

# Reaaliaikaisen Sähkönkulutuksen Seurantajärjestelmän Asennus ja Käyttöönotto

Jerry Leppänen

Opinnäytetyö  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Sähkötekniikka  
Insinööri (AMK)

2015

Tekniikan ja liikenteen ala  
Sähkötekniikan koulutusohjelma

---

<b>Tekijä</b>	Jerry Leppänen	<b>Vuosi</b>	2015
<b>Ohjaajat</b>	Insinööri Aila Petäjäjärvi Insinööri Kari Manninen		
<b>Toimeksiantaja</b>	lilaakso Oy		
<b>Työn nimi</b>	Reaaliaikaisen sähkönkulutuksen seurantajärjestelmän asennus ja käyttöönotto		
<b>Sivu- ja liitemäärä</b>	37 + 2		

---

Opinnäytetyö tehtiin lilaakso Oy:lle, Iin kunnan eri kiinteistöille. Opinnäytetyön aiheena oli reaaliaikaisen sähkönkulutuksen seurantajärjestelmän asennus ja käyttöönotto. Asennuksen ja käyttöönoton jälkeen sähkönkulutusta eri kiinteistöissä oli mahdollista seurata reaaliaikaisena web-selaimen kautta.

Teoriaosuudessa esitellään energiatehokkuuteen liittyviä kansallisia ja kansainvälisiä ohjeistuksia ja energiatehokkuussopimuksia. Työssä käydään myös läpi järjestelmän asennusvaiheet ja järjestelmän käyttöönotto. Aineistoa työhön saatiin laitevalmistajan sivuilta.

Työn tavoitteena oli saada käyttöön toimiva ja mittaustiedot tallentava järjestelmä, jolla pystyy seuraamaan sähkönkulutusta reaaliaikaisesti. Tavoite toteutui. Toteutetulla järjestelmällä pystytään seuraamaan ja vertaamaan energiatehokkuustoimenpiteiden jälkeisiä kulutuksia aiempiin.

Industry and Natural resources  
Electrical engineering

---

<b>Author</b>	Jerry Leppänen	Year	2015
<b>Supervisor(s)</b>	Aila Petäjälä, B.Sc. Kari Manninen, BEng		
<b>Commissioned by</b>	lilaakso Oy		
<b>Subject of thesis</b>	Installation and Implementation of a Real Time Energy Measuring System		
<b>Number of pages</b>	37 + 2		

---

The commissioner of this Bachelor's Thesis was lilaakso Oy. The subject of the thesis was the installation and implementation of a real time energy measuring system. After the installation and implementation it was possible to view real time electricity consumption through a web browser.

The theoretical part presents the national and international guidelines on energy efficiency and energy efficiency agreements. Thesis includes also the steps of the installation and implementation of the system. The thesis data were obtained from manufacturer's website.

The aim of this thesis was to get a functional and measurement data recording system which is able to monitor electricity consumption in real time. The aim was achieved. The implemented system can be used to monitor and compare the consumption of energy after the energy efficiency measures.

Key words

Real time measuring system

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	ENERGIATEHOKKUUS .....	8
2.1	Energiatehokkuusdirektiivi .....	8
2.2	Energiatehokkuussopimukset .....	8
2.3	Kunta-alan energiatehokkuussopimus ja energiaohjelma .....	9
2.4	Iin kunta .....	10
2.5	Lait, asetukset ja standardit .....	11
3	EGAUGE-JÄRJESTELMÄ JA SEN OSAT .....	12
3.1	EGaugen pääyksikkö .....	13
3.2	Virtamuuntajat .....	15
3.3	HomePlug-adapteri .....	16
4	JÄRJESTELMÄN ASENNUS JA ASENNUSKOHTEET .....	18
4.1	Virtamuuntajien mitoitus .....	19
4.2	Laitteen sijoitus .....	22
5	KÄYTTÖLIITTYMÄ .....	26
5.1	Käyttöönotto .....	26
5.1.1	Asetukset .....	28
5.1.2	Kaavat ja kuvaajat .....	28
5.2	Kulutustiedot ja tiedonsiirto .....	33
5.3	Ongelmatilanteet ja ratkaisut .....	34
6	POHDINTA .....	35
	LÄHTEET .....	36
	LIITTEET .....	37

## ALKUSANAT

Haluan kiittää opinnäytetyöni ohjaajaa Aila Petäjäjärveä Lapin ammattikorkeakoulusta, Iilaakso Oy:n insinööri Kari Mannista ja insinööri Jukka Härkiniä sekä kaikkia muita minua auttaneita Iin kunnan työntekijöitä. Haluan myös kiittää Kimmo Seurasta ja Jori Karppista kaikesta avusta järjestelmän kanssa.

Iissä 29.5.2015

Jerry Leppänen

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

CT	Current Transformer. Virtamuuntaja
PLC	Power Line Communications. Tiedonsiirto sähköverkossa
CSV	Comma-separated values. Tiedostomuoto, jonka avulla voi taulukoita tallentaa tekstitiedostoon.
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol. Verkkoprotokolla, joka jakaa IP-osoitteita lähiverkon laitteille

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana on Iilaakso Oy. Työn tavoitteena oli saada käyttöön järjestelmä, jolla pystyy seuraamaan kiinteistön sähkönkulutusta reaaliaikaisesti ja etänä. Järjestelmällä seurataan kokonaiskulutuksen lisäksi ryhmäkeskuskohtaisia kulutuksia. Asennusvaiheen ohessa kohteiden dokumentaatiota pystyttiin päivittämään nykytilaa vastaavaksi.

Työssä käytetty järjestelmä on amerikkalainen eGauge. Työhön kuuluu järjestelmään perehtymisen lisäksi järjestelmän asennus ja käyttöönotto.

Opinnäytetyön alussa esitellään energiatehokkuuteen liittyviä sopimuksia ja säädöksiä. Reaaliaikainen seurantajärjestelmä on myös hyvä apuväline lin kunnan energiatehokkuustoimenpiteiden seurantaan, ja sitä on mahdollista hyödyntää laskennallisten raporttien laatimisessa.

Tämän opinnäytetyön avulla on vastaavan järjestelmän asentaminen ja käyttöönotto helpompaa. Tämän opinnäytetyön pohjalta on myös mahdollista jatkaa mitausjärjestelmän kehitystä muun muassa liittämällä siihen veden- ja lämmönkulutuksen seurannan.

## 2 ENERGIATEHOKKUUS

Energiatehokkuuden tavoitteena on edistää tehokasta energian käyttöä. Energian säästämisen syitä ovat muun muassa ilmastonmuutoksen hillintä, tuontienergian tarpeen vähentäminen, energian saatavuuden turvaaminen ja energiakustannusten alentaminen.

### 2.1 Energiatehokkuusdirektiivi

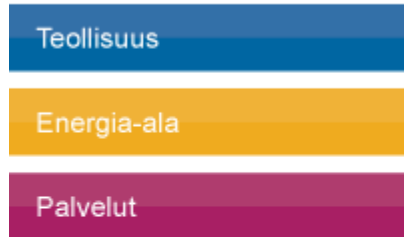
EU:ssa on 4.12.2012 tullut voimaan energiatehokkuusdirektiivi, joka kattaa energian tuotannon ja käytön julkisella ja yksityisellä sektorilla. Kansallinen energiatehokkuustavoite pohjautuu edellä mainittuun direktiiviin, ja tavoitteen saavuttamista edistävät kaikki energiaa säästävät ja sen käyttöä tehostavat toimenpiteet. Entisen direktiivin 2006/32/EY mukaan jokaisen jäsenvaltion on asetettava yhdeksän prosentin kansallinen ohjeellinen energiansäästön kokonaistavoite, jonka ne pyrkivät saavuttamaan vuoteen 2016 mennessä energiapalvelujen ja muiden energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden avulla. Euroopan unionin uutena tavoitteena on parantaa energiatehokkuutta 20 prosenttia vuoteen 2020 mennessä unionin alueella. Työ- ja elinkeinoministeriö ohjaa kansallista energiatehokkuuspolitiikkaa Suomessa. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2015.)

### 2.2 Energiatehokkuussopimukset

Suomi on mukana monissa energiansäästötoimissa ja energiankäytön tehokkuudessa yksi kansainvälisesti johtavia maita. Asema on saavutettu kustannustehokkaiden ratkaisujen sekä energiatehokkuussopimusjärjestelmällä, johon kuuluminen on vapaaehtoista. Energiatehokkuussopimukset ovat keskeinen väline EU:n energiatehokkuusdirektiivin velvoitteiden toimeenpanossa Suomessa. Energiatehokkuussopimukset pohjautuvat vuonna 1997 käynnistyneille energiansäästöso-  
pimuksille. Nykyinen energiatehokkuussopimuskausi päättyy 2016 ja vuonna 2017 alkavan sopimuskauden valmistelu on aloitettu 2015. Energiatehokkuussopimustoiminnan sopimusalat ja vastuuministeriöt näkyvät kuvassa 1. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2015; Energiavirasto 2015; Motiva 2015.)

