutuksen mittaamiseen.
Pätöteho	Vaihtovirtapiirissä Pätöteho (P) on piirissä todellisuudessa kulutettu teho.
Teknonet	Liikelaitoksen sisäinen kuitutietoverkko johon on kytketty kiinteistönvalvonta, kulunvalvonta, sähkönsyötönvalvonta, Internet-kellonaika, palohälytykset ja tallenninjärjestelmä.
YIT	YIT on eurooppalainen kiinteistö- ja rakennusalan sekä teollisuusalan palveluyritys jonka palveluihin kuuluvat kaikki rakentamiseen ja kiinteistötekniikkaan kuuluvat osa-alueet.
DSP	Digitaalinen signaaliprosessori, laite jolle on koodattu ohjelma jota se suorittaa. Esimerkkinä laskuri joka laskee tietyn määrän kulutettua sähköä ja sen jälkeen lähettää pulssin ulos jolloin laskuri siirtyy askeleen eteenpäin.
Infrapalvelut	Liikennelaitoksen yksikkö joka vastaa HKL:n infrasta (radat, kiinteistöt ja syöttöasemat) ja niiden kunnossapidosta.

# 1 TAUSTA

Helsingin kaupungin Liikennelaitos operoi Helsingissä toimivaa julkista liikennettä. Liikennelaitoksen toimintaan kuuluu metro- ja raitiovaunuliikenteen tarjonta. Liikennelaitoksen operoima rataosuus on niin laaja, että suurin osa järjestelmien valvonnasta ja käytöstä tapahtuu etäkäyttönä. Tällä varmistetaan mahdollisimman suuri toimintavarmuus ja helpotetaan mahdollisten vikojen paikallistaminen. Sähköenergiaa kuluu metroverkostossa moneen käyttötarkoitukseen. Osa energiasta kuluu esim. metrojärjestelmän kiinteistöissä, osa käytetään raideliikenteen ohjaukseen, osa metrojunien ajamiseen ja osa raiteiden vaihteiden lämmitykseen talvella. Eri kulutuspisteiden sähköenergiaa mitataan erillisillä mittareilla, kun taas Helsingin Energia, joka toimittaa sähkön liikennelaitokselle, mittaa koko laitoksen kulutuksen joka sitten liikennelaitoksen sisällä jaetaan paikallisten mittareiden kesken jotta energiankustannukset voidaan jakaa oikein eri laitoksen osastojen ja vuokralaisten välillä. Nämä mittaukset tehdään manuaalisesti, jolloin aikaa ja henkilöresursseja kuluu merkittävästi.

Tässä työssä keskitytään 17 metroaseman, metrovarikon ja metrolinjaston (liite 1) energiamittareiden vaihtoprosessiin, jonka avulla halutaan mahdollistaa tiedonkeruu mittareista etälukuna ja tarkemman tiedon saaminen eri käyttöpaikkojen energiankulutuksesta.

Energiamittareiden lisäksi samanlainen järjestelmä on vesimittareissa. Helsingin Vesi mittaa koko liikennelaitoksen vedenkulutusta useista kulutuspisteistä joissa vettä käytetään. Helsingin Vesi etälukee kokonaiskulutuksen, mutta tämän jälkeen liikennelaitoksen eri kulutuspisteiden mittaus tehdään manuaalisesti. Tällä muutoksella halutaan tarkentaa kulutuksen seuranta ja säästää henkilöresursseja siirtämällä kaikki mittaukset etäluennan piiriin.



## 2 NYKYTILA

Helsingin kaupungin liikennelaitoksella on käytössä useita eri mittausjärjestelmiä. Tässä työssä keskitytään sähkömittausjärjestelmien parantamiseen. Tällä hetkellä liikennelaitoksen laitosmiehet käyvät kerran kuukaudessa kiertämässä kaikki varikot, metroasemat ja muut kiinteistöt jotka ovat liikelaitoksen omistuksessa. Laitosmiehillä on 149 sähkömittaria ja 54 vesimittaria luettavanaan kerran kuukaudessa (Liite 2).

Lukemat toimitetaan toimihenkilölle joka kirjaa lukemat Excel-taulukkoon. Taulukko lähetetään edelleen sähköpostilla Helsingin Energialle, joka lisää taulukkoon omien mittauksensa perusteella viimeksi kuluneen kuukauden kulutukset, sähkön hinnan sekä lähettää taulukon sitten takaisin liikennelaitokselle (kuva 1).

Siilimetro, D30				
2011656	€	Käyttö kWh	Raide c/kWh	%
Siirto - Vero €	10 811,78	675 384	1,703	24,19
Vero €	1 449,18	Siirto €		3,24
Energia €	32 438,50	12 260,96		72,57
Yhteensä	44 699,46			100,00

Kuva 1. Helsingin Energian täyttämä kohta Excel-tilillä josta nähdään kulutettu sähkön määrä ja hintajakauma.

Helsingin Energian mittareiden perässä on useampia laitoksen omia päätötehoja seuraavia kWh-mittareita. Kun taulukko palautuu liikennelaitokselle, nähdään kuinka iso prosentti koko energiamäärästä on kulunut kunkin mittarin piirissä. Esimerkkinä nähdään Siilitien sähkönsyöttöaseman, Siilitien ja Herttoniemen metroasemien sähkönkulutus ja sen kustannusrakenne (kuva 2). Sen perusteella pystytään tekemään lasku kullekin käyttöpaikalle. Ongelmana tässä prosessissa on kuitenkin se, että työtunteja kuluu paljon eikä sähkön kulutusajankohtaa pysty seuraamaan, mikä oli myös toivomuksena kun haluttiin siirtyä etäluentaan. Tällöin nimittäin voidaan kulutusta seurata tuntikohtaisesti jolloin nähdään koska kulutus on suurimmillaan ja voidaan miettiä miten sitä voisi pienentää.

Siilitien metroasema Herttoniemen metroasema

Siilitien sähkönsyöttöaseman  
Helsingin Energian mittari  
Ratasähkö Sähkön syöttö  
sähkölaitteiden  
aseman

kiinteistö sähkö

Siilitien aseman  
kiinteistö sähkö

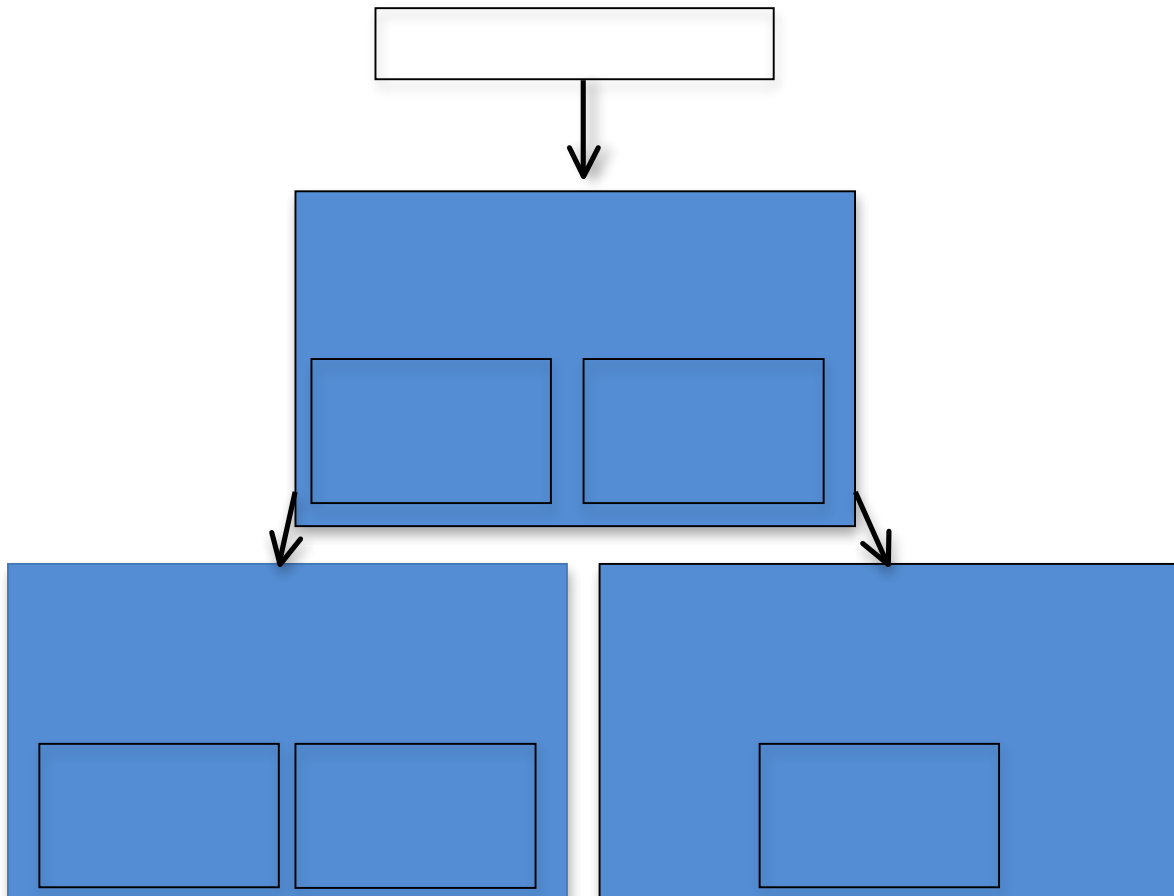
Vaihdelämmitys

Herttoniemen  
aseman  
kiinteistö sähkö

Käyttöpaikka	Mittari No.	Raide kWh	Raide c/kWh	Kulutus kWh	Yhteensä E	Suht. jako
Siilimetro, D30	2011656	590 288,00	1,135	675 384,00	44 699,46	102,58
Mittari	Mittari No.	Alku lukema		Kulutus kWh	Yhteensä euro	
-ratasähkö	370303/1	33 528,00	599 106,00	565 578,00	26 857,62	83,74
-ST kiint.sähkö	5900471	612 148,00	612 148,00	0,00	0,00	0,00
-STS kiint.sähkö	121848/x40	24 249,70	25 036,30	31 464,00	5 114,45	4,66
-ST vaihdelämpö	14459571/x20	35 620,40	36 855,90	24 710,00	1 173,40	3,66
-HN kiint.sähkö	3600875	285 023,00	292 131,00	71 080,00	11 553,99	10,52