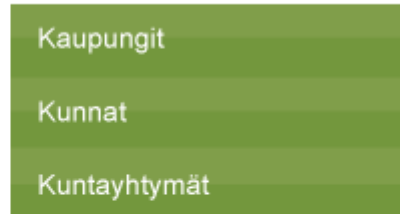


### Elinkeinoelämän energiatehokkuussopimus



Vastuuministerinä TEM

### Kunta-alan energiatehokkuussopimus ja energiaohjelma



Vastuuministerinä TEM

### Höylä III energiatehokkuussopimus



Vastuuministerinä TEM

### Kiinteistöalan energiatehokkuussopimus 2010–2016



\* Vastuuministerinä YM

\*\* Vastuuministerinä TEM

### Liikenteen energiatehokkuussopimukset



Vastuuministerinä LVM

### Maatilojen energiaohjelma 2010–2016



Vastuuministerinä MMM

Kuva 1. Energiatehokkuussopimukset (Motiva 2015)

## 2.3 Kunta-alan energiatehokkuussopimus ja energiaohjelma

Kunta-alan energiatehokkuussopimus, eli KETS, ja kuntien energiaohjelma, eli KEO, ovat kunta-alan sopimusjärjestelmässä kaksi vaihtoehtoista sopimusmallia. Sopimusmallin valikoituminen määräytyy kunnan tai kaupungin asukasluvun tai niiden vuotuisen energiankäytön mukaan. KETS on tarkoitettu yli 20 000 asukaahan kunnille tai kaupungeille tai vuotuisen energiankäytön ylittäessä 20 000 MWh. KEO on kunnille, joiden energiankäyttö on alle 5 000 MWh. Asukasluvul-

taan 5 000–20 000 asukkaan kunnat ja kaupungit voivat valita energiatehokkuussopimuksen tai energiaohjelman. Valinnanvapaus on myös kunnilla tai kaupungeilla, joiden vuotuinen energiankäyttö on 5 000–20 000 MWh. (Motiva 2015.)

Kuntien energiatehokkuussopimuksen ensisijainen tavoite on energiatehokkuuden parantaminen. Se sisältää myös uusiutuvan energian käytön edistämiseen liittyviä tavoitteita ja toimenpiteitä. Sopimuskauden 2008–2016 loppuun mennessä pyritään saavuttamaan yhdeksän prosentin energiansäästö liittymisvaiheen ilmoitetusta vuoden 2005 energiankäytöstä. Kasvihuonekaasujen vähentämisen ohella voidaan myös kunnan toiminnan taloudellisuutta parantaa. Sopimukseen liittyneet kunnat sitoutuvat asettamaan energiansäästötavoitteet ja seuraamaan energiankulutustaan. Osana sopimusta on myös laatia energiakatselmuksia ja selvittää energiankäytön säästämismahdollisuudet ja toteuttaa ne kustannustehokkaasti. Uusiutuvien energialähteiden lisäämismahdollisuudet tulee kartoittaa ja niitä tulee mahdollisuuksien mukaan ottaa käyttöön rakennuksissa ja energiaa kuluttavissa kohteissa. Energiankäytöstä, sopimuksen mukaisista toimenpiteistä ja toteutetuista energiatehokkuustoimista raportoidaan vuosittain. (Motiva 2015.)

## 2.4 Iin kunta

Iin kunta on työ- ja elinkeinoministeriön energiatehokkuussopimuksen 9 % energiasäästötavoitteeseen sitoutumisen ohella Suomen ympäristökeskuksen Kohti hiilineutraalia kuntaa -foorumin jäsen vuodesta 2012 lähtien. HINKU-foorumi toimii kuntien ilmastopäästöjen vähentämiseksi. HINKU-foorumiin kuuluu päästövähennyksiin sitoutuneita kuntia, ilmastoystävällisiä tuotteita ja palveluita tarjoavia yrityksiä ja energia- ja ilmastoalan asiantuntijoita. Jäsenkunnat ovat sitoutuneet tavoittelemaan kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä 80 % vuoden 2007 tasosta vuoteen 2030 mennessä ja vuosittain kunnalle laaditaan suunnitelma investoinneista päästöjen vähentämiseksi. Iin kunnassa toteutettuja HINKU-hankkeita on ollut muun muassa eri kiinteistöjen öljylämmityksen korvaaminen maalämmöllä ja reaaliaikaisen sähkönkulutuksen seurantalaitteiston kokeilu. Kokei-

lun avulla saatiin aikaan huomattavia säästöjä ja sähkönseurantaan haluttiin ko-  
keilla myös muissa kunnan kiinteistöissä. Tämän opinnäytetyön aihe käsittelee-  
kin yhdenlaisen järjestelmän asennusta ja käyttöönottoa maalämpökohteissa. (lin-  
kunta 2015; HINKU-foorumi 2015.)

## 2.5 Lait, asetukset ja standardit

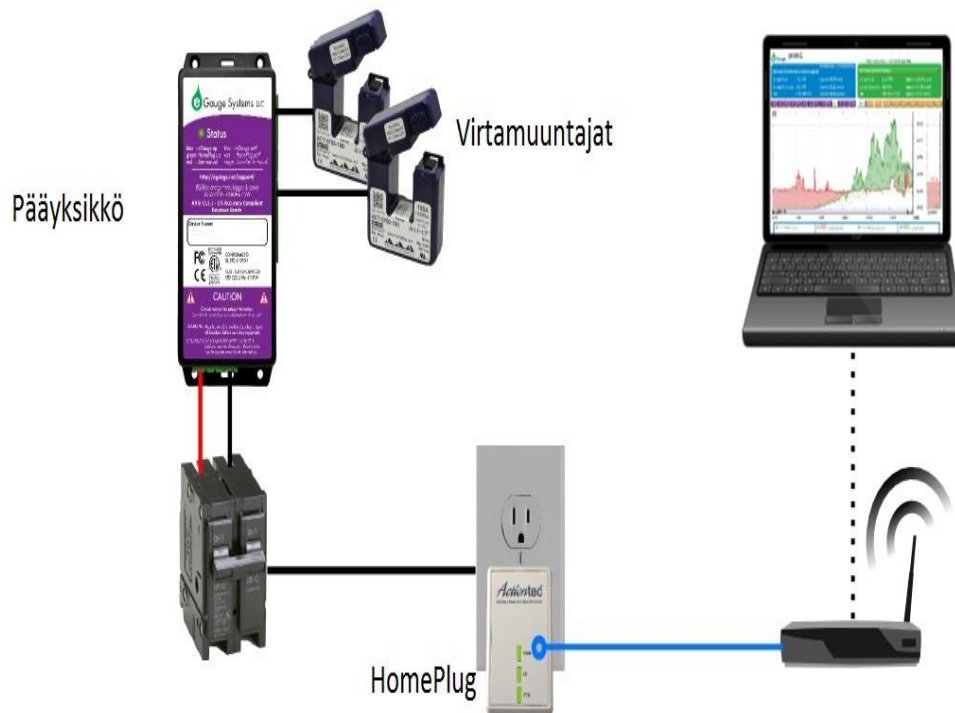
Energiatehokkuutta säädellään määräysten, asetusten ja ohjeiden avulla. Lait  
mahdollistavat määräysten ja asetusten antamisen energiatehokkuuden ohjaa-  
miseksi ilman lainsäädäntötyötä, vaatimuksia muutettaessa.

Uudis- ja korjausrakentamisen energiatehokkuutta ohjaa esimerkiksi Suomen ra-  
kentamismääräyskokoelman osa D3 (2012): Rakennusten energiatehokkuus,  
määräykset ja ohjeet. SFS-standardit säätelevät sähköenergian mittausta ja mit-  
talaitteiden säädöksiä määrää kansallinen mittalaitelaki (707/2011). Kansainväli-  
sistä energian- ja kulutusmittausten hyödyntämistä koskevista standardeista mai-  
nittakoon valmisteilla oleva prEN 50491-12 ja EN 50491-11. Yhteisillä standar-  
deilla pyritään lisäämään kuluttajien tietoisuutta energiankulutuksesta ja sen ja-  
kautumisesta päivittäisessä toiminnassa. (Sähkötieto 2015 ST 21.34.)

### 3 EGAUGE-JÄRJESTELMÄ JA SEN OSAT

Seurantajärjestelmäksi oli valikoitunut amerikkalainen eGauge. Järjestelmällä on mahdollista mitata 12 yksivaiheista kohdetta tai vastaavasti neljä 3-vaiheista kohdetta moottoreiden kulutuksista aurinkopaneelien tuottoihin. Mitattu tieto tallentuu pääyksikön muistiin, ja sitä on mahdollista seurata selainpohjaiselta käyttöliittymältä, miltä tahansa internet-yhteydessä olevalta tietokoneelta. (Egauge Systems 2015.)