Kuva 2. Liikennelaitoksen mittarilukemat ja hinnat suhteellisella jaolla kokonaiskulutuksesta.

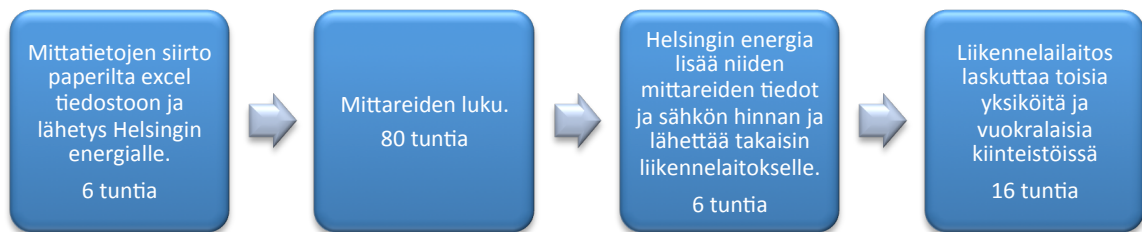
Kuvassa 3 esitetään miten sähkönkulutus on jakautunut Helsingin Energian mittarin perässä. Tämän energialaitoksen mittarin jälkeen liikennelaitoksella on mittari radalle menevän sähkön mittaamiseen, Siilitien aseman, Siilitien sähkönsyöttöaseman ja Herttoniemen aseman sähkönkulutuksien mittaamiseen sekä Siilitien aseman vaihdelämmityksien mittaamiseen. Syynä tähän on, että metroyksikölle kuuluvat radalla kuluva sähkö ja vaihdelämmityksiin menevä sähkö, mutta lopusta kulutuksesta vastaa infrapalvelut, jolle kuuluvat asemakiinteistöt.



Kuva 3. Siilitien sähkönsyöttöaseman mittausjärjestelmä.

Kuvasta 3 nähdään myös että Siilitien sähkönsyöttöaseman kautta syötetään myös Herttoniemen aseman kiinteistösähköä, joten Helsingin Energian päämittarin jälkeen on eroteltava näiden kahden kulutuspisteiden energiankulutus sekä eroteltava kiinteistösähkö aseman vaihdelämmityksestä.

Kuva 4 selventää miten paljon työtunteja arviolta kuluu kun mittariluenta tapahtuu manuaalisesti ja käsitellään eri toimistoportaissa. Kaaviosta ilmenee että manuaalinen mittariluku on ylivoimaisesti eniten aikaa vievä momentti. Lisäksi tiedon siirtäminen edestakaisin eri tahojen välillä on turhauttavaa ja vanhanaikaista.



Kuva 4. Nykyisen mittaustavan mukaan laskettu työaika eri työvaiheille.

### 3 TAVOITE

Projekti sai alkunsa siitä, että liikennelaitoksen toimihenkilöt ja metroyksikkö eivät olleet tyytyväisiä nykyratkaisuun. Toimihenkilöt halusivat saada tietojenkeruun helpommaksi, ja metroyksikkö haluaa saada tarkempaa tietoa siitä, missä ja mihin aikaan energiaa kuluu, koska joissakin paikoissa on energian kulutus noussut huomattavasti. Tavoitteena oli poistaa laitosmiesten työ kokonaan ja helpottaa toimihenkilöiden työtä mahdollisimman paljon, jolloin vapautuvat voimavarat voitaisiin keskittää toisiin työtehtäviin. Metroyksikköä varten kerätään tiedot järjestelmään, josta mittareiden ilmoittamaa kulutusta voidaan seurata etälukuna ja sitä kautta saada nopeasti informaatiota energiankulutuksesta.

Koska mittareita on paljon ja ne jakautuvat moneen käyttöpaikkaan päätettiin että mittareiden muuttaminen etäluettavaksi suoritettaisiin aluksi vaan osassa sähköverkkoa. Kun muutoksen jälkeen todettaisiin minkälaisia säästöjä on syntynyt, jatkettaisiin muutostöitä muualle sitä mukaa kuin resurssit sallisivat.

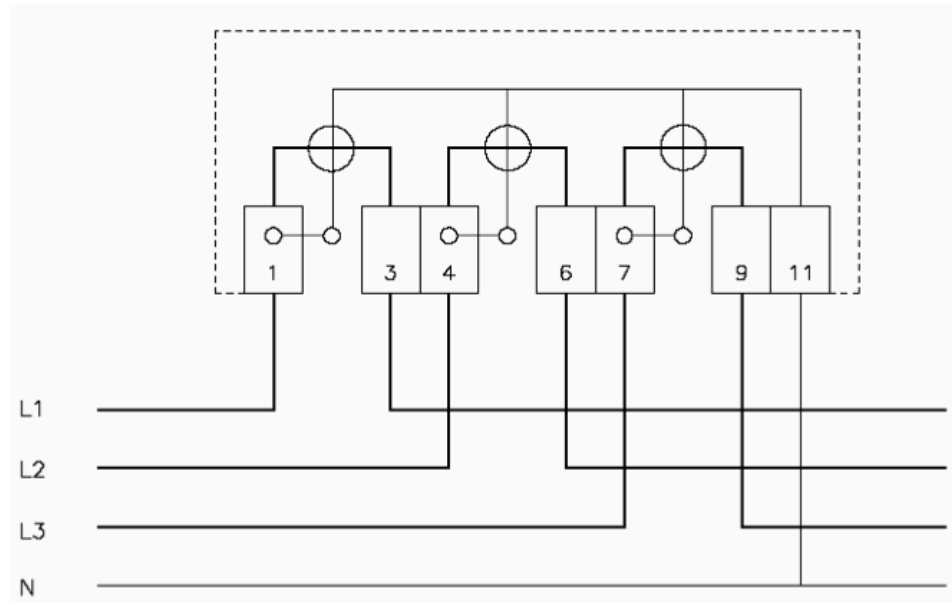
Ensimmäinen muutosvaihe päätettiin suorittaa metroyksikön mittareille koska metroyksiköllä oli suuri tarve saada energiankulutuksesta tarkempaa tietoa. Tällöin yksikössä voitaisiin tulkita minkälaisia energiansäästömahdollisuuksia voitaisiin toteuttaa kun kulutusjakaumasta saataisiin tuntikohtaista tietoa.

## 4 MITTAREIDEN TOIMINTATAPA

Sähkömittari mittaa kulutettua energiamäärää kilowattitunteina. kWh-mittari on yleensä kolmivaiheinen niin että se mittaa kaikkien kolmen vaiheen yhteenlaskettua kulutusta. Vanhemmissa mittareissa on kiekko joka pyörii sitä nopeammin mitä enemmän sähköä kulutetaan, ja laskuri laskee kuinka monta kierrosta kiekko on pyörinyt tietyssä ajassa. Uudemmissa mittareissa mittaus tapahtuu elektronisesti DSP-piirin avulla, jonka antamien pulssien mukaan askelmoottori pyörittää laskuria. Lopputulos on sama kuin vanhoilla mittareilla mitattuna, mutta mittaus on tarkempi. /1/

Uusissa älymittareissa näitä mekaanisia komponentteja ei ole, vaan mittaus tapahtuu täysin digitaalisesti, jolloin mittareissa ei ole yhtään mekaanisesti liikkuvaa komponenttia. Yleisimmin käytetty mittaustapa on 3-vaihemittaus, jota kutsutaan kolmoiswattimittaukseksi jossa jokaisen vaiheen energiankulutus mitataan erikseen ja summataan sen jälkeen yhteen kulutetun kokonaisenergian lukeman saamiseksi (kuva 5).