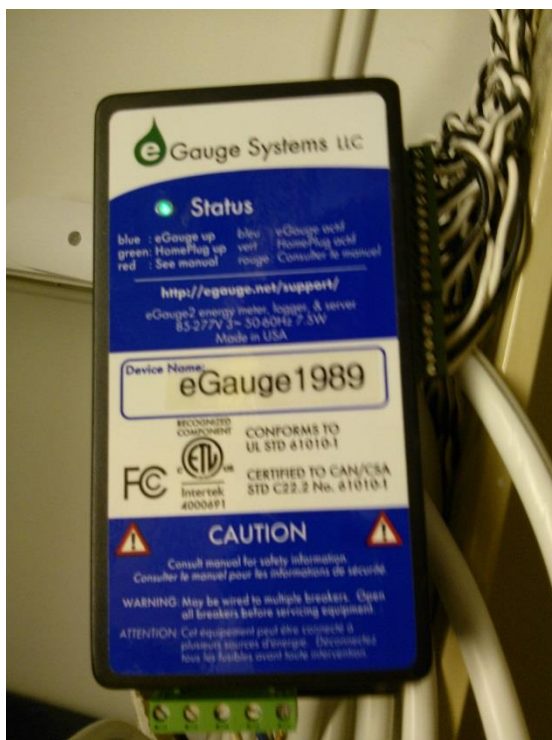
Opinnäytetyössä käytetyn järjestelmän toimintaperiaate on kuvan 2 mukainen ja laite malliltaan eGauge2. Virtamuuntajat asennetaan mitattavaan virtapiiriin ja mitaustieto siirtyy pääyksikön muistiin. Pääyksikkö kommunikoi saman vaiheen kautta yhteydessä olevan homeplug-adapterin kanssa, joka on yhteydessä ethernet-yhteyden kautta internetiin. Mittaustiedot ovat luettavissa reaaliaikaisesti selainpohjaisesta käyttöliittymästä tietokoneen tai vastaavan laitteen avulla.



Kuva 2. eGaugen osat (Egauge Systems 2015)

### 3.1 EGaugen pääyksikkö

Egaugen pääyksikkö on kuvan 3 mukainen. Pääyksikön kannesta selviää laitteen nimi, jota tarvitaan myöhemmin käyttöönoton yhteydessä laitteen hallinnoimiseen. Kannesta selviää laitteen nimen lisäksi laitteen tilatieto merkkivalon avulla. Merkkivalon ollessa sininen laite on päällä ja tallentaa mittaustietoa. Merkkivalon ollessa vihreä laite on yhteydessä homeplug-adapteriin, mutta ei eGaugen välityspalvelimeen ja internetiin. Välkkyvä vihreä tarkoittaa laitteen olevan yhteydessä eGaugen välityspalvelimen kautta internetiin. Merkkivalon ollessa punainen laite on luultavasti ylikuumentunut ja laitteesta kannattaa kytkeä virta pois sen jäähtymiseksi. (Egauge Systems 2014a.)



Kuva 3. eGaugen Pääyksikkö

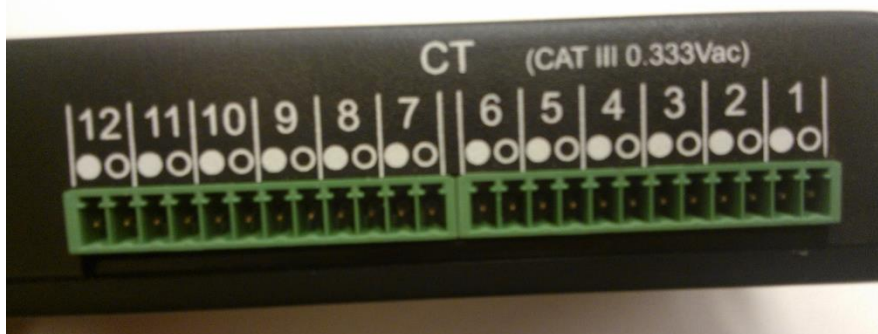
Pääyksikön kannesta selviää myös laitteen malli ja nimellisarvot. Egauge toimii 85–277 V kolmivaiheisella jännitealueella ja 50–60 Hz taajuusalueella. Pääyksikkö käyttää tehoa tavallisesti 2 W ja korkeintaan 7.5 W. Laite soveltuu käyttöön sisä- ja ulkotiloihin sopivin suojausluokin varustelluilla koteloilla. Esimerkiksi IPX4

voi olla sopiva vaihtoehto ulkotilojen asennuksiin. Laite toimii lämpöalueella -30–70 °C. (Egauge Systems 2014a.)

EGaugen pääyksikössä on kuvan 4 mukaiset portit, joista laite saa tiedon jännitteestä tehon laskemiseksi. Laite itse saa toimintavirtansa portista L1 ja portteja L2 ja L3 tarvitaan ainoastaan 3-vaihemittauksissa. Nämä portit ovat suojausluokaltaan CAT III eli jakelumuuntajan jälkeisiin asennuksiin soveltuva. Laitteen sisussa on kuvan 5 mukaiset 12 porttia virtamuuntajien parikaapeleille. (Egauge Systems 2014a.)

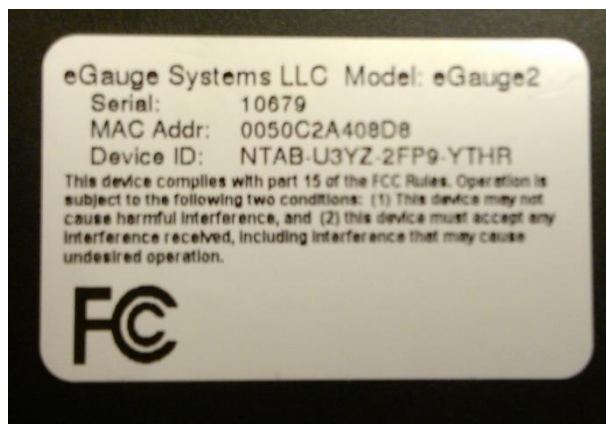


Kuva 4. Vaiheportit



Kuva 5. Virtamuuntajien portit

Laitteen takakannessa on kuvan 6 mukainen tarra, josta näkyy laitteen sarjanumero, MAC-osoite ja laitetunnus. Näitä tietoja tarvitaan ainoastaan, jos pääyksiköiden ja homeplugien verkon yhteysasetuksia mennään muuttamaan.



Kuva 6. Laitteen tunnistustiedot

### 3.2 Virtamuuntajat

EGauge Systems tarjoaa neljä kuvan 7 mukaista virtamuuntajaa käytettäväksi eGauge pääyksikön kanssa.



Split Core CT



Rope CT



Solid Core DC-CT



Split Core Accu-CT

Kuva 7. eGaugen tarjoamat virtamuuntajamallit (Egauge Systems 2015)

Helppokäyttöisimpiä virtamuuntajia ovat avattavat virtamuuntajat (Split Core CT). Helppokäyttöisyys tulee esille asennusvaiheessa, jolloin mitattavaa johdinta ei tarvitse kytkeä irti. Lisäksi avattavia virtamuuntajia on helpompi vaihtaa tämän myötä eri paikkaan eri johtimien ympärille tarvittaessa. Avattavia virtamuuntajia on saatavilla 1–3000 A virta-alueella ja fyysisesti erikokoisina. Niiden virhe on alle 1 %:n luokkaa 10–100 % nimellisvirtansa alueella. (Egauge Systems 2014a.)

Virtamuuntajia asentaessa tulee huomioida, että asennuksen saa tehdä vain sähköalan ammattilainen. Sähkötyöturvallisuuden kannalta myös asennus tulisi pyrkiä tekemään jännitteettömänä, jos se on vain mahdollista.

### 3.3 HomePlug-adapteri

Egauge pääyksikkö on varustettu homeplug-sirulla, jonka avulla se siirtää tietoa PLC-tekniikka hyödyntäen homeplug-adapterin kautta internetiin. PLC eli Power Line Communications tarkoittaa tiedonsiirtoa sähköverkossa. Kuvassa 8 näkyvää homeplug-adapteria käytetään yleisesti siltamaan verkkoa rakennuksissa ja paikoissa, joissa langaton verkko ei toimi tai sitä ei käytännössä ole mahdollista toteuttaa. Pääyksikkö on mahdollista yhdistää internetiin, kun homeplug-adapteri on kytketty saman vaiheen pistorasiaan kuin vaihe, joka on kytketty pääyksikön porttiin L1 ja itse adapteri on yhdistetty internet-yhteydellä varustettuun reitittimeen. (Egauge Systems 2014b.)



Kuva 8. Homeplug-adapteri



Egauge Systemsin myymät Actiontecin homeplug-adapterit toimivat korkeintaan 240 Vac jännitealueella. Suuremmilla jännitteillä adapteri vaatii pienen muuntajan jännitetason madaltamiseksi laitteelle sopivaksi. Muuntaja ei saa kuitenkaan olla liian suuri, jottei se suodata pääyksikön ja adapterin välistä signaalia. Signaalia voi heikentää myös eri ylijännitesuojat tai kohinasuodattimet. Myös vaiheen kuorma ja muiden laitteiden aiheuttama kohina pääyksikön ja adapterin välisessä johtimessa vaikuttavat suurimman johdinpituuden tiedonsiirtokykyyn. Suurin suositeltu johdinpituus laitteiden häiriöttömään kommunikointiin on noin 15–30 metriä. (Egauge Systems 2014b.)

Homeplug-adapteri voi ylläpitää useamman eGaugen muodostamaa verkkoa. Kuitenkin useamman adapterin sisältämä verkko todennäköisesti lisää yhteysongelmia reitityksessä ja verkko kaatuu. Yhteysongelman voi välttää lisäämällä käyttöliittymän asetuksista homeplug-adapterille ja eGauge-yksiköille saman salausavaimen. Salausavaimen vaihtamiseksi tulee tietää jokaisen homeplug-verkkoon liitettävän laitteen laite-ID ja MAC-osoite. Nämä tiedot löytyvät molempien laitteiden takakannesta kuten homeplug-adapterissa kuvassa 9. (Egauge Systems 2014b.)