Mittari on kytketty niin että jokaisen vaiheen virta kulkee oman piirinsä kautta, mutta jokaisen vaiheen jännite mitataan yhteistä nollapistettä vastaan. Mittari kertoo virran ja jännitteen siten että jokaisesta vaiheesta saadaan pätöteho ja nämä kolme tehoa summataan yhteen siten että mittari näyttää kokonaisenergiankulutuksen kWh:na.



Kuva 5. Kolmivaihemittarin kytkentäkaavio pätötehon mittaamisessa.

Mittareille on muunnettava virta ja jännite mittauspiirille sopivaksi. Mittapiirin virrankesto on yleisesti 5A ja jännite voi maksimissaan olla 230 V.

Pienjännitemittareissa muunnetaan pelkästään virta, keskijännitemittareissa molemmat yllä olevista. Kulutetun sähkön lukema on kilowattitunti joka saadaan kertomalla jännite kulutetun virran kanssa. Esimerkiksi  $230 \text{ V} * 10 \text{ A} = 2300 \text{ W}$  ja se kertaa tunnin käyttö  $2300 \text{ W} * 1 \text{ h} = 2,3 \text{ kWh}$ . Tämä pitää kuitenkin paikkaansa vain silloin kun kuorma on täysin resistiivistä. Jos sähkömittarin jälkeen on esimerkiksi moottori missä on induktiivinen puola muuttuu tehokerroin ja samalla laskutapa jotta saadaan oikea kulutettu wattimäärä.

Laskukaava on seuraava:  $P=U*I*\cos \phi$  eli  $P(\text{watti})= 230 \text{ V}*10 \text{ A}*\cos 90^\circ =2300\text{W}$ . Jos kuorma muuttuu induktiiviseksi kasvaa cosinuksen kulma jolloin mittarin mittaama wattimäärä myös pienentyy. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä että saataisiin enemmän hyötyä pienemmällä kulutuksella, päinvastoin. Induktiivinen kuorma kuormittaa sähköverkkoa enemmän kuin resistiivinen, koska todellisuudessa virta kasvaa mutta mittari rekisteröi vain sen osan virrasta joka on samassa vaiheessa jännitteen kanssa.

## 4.1 Kolmivaihetehon yleiset mittaustavat

Kolmivaiheteho mitataan yleensä erikseen jokaisesta vaiheesta virran ja jännitteen avulla (kuva 6).

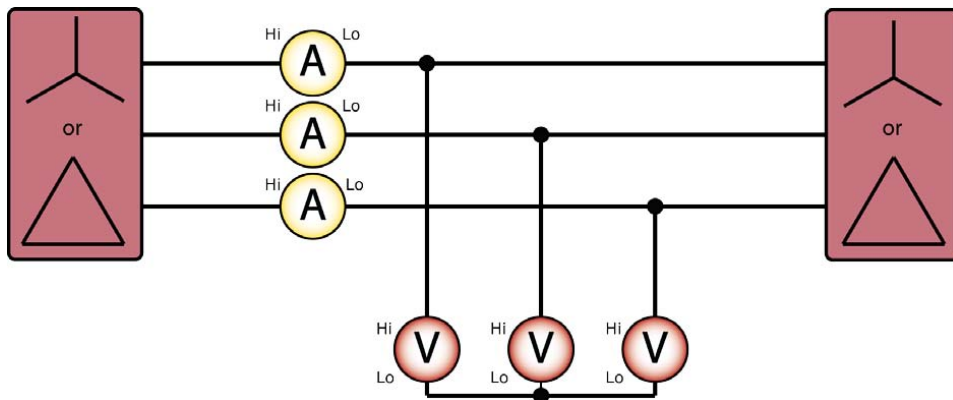
Normaali kolmivaihemittaus viiden ampeerin kuormalla voidaan esittää seuraavasti:

Summataan kaikki vaiheet:  $(V1 \cdot I1 \cdot \cos\phi) + (V2 \cdot I2 \cdot \cos\phi) + (V3 \cdot I3 \cdot \cos\phi)$

$[239.6 \cdot 5 \cdot \cos(60^\circ)] + [239.6 \cdot 5 \cdot \cos(60^\circ)] + [239.6 \cdot 5 \cdot \cos(60^\circ)]$

$[1198 \cdot 0.5] + [1198 \cdot 0.5] + [1198 \cdot 0.5] = 1797 \text{ Wattia. } /5/$

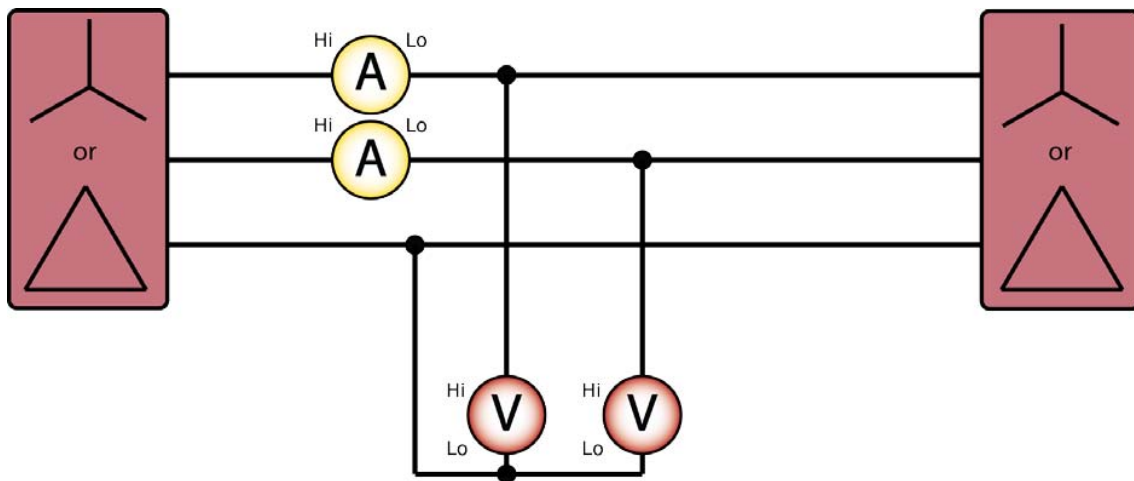
Tämä pätee kuitenkin vain jos kuorma on symmetrinen. Jos kuorma on epäsymmetrinen, jokainen virta- ja jännitemittaus tulos voi olla erilainen, mutta kun kaikki lasketaan yhteen saadaan kokonaisvirran kulutus jonka yksikkö on kWh.



Kuva 6. Kolmivaihetehon mittaus jokaisesta vaiheesta.

## 4.2 Kaksivaihe-mittaus

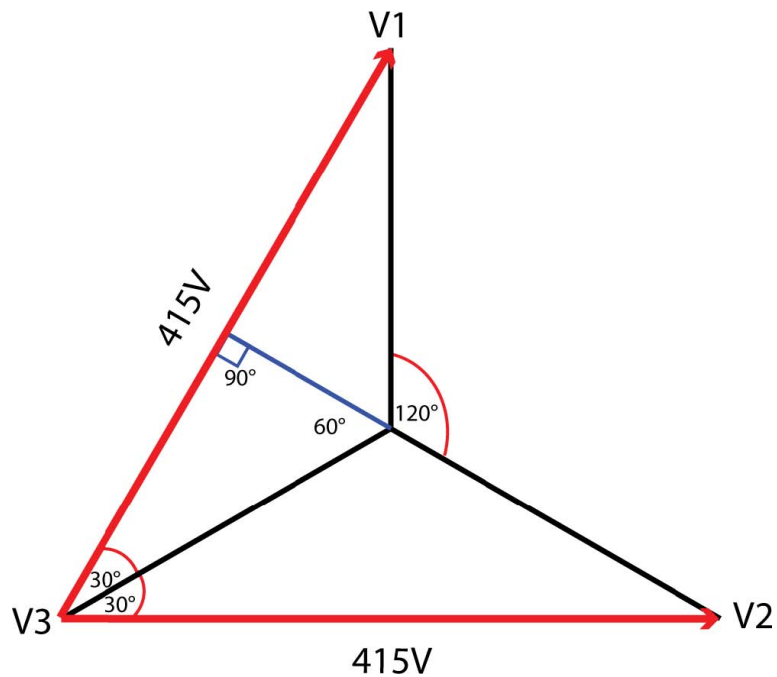
Mittaus tapahtuu hieman eri tavalla kuin normaalissa kolmivaihemittauksessa. Tässä käytetään vain kahta virta- ja jännitemittausta, ja jännitemittaus tapahtuu kolmatta vaihetta vastaan. Tällöin on kuitenkin huomioitava että jännitemittaus muuttuu pääjännitemittaukseksi, jossa jännitteen vaihekulma muuttuu  $30^\circ$  verrattuna vaihejännitteeseen, joka tulee huomioida mittauksessa. Kaksivaiheinen mittaus ei erottele vaiheita keskenään, vaan perustuu olettamukseen että kaikkien vaiheiden yhteenlaskettu summavirta on nolla. Täten ei tällä mittausmenetelmällä voida erottaa vaihekuormituksia, vaan sillä pystytään ainoastaan mittaamaan kokonaisteho. Tosin energiankulutuksen kannalta tämä on ainoa oleellinen tieto, jos ei mikään syöttövaihe ylikuormitu.



Kuva 7. Kaksivaihe-mittaus jossa kaksi jännite- ja virtamittaria.



Kahden vaiheen välinen jännite on 415V joka tulee kun kaksi vaihetta kytetään rinnan jolloin vaihejännite on 240V kasvaa  $240V * \sqrt{3} = 415V$  (kuva 8).



Kuva 8. Kahden vaiheen välinen jännite.

Mittaus tapahtuu seuraavalla tavalla:

Mittaus 1 ja mittaus 2:  $(V_{31} * I * \cos\phi) + (V_{21} * I * \cos\phi)$

Esimerkiksi laskettuna viiden ampeerin kuormalla:

$$[415 * 5 * \cos(30^\circ - -60^\circ)] + [415 * 5 * \cos(30^\circ + -60^\circ)] \Rightarrow$$

$[2075 \cos 90^\circ] + [2075 \cos -30^\circ] = 1797 \text{ W}$ . Tulos on siis sama kuin edellisessä kolmen mittauspiirin tapauksessa. /5/

### 4.3 Virtamuuntaja

Virtamuuntaja on metallinen neliö, joka yleensä on suojattu valuhartsilla.

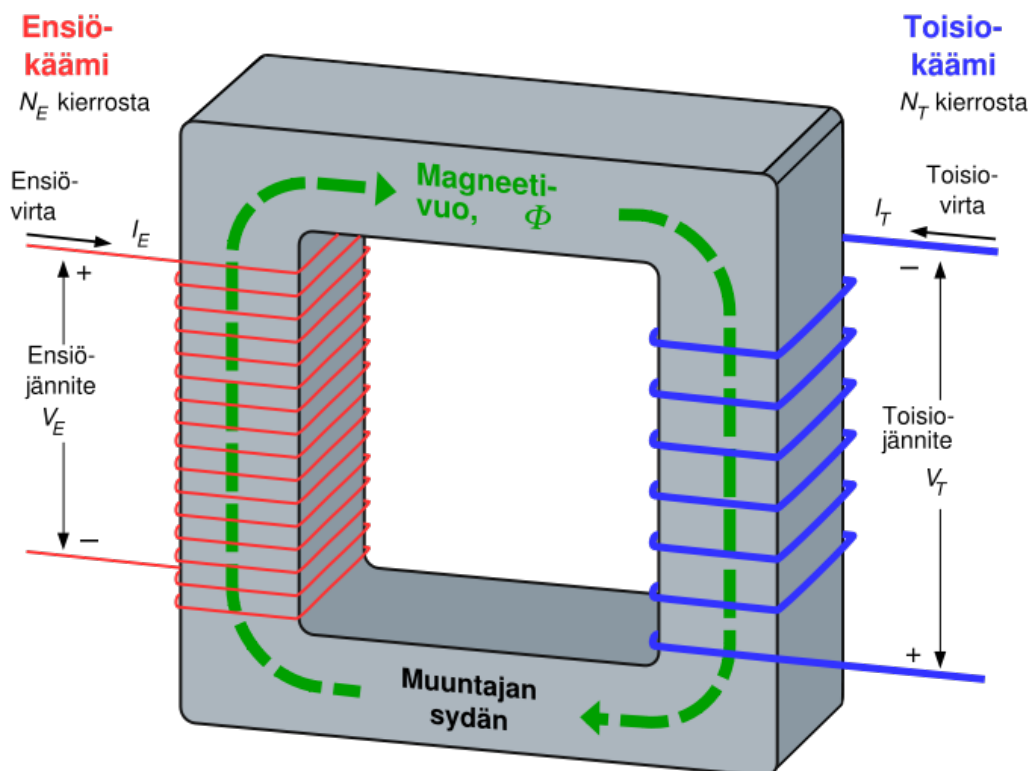
Virtamuuntajia on kolme eri mallia. Pienemmällä virtamäärillä virtamuuntajat ovat kWh-mittarin sisällä, isommilla virtamäärillä ne asennetaan virtakaapelin tai virtakiskon ympärille. Metallinen neliö on magneettinen ja muodostaa muuntajan sydämen. Sen läpi kulkeva kaapeli tai virtakisko toimii ensiöpuolena ja neliön ympärille on kiedottu kaapeli, joka toimii muuntajan toisiopuolena. Kun ensiöjohtimessa kulkee virtaa, myös toisiopuolelle indusoituu vastaavasti virta, jonka suuruus riippuu siitä, kuinka monta kertaa kaapeli on kiedottu ensiöpiirin ympärille. Virran muuntosuhde voi olla esimerkiksi 300/5 ampeeria, mikä tarkoittaa, että kun ensiöpuolella kulkee 300 ampeeria, niin toisiopuolella kulkee 5 ampeerin virta, eli virtamuuntajassa on 60-kertainen muuntosuhde, (60:1). Kuvassa 9 virtamuuntajat on kytketty suoraan virtakiskojen ympärille ja toimivat ensiöpiirinä. Toisiopiirin lähtöjohtimet jatkuvat kuvassa alaspäin mittariin. /2/



Kuva 9. Todelliset virtamuuntajat.

## 4.4 Jännitemuuntaja

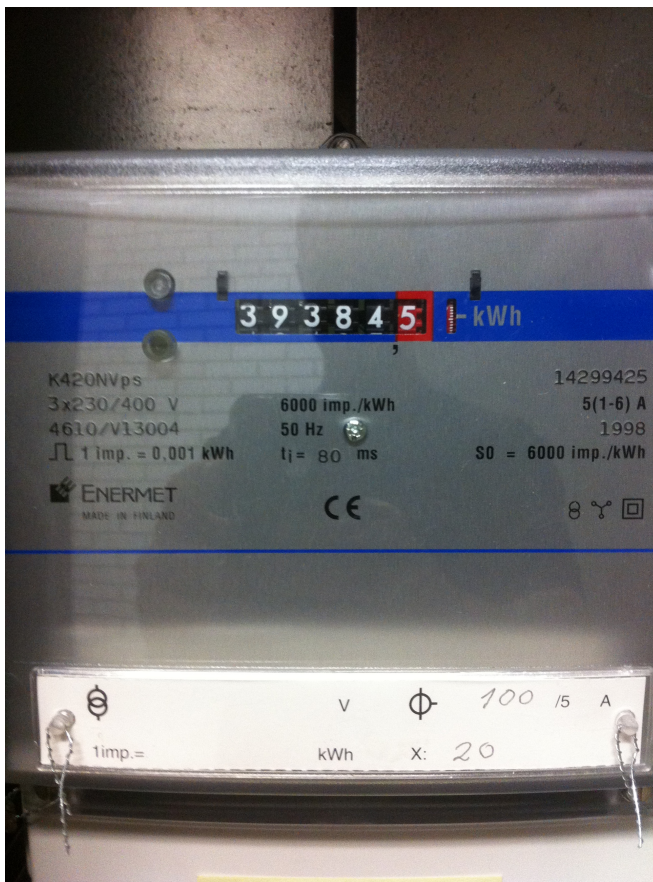
Jännitemuuntaja toimii samalla tavalla kuin virta muuntaja, mutta jännitemuuntajan muuntosuhde on vastakkainen, eli ensiöpiirissä on enemmän kierroksia jolloin mitattava jännite saadaan pienennettyä, ja on kokoluokaltaan huomattavasti pienempi koska kWh-mittari käyttää jännitettä kulutetun energian laskemiseen. Jännitemuuntajia käytetään koska keskijännitemittarin rakentaminen suurille jännitteille on teknisesti hyvin vaikeata ja matalamman jännitteen kanssa on huomattavasti turvallisempaa työskennellä. Jännitemuuntajassa on kaksi kelaaja joista toinen on ensiö- ja toinen toisiopuoli. Ensiö- ja toisiopuolen kelojen kierrosmäärillä pystytään määrittelemään sopiva muuntosuhde muuntajalle niin että jännite on sopiva kWh-mittarille. Esimerkiksi 20 kV jännitteestä muuntaessa 220 V:iin muuntosuhde on noin 100:1. Kuvassa 10 on keskijännitemittari jossa on jännitemuuntaja. Muuntaja sijaitsee kaavion vasemmassa alalaidassa, jossa on ilmoitettu, että joka mittaukselle on oma muuntaja eli toisin sanoen mittarissa on pienimuotoinen kolmivaihemuuntaja.



Kuva 10. Jännitemuuntajan rakenne.