Kuva 9. Homeplug-adapterin tunnistetiedot

#### 4 JÄRJESTELMÄN ASENNUS JA ASENNUSKOHTEET

Asennuskohteina oli kaksi koulukiinteistöä lissä. Asennuskohteissa oli otettu käyttöön öljylämmityksen tilalle maalämpö, jonka sähkönkulutusta haluttiin seurata erikseen. Asennuskohteissa päätettiin maalämmön sähkönkulutuksen lisäksi seurata ilmanvaihdon ja keittiöiden sähkönkulutusta. Sähköpääkeskusten välittömään yhteyteen vedettiin datajakamosta RJ45-kaapeli seurantajärjestelmän homeplug-adapteria varten. Kuvassa 10 ethernet-yhteys on asennettu keskuksen viereen ja sen vieressä oleva pistorasia oli sopivasti samalla vaiheella kuin pääyksikön porttiin L1 kytketty vaihe. Tämä helpotti homeplug-adapterin sijoittamista.



Kuva 10. Homeplug-adapteri vasemmassa alakulmassa ja ethernet-yhteys oikeassa yläkulmassa

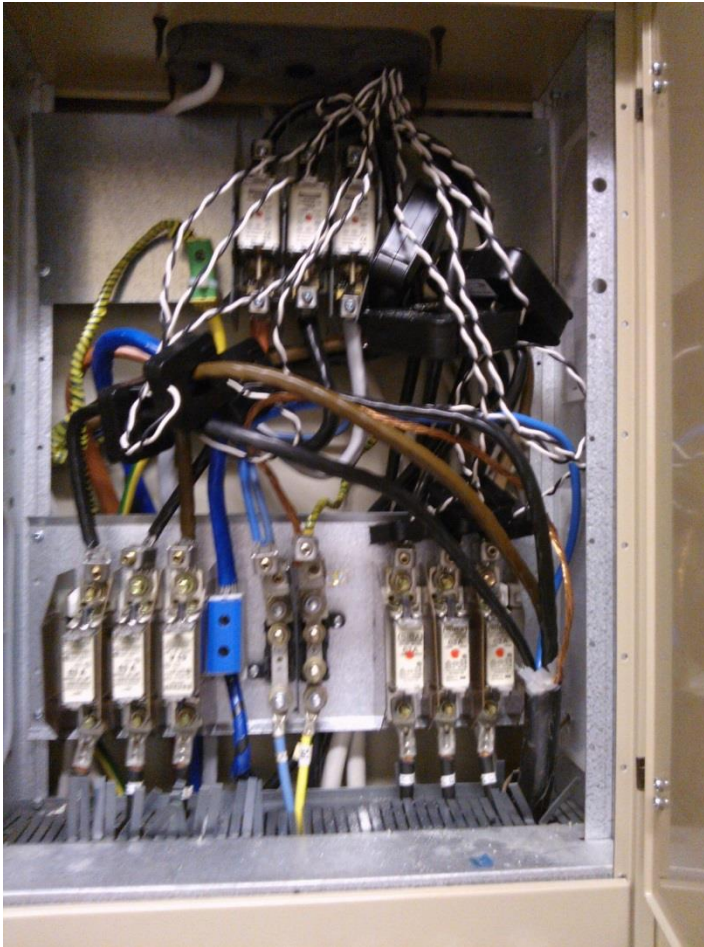
#### 4.1 Virtamuuntajien mitoitus

Virtamuuntajat mitoitettiin pääosin sulakkeiden koon mukaan. 200 ampeerin sulakkeille valikoitui 200 ampeerin virtamuuntajat, kuten kuvan 11 päämittauksessa ja 63 A:n sulakkeille 100 A:n virtamuuntajat, kuten kuvan 12 ryhmäkohtaisissa mittauksissa.



Kuva 11. Päämittaus

Virtamuuntajien fyysinen koko voi vaikeuttaa niiden asentamista, ja kuvan 11 virtamuuntajat mahtuivat tässä tapauksessa juuri ja juuri paikalleen. Asentaessa virtamuuntajia tulee muistaa ja huomioida sähkötyöturvallisuus, ja asennuksen saa suorittaa vain sähköalan ammattilainen.



Kuva 12. Ryhmäkohtaiset mittaukset

Valmistajan tietojen mukaan virtamuuntajan mittaaman virran ero todelliseen virta-arvoon on noin 1 %:n luokkaa, jos mitattavassa johtimessa kulkee yli 10 % virtaa virtamuuntajan nimellisarvosta. Toisin sanoen 200 A:n virtamuuntajalla mitattavassa johtimessa tulee kulkea vähintään 20 A, jotta mitatut arvot olisivat luotettavia. Asennuskohteissa olisi ollut myös mahdollisuus 200 A:n virtamuuntajien sijaan asentaa 100 A:n virtamuuntajat tai 100 A:n virtamuuntajien sijaan 50 A:n virtamuuntajat, koska todellisuudessa virran arvo ei tule koskaan ylittämään virtamuuntajien nimellisarvoa. Vaikka johtimessa kulkevan virran arvo joskus ylittäisikin virtamuuntajan nimellisarvon, ei siitä koituisi vahinkoa itse virtamuuntajalle tai pääyksikölle. (Egauge Systems 2014a.)

Huomioitavaa virtamuuntajan mitoituksessa on myös virtamuuntajan fyysinen koko. Virtamuuntajalla mitattavan johtimen tulee mahtua virtamuuntajan renkaan

läpi. Virtamuuntajien renkaiden halkaisija vaihtelee 1–5 senttimetrin välillä. Kes-  
kusten ja muiden ahtaiden kohteiden asennuksissa myös virtamuuntajan ulkoi-  
nen koko voi vaikeuttaa sen sijoittamista. Kuvan 13 mittauksessa virtamuuntajat  
oli vaikea sijoittaa kokonsa vuoksi tulppasulakkeiden taakse. (Egauge Systems  
2014a.)



Kuva 13. Mittaus tulppasulakkeiden takaa

Virtamuuntajia asentaessa on tärkeää muistaa merkitä, mitä vaihetta ja kohdetta se mittaa, ja mikä on asennetun virtamuuntajan nimellisarvo. Käyttöönotto-  
vaiheessa käyttöliittymässä tulee asettaa virtamuuntajat vaiheineen juuri oikeaan  
järjestykseen ja nimellisvirraltaan oikean kokoisina varmojen mittaustietojen saa-  
miseksi. Edellä mainittujen tietojen kirjaamisessa voidaan käyttää liitteenä 1 ole-  
vaa taulukkoa, joka on saatu laitteen manuaalin mukana.

## 4.2 Laitteen sijoitus

Pääyksikön sijoituspaikka kannattaa harkita jo virtamuuntajien asentamisen yhteydessä. Virtamuuntajien parikaapelin pituus on rajallinen ja ilman niiden jatkamista pääyksikköä ei voi sijoittaa useamman metrin päähän keskukselta. Yleensä parikaapelin pituus on reilu 2 metriä. Asennuskohteet mahdollistivat laitteen sijoittamisen kahdella eri tavalla.

Ensimmäisessä asennuskohteessa Pohjois-lin koululla kuvan 14 keskus oli uudempi ja keskuksen sisältä löytyi ylimääräistä tilaa laitteelle. Mitattavat johtimet sijaitsivat heti laitteen sijoituspaikan ympärillä, mikä helpotti virtamuuntajien asennusta.



Kuva 14. Pohjois-lin koulun sähköpääkeskus

Pääyksikön lisäksi keskuksen sisään asennettiin homeplug-adapteri, jolle saatiin ethernet-yhteys keskuksen sivulta. Molemmille laitteille tehtiin kytkimet laitteiden virran katkaisemiseksi, jakorasiaa hyödyntämällä, kuten kuvassa 15 näkyy.



Kuva 15. eGaugen ja homeplugin sijoituspaikka kytkimiseen

Toisessa asennuskohteessa Aseman koululla keskuksen sisältä ei löytynyt tarpeeksi tilaa laitteen turvalliselle asennukselle. Pääyksikkö täytyi asentaa keskuksen yläpuolelle erilliseen koteloon, kuten kuvissa 16 ja 17 näkyy.



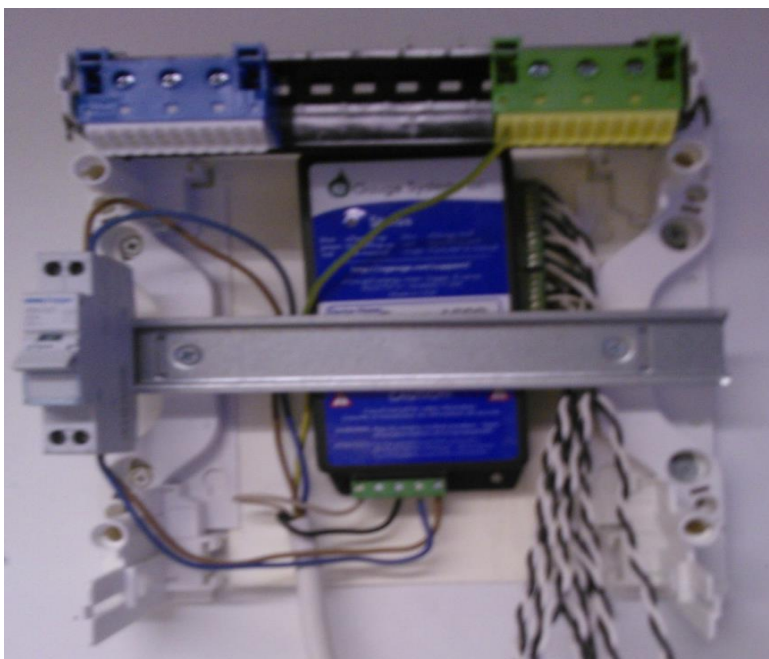
Kuva 16. eGaugen sijoituspaikka virtamuuntajien johtimiseen

Kuvassa 16 näkyy myös, että virtamuuntajien johtimien pituus oli riittävä. Ryhmäkohtaiset mittaukset mitattiin vasemman puolen tulppasulakkeiden yläpuolelta.



Kuva 17. Sijoituskotelo

Pääyksikölle otettiin käyttöön kytkin virran katkaisemiseksi. Kuvassa 18 näkyy, että pääyksikkö ottaa virtansa yhdeltä vaiheelta, jolloin kytkin sijoitetaan ainoastaan ennen sitä. Ruskea johdin on kytketty pääyksikön L1 porttiin ja sininen johdin on kytketty N-porttiin.



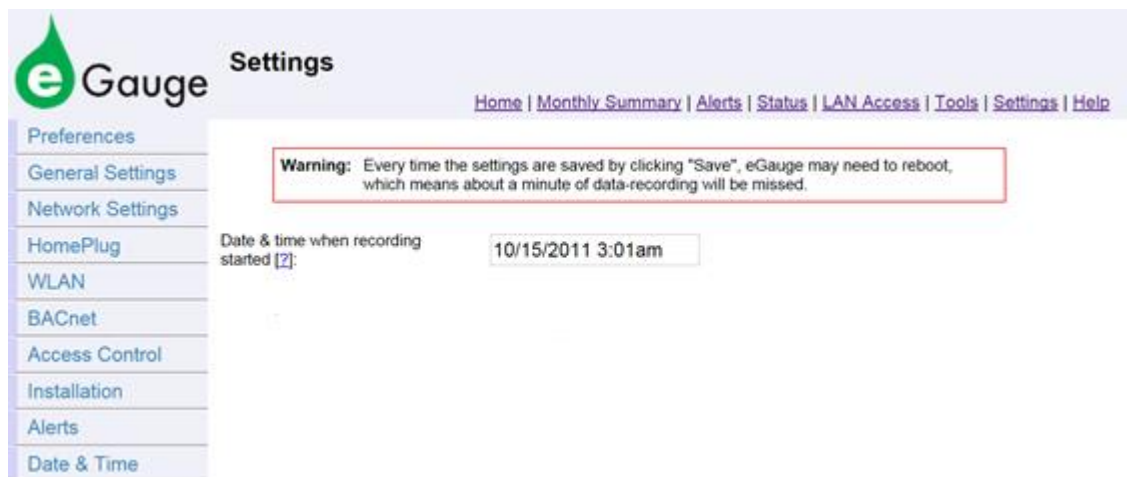
Kuva 18. Kotelon sisäinen asennus



Lopuksi samalta vaiheelta kytkettiin pistorasia homeplug-adapterille kotelon yläpuolelle, jotta varmistettaisiin yhteyden toimivuus adapterin ja pääyksikön välillä. Kytkin katkaisee virran myös pistorasiasta, johon adapteri kytkettiin.

## 5 KÄYTTÖLIITTYMÄ

Egaugen hallinta ja asetusten määrittäminen tapahtuu selainpohjaisen käyttöliittymän kautta. Liitteessä 2 on Aseman koulun eGaugen päänäkyminen. Sinisellä pohjalla oleva teksti näyttää keskiosan kuvaajassa olevan ajanjakson aikana kulutetun ja tuotetun sähköenergian määrän. Aikavälin voi valita klikkaamalla violetilla pohjalla olevia ajanjaksoja. Vihreän laatikon teksti ilmaisee yhteenvedon kulutuksista ja tuotoista alavetovalikosta valitulle ajalle. Oletusarvona on mittaustiedot viimeisen 30 päivän ajalta. Päänäkymän vasemman reunan kolmion alavetovalikon kautta voi syöttää tietyn aikavälin näkymään kuvaajassa. Tämän alavetovalikon kautta voidaan myös ladata mittaustiedot CSV-tiedostona. Oransseja laatikoita klikkaamalla voi muuttaa kuvaajan skaalaa. Päänäkymän alalaidasta voi valita halutun kulutuksen tai tuoton näkymään kuvaajassa. Oikeassa reunassa olevasta pystypalkista näkee tämän hetken reaaliaikaisen kulutustiedot. Kaikki muut laitteisiin liittyvät asetukset ja toiminnot löytyvät kuvassa 19 näkyvistä valikoista.



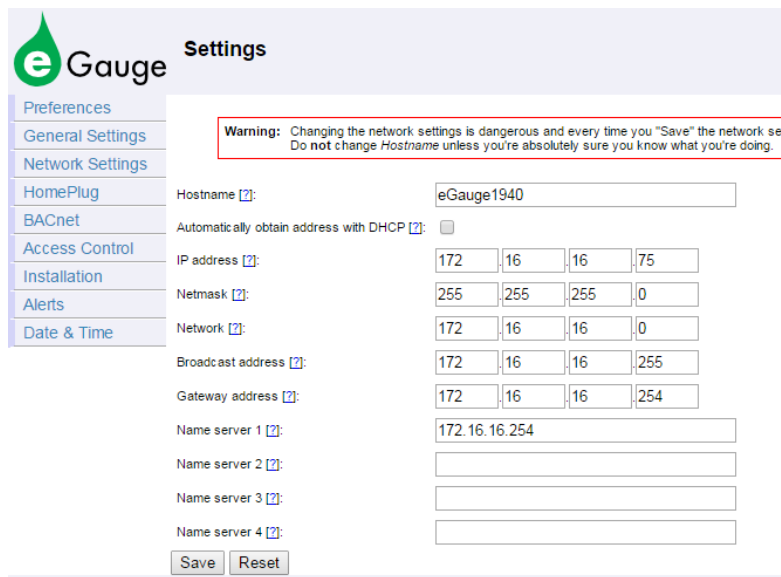
Kuva 19. Asetus- ja toimintovalikot

### 5.1 Käyttöönotto

Laitteeseen on mahdollista yhdistyä lähiverkon (LAN) tai internetin kautta. Lähiverkossa laitteeseen yhdistäessä riittää, että selaimen osoitekenttään syötetään osoitteen `http://devname/`, jossa devname on pääyksikön kannessa oleva Device name eli laitteen nimi. Internetin kautta yhdistettäessä voi mennä osoitteeseen

<http://egaug.net/devices/> ja hakea laitetta hakukentästä laitteen nimellä. Internetin kautta voi laitteeseen yhdistyä myös suoraan syöttämällä selaimen osoitekenttään <http://devname.egaug.es/>, jossa devname on laitteen nimi. (Egauge Systems 2013.)

Egauge-laitteelle voi joutua määrittämään staattisen ip-osoitteen, jos DHCP-verkoproto-kolla ei ole käytössä tai ei toimi. Oletusarvoisesti laite käyttää osoitetta <http://192.168.1.88/>. Staattinen ip-osoite määritellään uudeksi, koska laitteen oletusarvoisesti käyttämä osoite voi päätyä myös jollekin toiselle verkon laitteelle ja näin laitteet voivat haitata toistensa toimintaa. Staattisen ip-osoitteen voi määrittää klikkaamalla käyttöliittymässä settings ja aukeavalta näytöltä network settings. Uudet arvot staattisen ip-osoitteen määrittämiseen tulee kysyä verkon ylläpitäjältä tapauskohtaisesti. Kun uudet arvot ovat tiedossa ja syötetty, pitää tarkistaa ettei Automatically obtain address with DHCP ole ruksittu. Tiedot tallentuvat klikkaamalla Save, jonka jälkeen laitteeseen voi yhdistyä osoitteella <http://staticip/>, jossa staticip on laitteen uusi ip-osoite. Kuvassa 20 näkyy esimerkki Pohjois-lin laitteen verkkoasetuksista. (Egauge Systems 2013.)



**eGauge Settings**

- Preferences
- General Settings
- Network Settings
- HomePlug
- BACnet
- Access Control
- Installation
- Alerts
- Date & Time

**Warning:** Changing the network settings is dangerous and every time you "Save" the network settings, Do not change Hostname unless you're absolutely sure you know what you're doing.