## 4.5 Pienjännitemittari

Helsingin kaupungin liikennelaitoksella on käytössä kahta mallia pienjännitemittareita. Liiketiloiissa on normaaleja kolmivaiheisia kWh-mittareita, joissa virtamuuntajat ovat mittarin sisällä ja metroyksikön käytössä olevat mittarit on varustettu ulkoisilla virtamuuntajilla, koska käytettävät vaihdelämmitykset vievät niin suuria virtoja ettei niitä voi kytkeä suoraan mittarin läpi. Liikennelaitoksen käyttämät mittarit ovat pätötehomittareita. Kuvassa 11 nähdään nykyisin käytössä oleva digitaalinen kolmivaihe kWh-mittari, jossa on ulkoiset virtamuuntajat. Mittari koostuu itse mittayksiköstä ja impulssilaitteesta, jonka antamat pulssit ovat verrannollisia kulutetun energian määrään. Impulssilaitte pyörittää askelmoottoria, joka on kytketty numerokiekkoihin. Mittarin mittaustarkkuus on käytännössä siis 0,1 kWh, koska laskurin viimeinen numero osoittaa desimaalipisteen jälkeistä arvoa.



Kuva 11. Nykyinen kolmivaiheinen pienjännitteinen kWh-mittari.

## 4.6 Keskijännitemittari virta- ja jännitemuuntajilla

Keskijännitemittareilla ei voida suoraan mitata kulutettua energiaa vaan välissä pitää olla sekä virtamuuntaja että jännitemuuntaja niin, etteivät mittarille tuleva virta ja jännite riko mittaria. Kuvassa 12 on esimerkkinä tällaisen mittarin tyyppikilpi, joka kertoo että sisään tuleva jännite on enintään 10 000 V, joka muunnetaan 100 V:ksi. Seuraavasta rivistä selviää, että mittari on myös varustettu virtamuuntajalla, jonka muuntosuhde on 60:1 (300/5/A). /4/ Liikennelaitoksen keskijännitemittarit eroavat normaaleista mittareista sen verran, että mittaus tapahtuu vain kahdesta vaiheesta, joten mittarin kytkentä on selvitetty myös arvokilvessä. Mittarin toiminta perustuu ns. kaksivattimittarikeinoon, jonka peruskytkentä on  $P[W] = P1[1] + P[2]$ , tarkoittaen sitä että kulutettujen virtojen määrä summataan yhteen jolloin saadaan kokonaisuudessa kulutettu energia.

Kuvassa 12 olevassa kytkennässä virtamuuntajan toisiopiirin K-liitin on suojamaadoitettu, niin ettei ole riskiä että mittauspiiriin indusoituisi jännitettä. Virtamuuntajat syöttävät mittarin mittapiiriin ensimmäistä ja kolmatta mittayksikköä. Mittapiirien välille on tehty teennäinen nollapiste jonka avulla mittaus tapahtuu. Nollapiste on tässä kytkennässä maadoitettu, koska syöttöverkossa ei ole nollajohdinta. Kytkentää käytetään usein keski- ja suurjännitteillä kun N-johdinta ei ole. Mittarissa on mittausta varten suunniteltu puolijohdepiiri, joka mittaa kulutetun energian ja välittää pulssina tiedon laskurin askelmoottorille ja pulssilähdölle.



Kuva 12. Keskijännitemittarin kytkentäkaavio, kun käytetään jännite- ja virtamuuntajia sekä niiden muuntosuhteet.

## 5 MITTAREIDEN VAIHTO

Projektiin mukaan otettiin Mitox Oy joka on erikoistunut uusien etäluettavien sähkömittareiden suunnitteluun, asennukseen sekä käyttöönottoon. Mitox Oy:n kanssa kartoitettiin mitä mittareita metroyksiköllä oli käytössä ja minkä mallisilla mittareilla ne voitaisiin korvata. Samalla tarkistettiin myös että kaikissa tiloissa oli matkapuhelinverkko, jonka avulla tieto voitaisiin siirtää Helsingin Energian Sävel Plus-palveluun, josta sitten pystyttäisiin tarkastamaan milloin energiaa on kulunut ja kuinka paljon. Sävel-Plus palvelu on sekä henkilö- että yritysasiakkaille toimiva verkkopalvelu. Palvelussa näkyy kulutettu energiamäärä ja palvelun kautta pystyy seuraamaan milloin energiaa on kulunut. Tällä hetkellä oli epäselvää vielä tulisiko laitoksen omien yksiköiden laskutus muuttumaan sellaisiksi että Helsingin Energia tekisi laskut laitoksen puolesta ja lähettäisi ne suoraan eri yksiköille. Tällä tavalla pyrittäisiin pienentämään laitoksen omia kuluja koska nykyisellään energialaitos haluaa korvauksen täyttämistään tiedoista Excel-taulukkoon.

### 5.1 Vaihdeettavien mittareiden kartoitus

Mittareita kartoitettaessa selvisi että laitoksella on käytössä pienjännite-kolmivaihemittareita virtamuuntajalla varustettuna ja keskijännitemittareita, joissa on sekä virta- että jännitemuuntajat. Pienjännitemittareiden kanssa ei ollut ongelmaa vaihtaa ne uusiin, mutta keskijännitemittareiden kanssa oli mahdollista, että olisi tullut ongelmia. Mitox OY alkoi selvittää mikä valmistaja pystyisi toimittamaan käyttötärpeeseen sopivat mittarit.

Työn etenemiseksi asetettiin kuitenkin takarajaksi vuoden 2012 loppu mittareiden selvittämistä varten ja Mitox OY joutui valitettavasti kertomaan että ei ole saanut vastausta yhdeltäkään keskijännitemittarivalmistajalta jolle oli lähettänyt tarjouspyynnön. Tällöin oli pakko ruveta selvittämään muita tapoja tietojen keruun suhteen. Silloin oli kartoitettu vasta metroyksikköön liittyvät mittarit ja selvitetty niiden tiedot. Tämän jälkeen oli päätettävä mistä aloitettaisiin muutostyöt.

## 5.2 Mittareiden vaihto vaiheittain

Mittareiden muutostyö päätettiin tehdä kahdessa vaiheessa, koska metroyksikkö halusi saada mahdollisimman nopeasti tietää oman energiankulutuksensa tarkemmin.

Ensimmäiseen pilottivaiheeseen kuuluu yhteensä 19 mittaria, joista yhdeksän on keskijännitemittareita jotka ovat ratasähköä mittaavia mittareita, ja kymmenen on pienjännitemittareita joita käytetään mittaamaan vaihdelämmityksien viemää energian määrää. Toisessa vaiheessa keskitytään metroasemien muihin mittareihin, kun on saatu tietoa ensimmäisen vaiheen asennuksien ja tiedonkeruun luotettavuudesta.

Energian kulutuksen määrä on liikennelaitoksella suuri koska sekä metro että raitiovaunut liikkuvat sähköenergian avulla. Vuonna 2011 liikennelaitoksen metro ja raitiovaunu käyttivät 77,7 GWh sähköenergiaa, josta metroliikenne käytti 48,6 GWh sähköenergiaa. Vertailuna voi käyttää sähkölämmitteistä omakotitaloa, jossa vuosittainen kulutus on noin 0,04 GWh. Pienikin prosentuaalinen säästö on merkittävä liikennelaitoksen kulutuksessa. Mittareiden etäluennan avulla voidaan käyttää hyväksi tietoa koska sähköä on kulunut esimerkiksi vaihdelämmityksessä, ja sen kautta optimoida lämmityksen tarvetta niin että ei turhaan käytetä energiaa. Tietojen keräämiseen on myös tarvetta, koska eri käyttökohteiden sähkön kulutus on kasvanut. Etäluennan avulla pystytään tarkemmin seuraamaan koska energiaa on kulunut, ja tämän jälkeen arvioimaan miksi energian kulutus on noussut.

## 6 MITTAREIDEN LIITTÄMINEN NYKYISIIN JÄRJESTELMIIN

Kun Mitox Oy:n kanssa projekti ei edennyt ja tiedot piti saada jollain tavalla kerättyä niin otettiin yhteyttä YIT:n kiinteistötekniikkatiimiin, joka on tehnyt liikennelaitokselle kiinteistövalvonnan järjestelmiä aikaisemminkin ja kysyttiin olisiko heillä ideoita miten tiedot saataisiin kerättyä mittareista. He ehdottivat, että käytettäisiin hyväksi mittareiden pulssilähtöä ja liitettäisiin se nykyiseen kiinteistövalvontajärjestelmään, jolloin saataisiin sitä kautta kerättyä tietoa.

Päätettiin jatkaa tämän järjestelmän laajentamisella niin että saataisiin kaikkien mittareiden tiedot liikennelaitoksen järjestelmään. Mittarien kartoitus jatkui, jolloin käytiin uudestaan läpi kaikki metroyksikön mittarit niin, että saatiin käsitys siitä mitä muutostöitä pitäisi tehdä, jotta saataisiin mittarit tässä järjestelmässä toimimaan. Mittarien kartoituksessa selvisi, että joskus on ollut ajatuksissa liittää mittarit valmiiseen järjestelmään ja silloin on kaapeloitu useampi mittari valmiiksi, mutta työ on jostain syystä jäänyt kesken. Jotta mittarit saataisiin järjestelmään jouduttiin tekemään hieman lisätöitä. Käytössä olevissa keskijännitemittareissa on kaksi pulssilähtöä joista toinen oli muutamassa kohteessa kytketty ja toinen lähtö oli luultavasti iän myötä lakannut toimimasta.

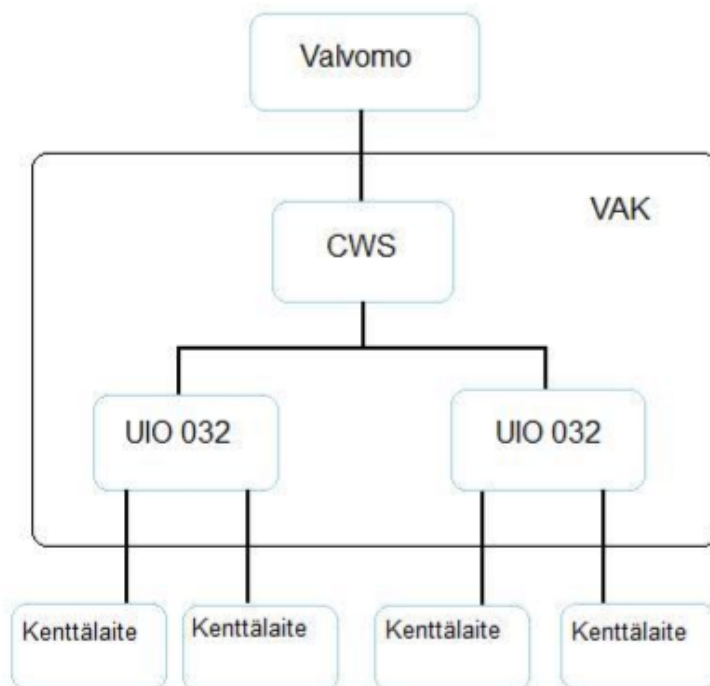
Selvitettiin laitoksen sähköinsinööreiltä onko heillä tietoa mihin järjestelmään kaapelit oli kytketty. He vastasivat, että kaapelit eivät ole missään nykyisessä järjestelmässä, joten pystyttiin ottamaan käyttöön toimiva pulssilähtö, jolloin ei tarvinnut vaihtaa näitä mittareita uusiin. Kaapelointeja puuttui myös useasta eri paikasta, ja yhdelle sähkönsyöttöasemalle tuli vain kaksi paria parikaapelia jotka eivät olleet käytössä. Valitettavasti tämä ei riittänyt, koska tarvittiin kolme paria parikaapelia, jolloin päätettiin tehdä siihen kohtaan väylällä toimiva alakeskus. Muuten olisi jouduttu vetämään uusi kaapeli mittareita varten, joka olisi ollut huomattavasti työläämpää (Liite 3). Mittareita kartoittaessa kytkettiin samalla kaikki jo kaapeloidut mittarit keskuksiin kiinni ja lisättiin ne kiinteistövalvontajärjestelmään niin, että päästiin keräämään tietoa niistä ja tarkastamaan toimivatko ne vielä luotettavasti.



## 6.1 Valvontakeskuksen toimintaperiaate

Kuvassa 13 näkyy miten valvontajärjestelmä rakennetaan, siinä on kuitenkin ainoastaan esitetty peruskomponentit miten järjestelmä pystytään rakentamaan. Liikennelaitoksella järjestelmä on huomattavasti suurempi kuin kuvassa, mutta samalla periaatteella tehty.

Laitteisto on digitaalinen pulssitiedonsiirtojärjestelmä jossa kenttälaitteet, jotka tässä tapauksessa ovat kWh-mittareita on kytketty valvonta alakeskuksen parikaapelilla digitaaliseen sisääntuloon, ja kun mittari lähettää pulssin niin tulo muuttuu nollabitistä ykköseksi ja kun pulssi loppuu palautuu arvo nollassi. Tällöin järjestelmä tietää että nyt on tietty määrä sähköä kulunut ja rekisteröi sen muistiin. Järjestelmään on luotu kyseiselle sisääntulolle mittarin tyyppikilvessä lukeva numero ja kuinka paljon yksi pulssi vastaa kilowattitunneissa. Tämän jälkeen luodaan vielä järjestelmään paikka jossa mittari näkyy ja kuinka paljon sähköä on kulunut. Jokaisessa valvonta-alakeskuksessa on CWS-moduuli joka toimii alakeskuksen aivona. CWS-kortissa käsitellään kaikki tieto joka tulee UIO 032 korteilta. CWS:n ominaisuuksiin kuuluu säädöt, logiikat, aikatauluohjelmoinnit, hälytyksien siirto valvomoon ja tilastointi, joten se toimii järjestelmän keskeisimpänä komponenttina.



Kuva 13. Valvontajärjestelmän kytkentämalli.

## 6.2 Kytkeä ja tiedonkeruu

Mittarit liitettiin siis jo olemassa olevaan valvontajärjestelmään. Järjestelmä on hyvin laaja ja sen avulla valvotaan eri komponentteja, niiden toimintaa ja pystytään säätämään niitä automaattisesti tai manuaalisesti. Järjestelmää käytetään esimerkiksi säätämään ilmastointeja, lämmitystä, valoja ja sähköjä metroasemilla ja muissa kiinteistöissä.

Mittarit kytkettiin asemilla oleviin valvonta-alakeskuksiin, josta tieto siirtyy sisäistä verkkoa (Teknonet) pitkin valvontakeskuksen serverille, johon mittareiden tieto kerätään. YIT:n kiinteistövalvonnan ohjelmaan pääsee ainoastaan jos tietokone on liitetty sisäiseen verkkoon ja sitä ei ole liitetty ulkoiseen tietoverkkoon. Tällä tavoin saadaan poistettua verkossa mahdollisesti esiintyvät tietoturvaongelmat ja ettei verkko rasitu liikaa muista yhteyksistä. Toimihenkilökunnalle ja metroyksikölle piti tämän takia järjestää tietokoneet, jotka on liitetty sisäiseen verkkoon ja joilla pääsee sisälle valvontajärjestelmään.

Mittareiden kytkemisen jälkeen niiden arvot lisättiin järjestelmään ja tehtiin graafinen ikkuna missä lukemat näkyvät reaaliajassa (liite 4). Valvontaohjelmassa klikkaamalla ikonia aukeaa Excel-taulukko josta pystyy tarkkailemaan kulunutta energiaa kuukausi- ja päivätasolla lukemina ja graafisesti. YIT on tehnyt Excel-kaavion jo aikaisemmin kun ollaan kokeiltu Ruoholahden metroasemalla pilottiversiota kulutuksen seurannasta (liite 5). Koska mittareiden tiedot tallentuvat järjestelmään kerran tunnissa on mahdollista saada myös tuntikohtainen kulutuksen seuranta näkymään taulukossa mutta ei nähty sitä tällä hetkellä tarpeellisena.

## 6.3 Kustannukset

Kustannukset jäivät tällä muutoksella huomattavasti pienemmiksi kuin jos mittarit olisi vaihdettu. Taulukossa olevat kustannukset Mitox Oy:n osalta ovat arvioita koska he eivät saaneet tarjousta yhdeltäkään keskijännitemittarivalmistajalta (Liite 6). Myös YIT:n toisen vaiheen kustannukset on arvio, koska toinen vaihe on vielä kesken ja kaikkia muutostöitä ei ole vielä kartoitettu. Mittareilla on jo kohtalaisen paljon ikää ja ne vaihdetaan lähitulevaisuudessa samalla kun sähkönsyöttöasemia peruskorjataan, silloin mittareiden tuoma kustannus peruskorjauskustannuksissa ei ole kuin pieni osa. Projektiin oli varattu 263.000 € (Alv 0%), mittareiden yhteenlasketuksi arvioksi oli laskettu 141.000 € ja loput summasta varattiin asennus- ja mittareiden liittämistöihin jotta tiedot olisivat siirtyneet Helsingin Energian Sävel Plus-palveluun. Tämän lisäksi Mitox Oy olisi laskuttanut tietojen siirrosta noin 3.000 € vuodessa ja Helsingin Energian palvelun käyttökustannuksia olisi tullut noin 4.000 €. Tarkemmat laskelmat on esitetty liitteessä 6.

Toteutettu ratkaisu oli siis huomattavasti edullisempi kuin jos mittarit ja tiedonkeruu olisi toteutettu kokonaan uusilla laitteilla ja ulkopuolisilla toimittajilla. Kokonaissäästöä kertyi noin 40 000€ , mutta on huomioitava että vesimittareiden etäluenta on vain arvio, koska niitä ei tässä projektissa ole käsitelty.