Hostname: eGauge1940

Automatically obtain address with DHCP:

IP address: 172.16.16.75

Netmask: 255.255.255.0

Network: 172.16.16.0

Broadcast address: 172.16.16.255

Gateway address: 172.16.16.254

Name server 1: 172.16.16.254

Name server 2:

Name server 3:

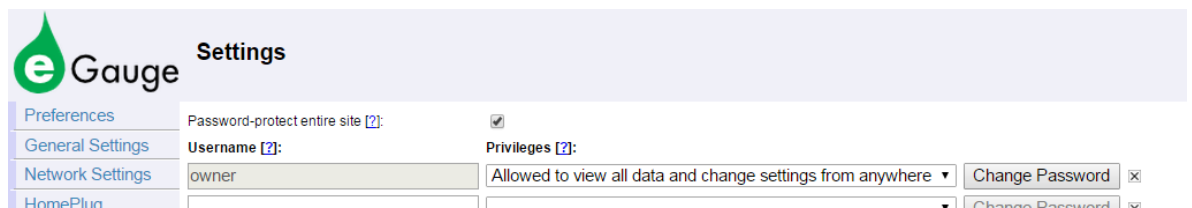
Name server 4:

Save Reset

Kuva 20. Pohjois-lin koulun yhteysasetukset

### 5.1.1 Asetukset

Tietoturvallisuuden kannalta on tärkeintä muuttaa käyttöliittymän salasana. Oletusarvoisesti eGauge käyttää käyttäjänimenä owner ja salasanan default. Käyttäjiä ja salasanoja pääsee hallitsemaan settings-valikosta kohdasta access control. Käyttäjiä on mahdollisuus tehdä useita, ja heille määritellä eri käyttöoikeuksia. Laitteen käyttöliittymän näkymisen muille voi myös suojata salasanalla tarpeen vaatiessa ruksittamalla kohdan Password-protect entire site kuten kuvassa 21.



Kuva 21. Käyttöoikeus ja sivun salanasuojaus

Internetin kautta laitteeseen yhdistyvien käyttäjien tulee tarkistaa salasanaa vaihtaessaan, että heillä on ainakin käyttäjällä owner valittuna käyttöoikeudeksi Allowed to view all data and change settings from anywhere. Tällöin vältetään tilanteelta, jossa ensimmäistä kertaa asetuksia muuttaessaan käyttäjä on laitteeseen yhteydessä lähiverkon kautta, mutta toisella kerralla internetin kautta, jolloin hän ei enää pääsekään muokkaamaan asetuksia kuin palaamalla laitteen asetuksiin lähiverkon kautta.

### 5.1.2 Kaavat ja kuvaajat

Järjestelmän käyttöönottoaiheessa päänäkymä on kuvaajan osalta tyhjä. Asennettujen virtamuuntajien tiedot tulee syöttää laitteelle käyttöliittymän kautta, että laite alkaisi tallentamaan mittaus tietoja ja piirtämään kuvaajia. Tiedot saa syötettyä klikkaamalla päänäkymän oikeasta ylä laidasta settings ja avautuvan sivun vasemmasta laidasta kohtaa installation. Ensimmäiseksi valitaan alavetovalikoista virtamuuntajien koot. Seuraavaksi lisätään mittauskohde Registers kohdan alapuolelle klikkaamalla Add Register ja kirjoittamalla kohteen nimi. Kohteen kaava saadaan muodostettua klikkaamalla sen oikealla puolella olevaa painiketta

Add Component. Koska kaikki mittaukset olivat kolmivaiheisia, tulee Add Component-painiketta klikata 3 kertaa, minkä jälkeen valitaan kaavan komponenteiksi mittauskohdetta mittaavat virtamuuntajat ja niiden vaiheet. Edellinen toistetaan jokaisen mittauskohteen kohdalla erikseen. Kuvassa 22 on esimerkki tallennettavista virtamuuntajista ja mittauskohteista. Lopuksi uudet asetukset otetaan käyttöön ja tallennetaan klikkaamalla Save.

**eGauge Settings**

Preferences  
General Settings  
Network Settings  
HomePlug  
WLAN  
BACnet  
Access Control  
Installation  
Alerts  
Date & Time

**Potential Transformers (PTs):**

L1	direct (no PT)	-4.003	L2	direct (no PT)	-4.003	L3	direct (no PT)	-4.003
----	----------------	--------	----	----------------	--------	----	----------------	--------

**Current Transformers (CTs):**

CT1	100A	12.281	CT2	100A	12.281	CT3	100A	12.281	CT4	100A	12.281
CT5	100A	12.281	CT6	100A	12.281	CT7	400A	3.075	CT8	400A	3.075
CT9	400A	3.075	CT10	200A	6.148	CT11	200A	6.148	CT12	200A	6.148

**Remote Devices:**

Device name: Protocol: Device address:  
Add Device

**Registers (4 of 16 in use):**

Name:	Recorded value/formula:	
Päämittaus	$\times = P \times =$ CT10 $\times$ L1 $\times$ + CT11 $\times$ L2 $\times$ + CT12 $\times$ L3 $\times$	Add Component
Keittiörakennus	$\times = P \times =$ CT1 $\times$ L1 $\times$ + CT2 $\times$ L2 $\times$ + CT3 $\times$ L3 $\times$	Add Component
Ilmanvaihto	$\times = P \times =$ CT4 $\times$ L1 $\times$ + CT5 $\times$ L2 $\times$ + CT6 $\times$ L3 $\times$	Add Component
Maalämpö	$\times = P \times =$ CT7 $\times$ L1 $\times$ + CT8 $\times$ L2 $\times$ + CT9 $\times$ L3 $\times$	Add Component

Add Register

**Totals and Virtual Registers:**

Usage	$= + \times$ Päämittaus $\times$	Add Register
Generation	$=$	Add Register

Add Virtual Register

Save Reset

Kuva 22. Installation-sivun asetukset Aseman koulu laitteella

Virtamuuntajien ja mittauskohteiden tallentamisen jälkeen voi käydä tarkistamassa, että mittauksiedot ovat ainakin silmämääräisesti totuudenmukaisia. Virtamuuntajien mittaamat virrat, eri vaiheiden jännitteet, näiden pohjalta lasketut tehot ja taajuus näkyvät tools-valikon kohdassa channel checker. Kuvassa 23 näkyy Pohjois-lin koulun eGaugen mittaamat arvot. Jos jokin asennetuista virtamuuntajista olisi esimerkiksi asennettu väärinpäin, näyttäisi channel checker tehon kyseisen virtamuuntajan kohdalla negatiivisena. Tilannetta ei tarvitse korjata käymällä asentamassa väärinpäin olevaa virtamuuntajaa oikeinpäin, vaan korjauksen voi suorittaa käyttöliittymän kautta muokkaamalla installation-sivulla kyseinen virtamuuntaja negatiiviseksi.

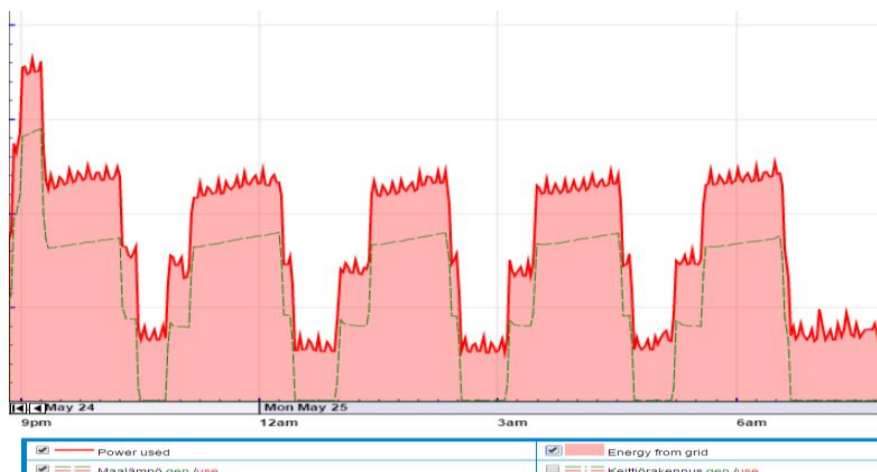
**eGauge Channel Checker**

As of Mon May 25 2015 21:23:53 GMT+0300 (Suomen kesäaika):

Frequency:	50.00 Hz	1.krs+keittiö(RKU11) (L1*CT1)	169.7 W (PF 0.95)
L1 (ch0):	234.5 V	1.krs+keittiö(RKU11) (L2*CT2)	67.3 W (PF 0.46)
L1 (ch8):	n/a	1.krs+keittiö(RKU11) (L3*CT3)	451.1 W (PF 0.66)
L2 (ch1):	235.2 V	Kellari+ilmanvaihto(RKU02) (L1*CT4)	500.1 W (PF 0.87)
L3 (ch9):	236.0 V	Kellari+ilmanvaihto(RKU02) (L2*CT5)	596.3 W (PF 0.98)
CT1:	0.76 A	Kellari+ilmanvaihto(RKU02) (L3*CT6)	316.2 W (PF 0.85)
CT2:	0.62 A	Maalämpö (L1*CT7)	4745.2 W (PF 0.92)
CT3:	2.89 A	Maalämpö (L2*CT8)	3536.4 W (PF 0.86)
CT4:	2.46 A	Maalämpö (L3*CT9)	3312.8 W (PF 0.83)
CT5:	2.58 A	Vanha koulu (L1*CT10)	762.1 W (PF 0.96)
CT6:	1.58 A	Vanha koulu (L2*CT11)	125.7 W (PF 0.54)
CT7:	22.10 A	Vanha koulu (L3*CT12)	176.7 W (PF 0.84)
CT8:	17.46 A		
CT9:	16.81 A		
CT10:	3.39 A		
CT11:	0.99 A		
CT12:	0.89 A		