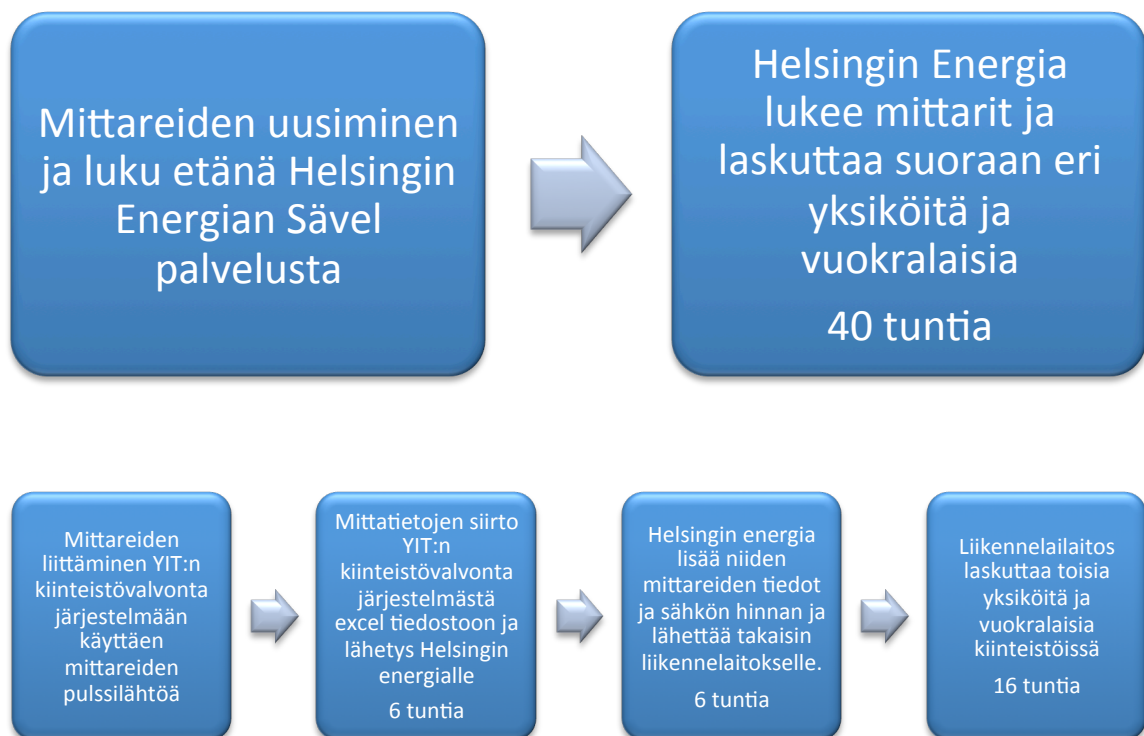
## 7 PROJEKTIN ONNISTUMINEN

Projektin ensimmäinen osa onnistui lopulta suunnitelmien mukaan vaikka mittareita ei vaihdettu. YIT:n kanssa oli helppo työskennellä koska niiden sähkötiimin työntekijät ovat rakentaneet suuren osan nykyisistä muista järjestelmistä ja siten he tuntevat ja tietävät liikennelaitoksen tilat ja järjestelmät entuudestaan. Projektin ensimmäinen vaihe onnistui ilman suurempia takaiskuja, mutta oli laajuudeltaan huomattavasti pienempi kuin toinen vaihe. Useammassa mittarissa pulssilähtö kaksi oli hajonnut, mutta korjaantui siirtämällä kaapelit ensimmäiseen lähtöön. Projektin valmistumista viivästytti eniten sähkömiehien suuri työmäärä muissa kohteissa. He eivät ehtineet tulla asentamaan puuttuvia kaapelointeja. Laskutuksen säilyminen laitoksen konttorihenkilöillä oli pieni takaisku, mutta vuosittainen säästö tällä tavalla on suurempi kuin jos tiedot olisi siirretty Helsingin Energian palveluun ja siellä olisi tehty laskutus liikennelaitoksen puolesta.

Projektin toinen vaihe valitettavasti jäi vielä kesken kun tämän työn piti olla valmis. Projektin keskenjäämisen syy oli ensimmäisen vaiheen kaapelointien tuomat viivästykset. Projektin toiseen vaiheeseen kuulu isompi määrä mittareita ja kun keskusteltiin YIT:n kanssa, niin he olivat sitä mieltä, että siitä ei kuitenkaan tule ongelmia heille. He luultavasti joutuvat lisäämään ainakin Rautatientorille ja Kaisaniemeen valvonta-alakeskukset tai laajentamaan keskuksia jos mahdollista koska kyseisissä tiloissa on iso määrä mittareita ja nykyisissä keskuksissa ei ole riittävästi digitaalisia sisäänmenoja. Vesimittarit on myös vaihdettava niissä paikoissa, joissa vettä käytetään, koska nykyisissä mittareissa ei ole pulssilähtöä.

## 7.1 Tavoite ja lopputulos

Tavoitteena oli siis vähentää mahdollisimman paljon liikennelaitoksen huolto- ja toimistohenkilökunnan työmäärää, jolloin suunniteltiin mittareiden vaihtaminen uusiin ja laskutuksen siirtäminen Helsingin Energialle, näin käyttöön olisi tullut ensimmäinen malli. Koska Mitox Oy ei kuitenkaan pystynyt toimittamaan laitokselle sopivia mittareita, niin projektia muutettiin niin että saatiin kuitenkin vähennettyä käytettyjä työtunteja mahdollisimman paljon. Käytännössä projektin valmistuttua huoltohenkilökunnan työt mittareiden lukemisen osalta poistuu kokonaan (kuva 14). Siten voidaan arvioida että projektin myötä käytetyt työtunnit vähenevät, ja vaikka mittareita ei uusittu ja laskutusta siirretty Helsingin Energialle saadaan huomattavia säästöjä. Käytettävät työtunnit on arvioituja tunteja koska Helsingin Energian laskutusjärjestelmää ei ole käytännössä pystytty kokeilemaan meidän laskutuksen kanssa.



Kuva 14. Vertailu käytetyistä tunneista kuukausitasolla mittareiden vaihdon ja laskutuksen siirtämisestä Helsingin Energialle tai mittareiden liittämisestä nykyiseen YIT:n kiinteistövalvontajärjestelmän välillä.

## 8 LOPPUSANAT

Vaikeuksista huolimatta olin erittäin tyytyväinen projektin lopputuloksesta sekä haastavuudesta. Mielestäni hyödyin myös itse projektista, koska pääsin perehtymään asioihin, joista minulla tulee olemaan hyötyä tulevaisuudessa.

Helsingin kaupungin liikennelaitos sai myös taloudellista hyötyä projektista mittareiden lukemisen poistuessa laitosmiesten työtehtävistä, näin laitosmiehet pystyvät paremmin keskittymään muihin tehtäviin.

Metroyksikkö oli myös tyytyväinen lopputulokseen, ja pystyvät projektin valmistuttua seuramaan energiankulutusta eri käyttöpisteissä ja tekemään muutoksia pienentääkseen energiankulutusta ja tällä tavalla parantamaan energiatehokkuutta.

## LÄHTEET

/1/. Sähköturvallisuuden edistämiskeskus – Sähkön mittaaminen, [www-sivu] [haettu 2.5.2013]

[http://www.stek.fi/sahkomarkkinat/sahkon\\_oston\\_perusteita/fi\\_FI/sahkon\\_mittaaminen/](http://www.stek.fi/sahkomarkkinat/sahkon_oston_perusteita/fi_FI/sahkon_mittaaminen/)

/2/. Wikipedia – Muuntaja, [www-sivu] [haettu 14.5.2013]

<http://fi.wikipedia.org/wiki/Muuntaja>

/3/. Phoenix Contact – Virtamuuntajat, [www-sivu] [haettu 14.5.2013]

[http://www.phoenixcontact.fi/automaatiokomponentit/242\\_63909.htm](http://www.phoenixcontact.fi/automaatiokomponentit/242_63909.htm)

/4/ Mitrix – MXKE kWh-mittari, [www-sivu] [haettu 25.5.2013]

<http://www.mitrix.fi/tuotteet/kwhmittarit/mxke.html>

/5/ varst technology - Kolmivaihe kakswattimittaus [www-sivu] [haettu 12.1.2014]

<http://www.vtech.dk/index.php/applications/334-3-phase-2-wattmeter-power-measurements-explained>

# LIITTEET

Helsingin Metron linjakartasto

Liite 1





intestöpalvelu

HT 1 (2)

**HAKANIEMEN METROASEMA**

Asiakasnumero: **038182** pohjoispää  
Asiakasnumero: **038190** eteläpää

No.	Mittari	Luettu	Yks.	huomio
	Mittari	5057700		
No. 1	925566 / kaukolämpö lämmönjakoh. pohjoisp.	02124,51	MWh	kaukoluenta
No. 2	925566 / kaukolämpö lämmönjakoh. pohjoisp.	035735,2	m3	kaukoluenta
No. 3	77943/97 vesi pohjoisp. H 859	46783	m3	
No. 4	370003 / sähkö AB04 pohjoisp. syöttöasema	797427V	kWh	27
No. 5	487003 / sähkö CA 04 pohjoisp. Syöttöas. H.856	955880V	kWh	26
No. 6	790-00272 /R.v. sähkö pohjoisp. Syöttöa.R.3	4893,760V	kWh	28
No. 7	138559 / sähkö DE02 nousukeskush.pohjoisp.	131683V	kWh	2
No. 8	5900315 / sähkö CC 03.01 pohjoisp.lt. pääkeskus CC	057036V	kWh	33
No. 9	5900314 / sähkö DC 02.01 pohjoisp.lt. pääkeskus DC	197700V	kWh	32
No. 10	23565831 / sähkö pohjoisp.lt. pääkeskus DB	090696	kWh	luetetaan 30.11.xxxx
No. 11	88500575 sähkö CH 04.03 pohjoisp.lippuh.H 703	1398	kWh	Kaukoluenta HKE
No. 12	963565 / kaukolämpö lämmönjakohuone eteläp.	0514,26	MWh	
No. 13	963565 / kaukolämpö lämmönjakohuone eteläp.	64833,5	m3	
No. 14	88500573 sähkö CK 02 liukuporraskh. eteläp.	1302	kWh	Kaukoluenta HKE
No. 15	3258859 / sähkö DG 04 nousukeskush. ep.R-kioski	644541	kWh	
No. 16	3257961 / sähkö DG 03 nousukeskush. eteläp.	316658	kWh	

Adobe Reader - [RS\_VAK1.pdf]

Tiedosto | Huokkaa | Väytä | Dokumentti | Työkakut | Ihana Ohje

Avaa | Tallenna kopio | Tulosta | Sähköposti | Etsi | Valitse teksti | 110% | eBook-lähtö | Etsi Adobe PDF-tiedostoja

	10	11	12	13	14	RIVI- LIITIN:	PISTE- TYYPPI	KOJETUNNUS/TOMINTA/ VAIKUTUSALUE	I/O No:
1	01B (MITTARI 14317034)		1ai	JAMAK 2x(2+1)x0,5+0,5		1	DI	KIINTEISTÖSÄHKÖ MITTARI NO:1 1 IMP. / 0.001 kWh IMP.	1
			1pu			-			
2		02A (MITTARI 14317033)		1ai	JAMAK 2x(2+1)x0,5+0,5		2	DI	VAIHTTEIDEN LÄMMITYS MITTARI NO:2 1 IMP. / 0.001 kWh IMP.
			1pu			-			
3	A905 (MITTARI 370103)		1ai	JAMAK 2x(2+1)x0,5+0,5		3	DI	RATASÄHKÖ MITTARI NO:3 1 IMP. / 10 kWh IMP.	3
			1pu			-			
4						4	DI	VARALLA	4
5						5	DI	VARALLA	5
6						6	DI	VARALLA	6
7						7	DI	VARALLA	7
8						8	DI	VARALLA	8

**YIT** YIT Kiviteollisuus Oy  
PL 3 (Lemminkäisenkatu 5B)  
20521 TURKU  
Puh. 020 433 7300 Fax 020 433 7251  
www.yit.fi

Kohde:  
HKL  
RÄSTILAN  
SÄHKÖNSYÖTTÖASEMA

VAK No:	1	Suunnittelut:	JTa	29.4.2013
Node No:	1	Piirittänyt:	JH	29.4.2013
Kortti No:	1	Muutose:		
		Piiritys No:	AKINIKI	
		Työ No:	30717367	Lehti: 3

297 x 210 mm | 3 / 4

HKL: Ratasähkön energia kulutukset CompuTec Technologies 



09:19  
03.05.2013

NAV 

ALARM 

	Ratasähkö	Vaihdeläm.
Ruoholahti:	Mittari No:3 <b>4241050</b> kWh	370703: Ratasähkö (Lukemas syöttäessä: Lukema x 10)
Kamppi ssa:	Mittari No:9 <b>8981430</b> kWh	370203: Ratasähkö (Lukemas syöttäessä: Lukema x 10)
Hakaniemi ssa:	Mittari No:4 <b>4861740</b> kWh	370003: Ratasähkö (Lukemas syöttäessä: Lukema x 10)
Kalasadama ssa:	Mittari No:2 <b>418110</b> kWh	370403: Ratasähkö
Kalasadama ssa:	Mittari No:4 <b>28853,100</b> kWh	14459730: Vaihdelämmitys
Kulosaari ssa:	Mittari No:2 <b>723926</b> kWh	370603: Ratasähkö
Kulosaari ssa:	Mittari No:4 <b>30450,132</b> kWh	14459729: Vaihdelämmitys
Sillitie ssa:	Mittari No:2 <b>1123627</b> kWh	370303: Ratasähkö
Sillitie ssa:	Mittari No:4 <b>38680,248</b> kWh	14459571: Vaihdelämmitys
Itäkeskus ssa:	Mittari No:2 <b>2478600</b> kWh	360803: Ratasähkö (Lukemas syöttäessä: Lukema x 10)
Itäkeskus:	Mittari No:5 <b>31273,787</b> kWh	14459728: Vaihdelämmitys
Itäkeskus:	Mittari No:6 <b>5655,427</b> kWh	14459572: Vaihdelämmitys
Kontula:	Mittari No:6 <b>47079,39</b> kWh	121977: Vaihdelämmitys
Kontula ssa:	Mittari No:2 <b>4426490</b> kWh	360903: Ratasähkö (Lukemas syöttäessä: Lukema x 10)
Mellunmäki:	Mittari No:5 <b>48331,82</b> kWh	121976: Vaihdelämmitys
Rastila ssa:	Mittari No:2 <b>33801,254</b> kWh	14317933: Vaihdelämmitys
Rastila ssa:	Mittari No:3 <b>4358350</b> kWh	370103: Ratasähkö (Lukemas syöttäessä: Lukema x 10)
Vuosaari:	Mittari No:7 <b>28115,068</b> kWh	28077558: Vaihdelämmitys länsipää
Vuosaari:	Mittari No:8 <b>45287,017</b> kWh	14299425: Vaihdelämmitys itäpää

VA 257 PPK 02 Bensinierotin ! HKL\_Ratasähkö

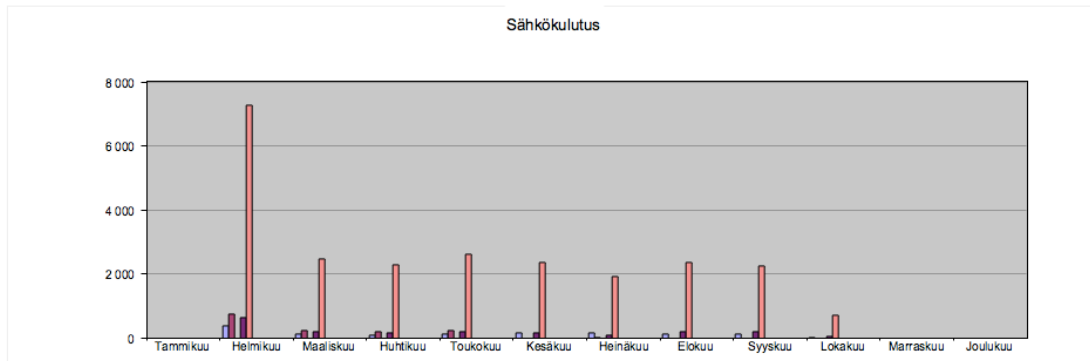
	SÄHKÖKULUTUSRAPORTTI		
	2012		Pvm: 10/10/12
Asema: Ruoholahti	Vuosisraportti		Alka: 12:41

Syöttökenttä

Raporttivuosi:

Kirjoita tähän haluttu raporttivuosi  
 Jos kenttä on tyhjä, raportti on kuluva vuosi

Kuukausi	Mittari1	Mittari2	Mittari3	Mittari4	Mittari5	Mittari6	Mittari7	Mittari8	Mittari9	Mittari10	Yhteensä
	RL_781_QE1 0,01 kWh/puls	RL_781_QE2 0,01 kWh/puls	RL_781_QE3 0,01 kWh/puls	RL_781_QE4 0,01 kWh/puls	RL_781_QE5 0,1 kWh/puls						
Tammikuu											0
Heimikuu	405	754	0	675	7282						9116
Maaliskuu	135	252	0	227	2498						3103
Huhtikuu	112	218	0	169	2306						2824
Toukokuu	141	261	0	220	2631						3255
Kesäkuu	168	12	0	176	2385						2740
Heinäkuu	173	38	0	108	1928						2248
Elokuu	159	1	1	231	2373						2765
Syyskuu	149	0	0	219	2274						2642
Lokakuu	44	0	0	71	742						858
Marraskuu											0
Joulukuu											0
<b>Yhteensä</b>	<b>1487</b>	<b>1535</b>	<b>2</b>	<b>2116</b>	<b>24410</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>29551</b>
<b>Minimi</b>	<b>44</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>71</b>	<b>742</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Maksimi</b>	<b>405</b>	<b>754</b>	<b>1</b>	<b>675</b>	<b>7282</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9116</b>



Mittareiden Vaihto ja etäluenta  
Hinnat arviona

Mitox OY

YIT

	Vaihe 1	Vaihe 2	Vaihe 1	Vaihe 2
Liittämistyöt	1 500 €	17 500 €	18 000 €	
Pienjännite mittarit	6 500 €	71 000 €		60 000 €
Keskijännitemittarit	10 500 €			
Vesimittarit		25 000 €		25 000 €
Etäluennan käynnistäminen	10 000 €			
Yhteensä		<u>142 000 €</u>		<u>103 000 €</u>