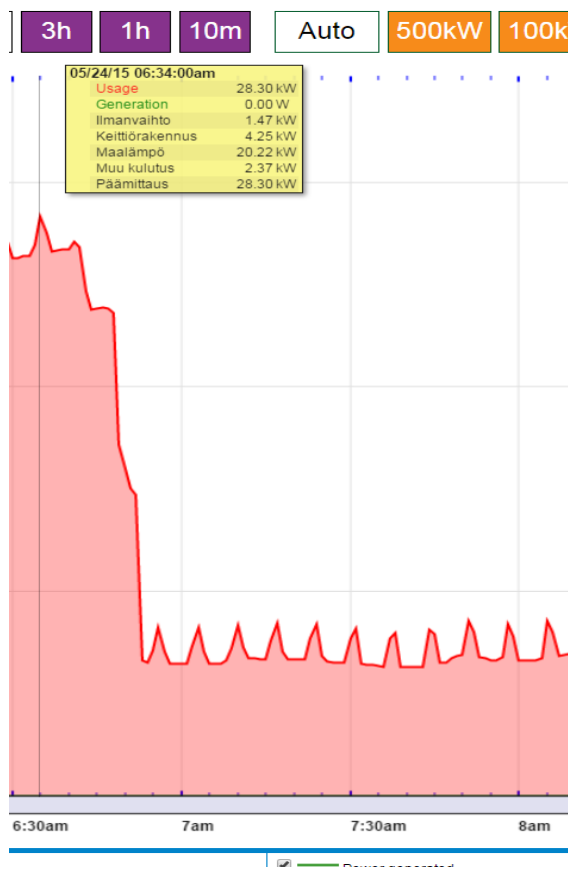
Kuva 23. Channel Checker Pohjois-lin koulun laitteella

Mittauskohteiden lisäämisen ja tarkistuksen jälkeen valitaan Totals and Virtual Registers kohdan alle kohtaan Usage se mittauskohde, joka halutaan nähtävän päänäkymässä punaisena kuvaajana tai vastaavasti Generation kohtaan tuotto, joka näkyy päänäkymässä vihreänä. Muut mittauskohteet näkyvät vain viivana. Esimerkiksi kuvassa 24 Registers kohtaan on valittu maalämpö ja Totals and Virtual Registers kohtaan päämittaus, jolloin päämittaus näkyy punaisena alueena ja maalämpö vihreänä viivana.



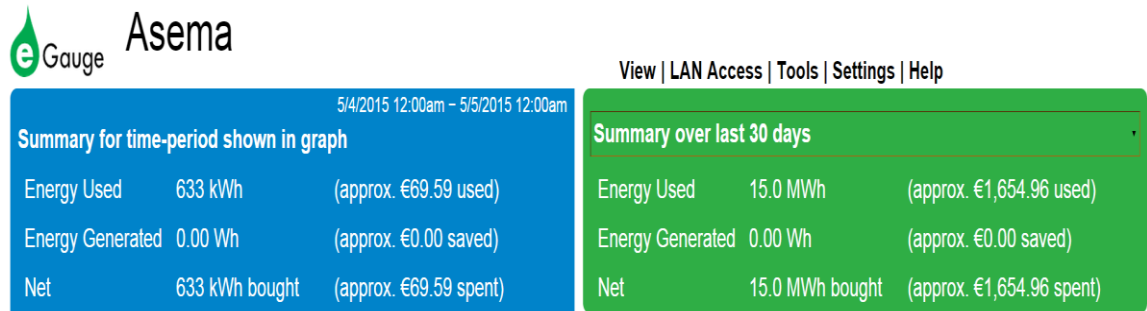
Kuva 24. Päämittauksen ja maalämpömittauksen kuvaajat

Kuvaajassa saa myös näkymään tietyn ajanhetken jokaisen mittauskohteen tehonkulutuksen numeroina pitämällä näppäimistön control-napin pohjassa ja liikkuttamalla tietokoneen osoitinta halutulla kohdalla. Tämän avulla on helppo tarkastella esimerkiksi kuvan 25 erään kulutushuipun jakautumista eri mittauspisteiden osiin.



Kuva 25. Kulutushuipun kulutusarvot

Kuvassa 26 olevan päänäkymän sinisen ja vihreän alueen saa ilmoittamaan kulutetun energiamäärän lisäksi kulutetun energiamäärän hinnan, kun hinta on tiedossa. Laitteen ohjelma laskee tällöin automaattisesti kulutetun energiamäärän hinnan ja päivittää sen näkymään molemmissa yhteenvedoissa.



Kuva 26. Päänäkymän yhteenvedot

Keskimääräisen hinnan per kWh voi syöttää kohtaan Average cost of 1kWh of electricity valitsemalla settings ja preferences. Kuvassa 27 näkyy preferences-sivu, josta voi muokata myös esimerkiksi päänäkymän sivun nimen, joka oli tässä tapauksessa Asema.

The screenshot shows the eGauge Preferences Editor interface. At the top left is the eGauge logo and the title 'Preferences Editor'. Below this is the section 'global preferences' with the following settings:

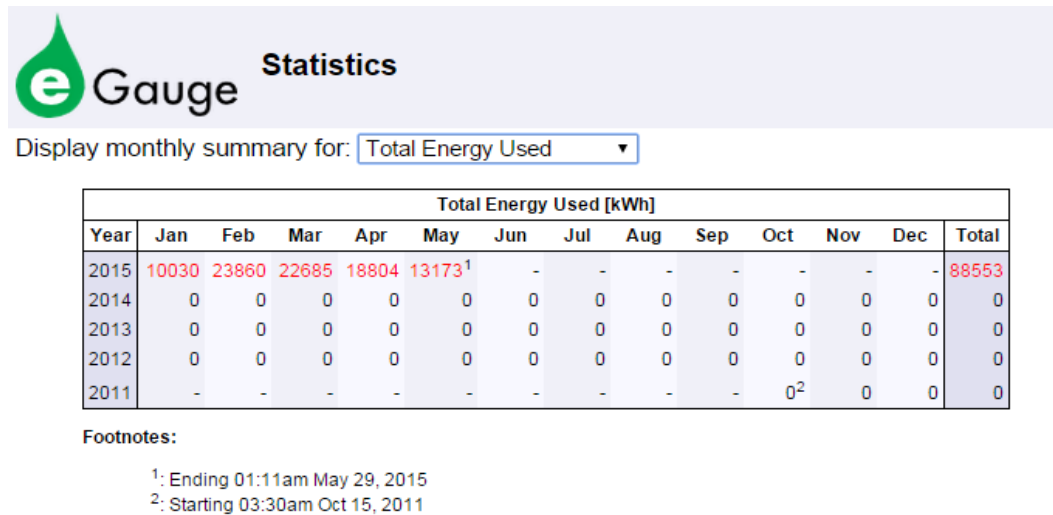
Custom device name to use in web-page titles	<input type="text" value="Asema"/>
Default time-zoom for the graph	<input type="text" value="1440"/> Minutes
Default power-zoom for the graph	<input type="text" value="-1"/> W
List of registers to display in graph by default	<input type="text" value="+"/>
Default view to display	<input type="text" value="default"/>
Symbol to use for displaying monetary values	<input type="text" value="€"/>
Average cost of 1kWh of electricity	<input type="text" value="0.11"/> \$

Kuva 27. Aseman koulun laitteen preferences-sivu



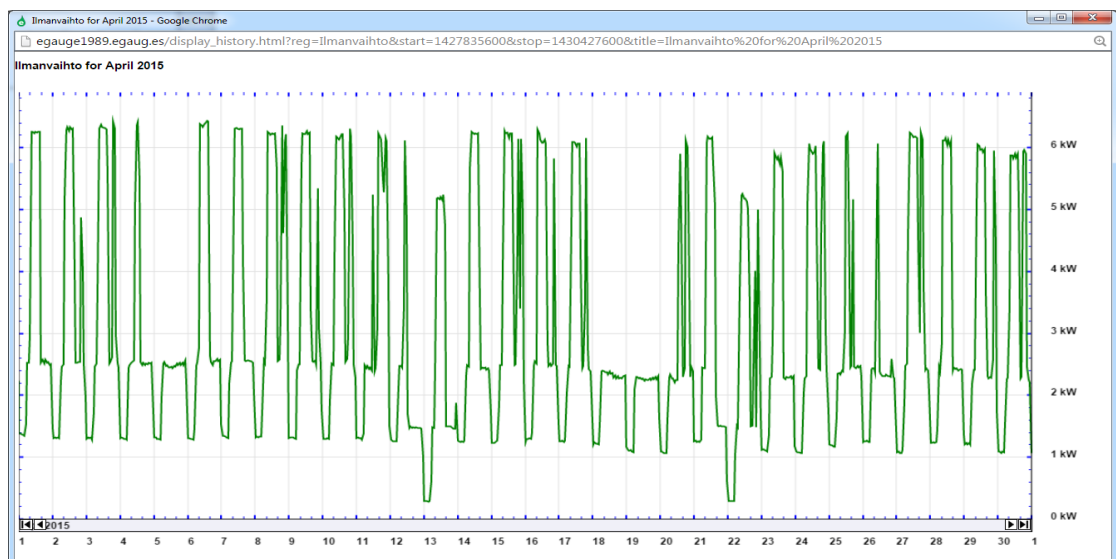
## 5.2 Kulutustiedot ja tiedonsiirto

Kulutustiedot ja kulutetun sähköenergian määrän löytyy valikosta monthly summary. Sivulta näkee kuukauden ja vuoden aikana kulutetun sähköenergian määrän mittauskohteittain kuten kuvassa 28.



Kuva 28. Vuoden ja kuukausien kokonaiskulutukset

Valitsemalla mittauskohteen valikosta ja klikkaamalla kuukaudessa kulutetun sähkön määrää avautuu siitä myös mittauskohteen kulutuksen kuvaaja. Ilmanvaihdon esimerkkikuvaaja huhtikuulta 2015 näkyy kuvassa 29.



Kuva 29. Ilmanvaihdon huhtikuun kulutuksen kuvaaja

Kulutustiedot on myös mahdollista ladata csv-tiedostona omalle tietokoneelle. Tiedoston latauslinkki löytyy päänäkyvän kolmion valikosta nimellä Export data to spreadsheet (CSV). Ennen tiedoston lataamista valitaan tietojen tyypiksi kumulatiivinen vaihtoehto kulutetun sähköenergian määrän saamiseksi sekä haluttu aikaväli. Ladatun tiedoston arvoja pääsee helpoimmin käsittelemään avaamalla ensin excel ja valitsemalla sieltä hae tietoja tekstistä. Seuraavaksi valitaan ladattu tiedosto ja avautuvassa asetus-ikkunassa erottimiksi valitaan sarkain ja pilkku. Taulukon muodostuttua maalataan kulutusarvot ja etsi ja korvaa-toimintoa hyväksikäyttäen muutetaan pisteet pilkuiksi, jotta arvojen käyttö laskennassa ja raportoinnissa olisi mahdollista.

### 5.3 Ongelmatilanteet ja ratkaisut

Ongelmatilanteita tuli laitteen käyttöönoton yhteydessä ja käyttöönoton jälkeen useamman kerran. Esimerkiksi käyttöliittymän jotkin toiminnot eivät toimineet, kuten niiden olisi pitänyt toimia ja järjestelmän normaalikäyttö oli estynyt. Laitevalmistajan sivuilta löytyy kattava listaus ongelmista ja ratkaisuista. Moniin ongelmiin yleisratkaisuna oli järjestelmän ohjelmiston päivitys. Huomioitavaa ohjelmistoa päivittäessä oli, että käyttäjän käyttöoikeus muuttui päivityksen jälkeen ja laitteen asetusten muuttaminen oli enää mahdollista lähiverkossa etäyhteyden sijaan. Laitevalmistajan sivuilla ei ollut mainintaa käyttöoikeuden muutoksesta ja siksi suositeltavaa olisi päivittää laitteen ohjelmisto heti asennuksen yhteydessä paikan päällä.

Ongelmaksi muodostui myös Aseman koulun päämittauksen virtamuuntajien yli-  
mitoitus. Virtamuuntajat mitoitettiin sulakekoon mukaan 200 A:n kokoisiksi, mutta jälkepäin huomattiin pohjakuorman olevan suurimmaksi osaksi ajasta välillä 10–20 A. Ratkaisuna on vaihtaa tilalle 100 A:n virtamuuntajat. Virtamuuntajia ei kuitenkaan vielä ole vaihdettu, vaan jätetty kokeiluna paikalleen mittaamaan. Kokeilun tuloksena oli, että mitatut arvot olivat verrattaessa lin Energialta saamiin todellisiin arvoihin noin 40 % suuremmat.

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen jo siksi, että pääsi vaikuttamaan oman kunnan alueella. Järjestelmän asentamisen vaiheet ja useamman järjestelmän asentaminen toivat työskentelyyn rutiinia ja arvokasta kokemusta. Itseäni olisi kiinnostanut saada järjestelmään mittauskohteeksi myös jokin sähköä tuottava laite, esimerkiksi aurinkopaneeli, ja näin antaa järjestelmän itse laskea säästöä pitkän ajan kuluessa.

Opinnäytetyön tavoite toteutui ja yhteensä järjestelmiä on lin kunnassa käytössä jo neljä. Yhdellä eGaugella on kuitenkin aika hankala seurata useampaa sähkönkuluttajakohdetta, koska sillä ei voi seurata kuin neljää kolmivaiheista kohdetta yhtä aikaa. Useamman kuluttavan laitteen lisääminen seurantaan olisikin parempi toteuttaa niin, että yhdessä kohteessa olisi kaksi eGaugea yhtä aikaa.

lin kunnan tavoitteena on tällä hetkellä lisätä reaaliaikaisen sähkönkulutuksen seurantaan muitakin alueen kouluja, päiväkoteja ja kiinteistöjä. Tekemäni opinnäytetyön pohjalle on tulossa jatkovaihe, jossa kunnan kiinteistöjen vesimittareita muutetaan etäluettaviksi ja ne liitetään eGaugeen. Kunnalla on tarkoitus ollut myös lisätä eGaugeen vedenkulutuksen lisäksi lämmön mittaus.

Säästökohteita kouluissa luulisi alkavan nyt löytymään, kun järjestelmät on saatu mittaamaan. Ainakin ilmanvaihtokoneiden käyntiajat kannattaa tarkistaa ja lisäksi, että onko esimerkiksi viikonloppuisin käytössä erillisiä viikonloppuasetuksia.

Mittausjärjestelmät voisi ottaa myös koululaisten tarkasteltavaksi ja mahdollisuuksien mukaan myös opetusvälineeksi energiansäästötoimenpiteiden havainnollistamiseksi. Esimerkiksi päänäkymän kulutuskuvaaja on yksinkertaista lisätä näkymään vaikkapa koulun aulan näyttöön. Tätä tarkoitusta varten oli alun perin mukana myös toinen seurantalaitteisto, mutta laitteistossa ilmennyeen vian vuoksi, sitä ei voinut ottaa mukaan tähän opinnäytetyöhön.

## LÄHTEET

Egauge Systems 2013. Owner's manual. Viitattu 20.12.2014.  
<https://www.egauge.net/docs/eg30xx-booklet.pdf>

Egauge System 2014a. Current Transformer (CT) Selection Guide. Viitattu 15.12.2014.  
<https://www.egauge.net/docs/egauge-CT-guide.pdf>

Egauge Systems 2014b. Tutorial 2: HomePlug information and pairing tutorial. Viitattu 4.11.2014.  
<https://www.egauge.net/docs/egauge-tutorial-article-2-homeplug.pdf>

Egauge Systems 2015. General. Viitattu 22.4.2015.  
<https://www.egauge.net/overview#general>

Energiavirasto. Energiatehokkuussopimukset. Viitattu 14.05.2015  
<https://www.energiavirasto.fi/energiatehokkuussopimukset>

HINKU-foorumi 2015. Tietoa foorumista. Viitattu 14.05.2015.  
[http://www.hinku-foorumi.fi/fi-FI/Tietoa\\_foorumista](http://www.hinku-foorumi.fi/fi-FI/Tietoa_foorumista)

Iin Kunta 2015. Uusiutuvaa energiaa. Viitattu 14.05.2015.  
[http://ii.fi/uusiutuvaa\\_energiaa](http://ii.fi/uusiutuvaa_energiaa)

Motiva 2015. Energiatehokkuussopimukset. Sopimusalat. Viitattu 14.05.2015.  
<http://www.energiatehokkuussopimukset.fi/fi/sopimusalat/>

Sähkötieto 2015. ST 21.34. Ohjeita energiamittausten ja energianhallintajärjestelmien toteutukseen. Viitattu 28.05.2015.  
<http://severi.sahkoinfo.fi/item/5647?search=energiatehokkuus>

Työ- ja elinkeinoministeriö 2015. Energiatehokkuus. Viitattu 14.05.2015.  
<https://www.tem.fi/energia/energiatehokkuus>

## LIITTEET

- Liite 1. Taulukkopohja virtamuuntajien, vaiheiden ja kohteiden merkitsemiseen
- Liite 2. Aseman koulun eGaugen päänäkymä

LIITE 1

*EG30xx Owner's Manual**D INSTALLATION INFORMATION***D Installation Information**

Device Name:

CT #	Amperage [A]	Phase/Line	Measured item
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

**Notes:**



# Asema

[View](#) | [LAN Access](#) | [Tools](#) | [Settings](#) | [Help](#)

### Summary for time-period shown in graph

5/24/2015 2:27pm - 5/25/2015 2:26pm

Energy Used	464 kWh	(approx. €51.03 used)
Energy Generated	0.00 Wh	(approx. €0.00 saved)
Net	464 kWh bought	(approx. €51.03 spent)

### Summary over last 30 days

Energy Used	15.1 MWh	(approx. €1,661.55 used)
Energy Generated	0.00 Wh	(approx. €0.00 saved)
Net	15.1 MWh bought	(approx. €1,661.55 spent)

- All
- 1y
- 6M
- 3M
- 1M
- 3w
- 1w
- 3d
- 1d**
- 12h
- 6h
- 3h
- 1h
- 10m

- Auto**
- 500kW
- 100kW
- 50kW
- 10kW
- 5kW
- 1kW
- 500W
- 100W
- 50W

