



# Asumisen ekotehokkuuden monitorointi (AsEMo)

Massapilottien käynnistämisen tekninen osuus

## Loppuraportti

Kuopion yliopisto  
Ympäristötieteen laitos  
Ympäristöinformatiikan tutkimusryhmä  
Jarkko Tiirikainen  
Teemu Räsänen  
30.4.2009

## Sisällysluettelo

1	Taustaa .....	2
2	Lähtötilanne .....	3
2.1	Oppilastalo Oy, yleiskuvaus .....	3
2.2	HOAS, yleiskuvaus .....	3
2.3	Kiinteistöjen mittausjärjestelmät .....	3
3	Tavoitteet .....	4
4	Tutkittujen järjestelmien yleisiä piirteitä .....	4
4.1	Ouman EH-net .....	4
4.2	Energiakolmio EnerKey .....	6
5	Menetelmät .....	8
5.1	Mittaustiedon siirto Ouman EH-net –palvelimesta (Oppilastalo) .....	8
5.1.1	Tiedonsiirron toteutus Oppilastalon kohteissa .....	9
5.2	Mittaustiedon siirto EnerKey –palvelusta (HOAS) .....	10
6	Tulokset ja aineistojen vertailua .....	10
7	Johtopäätökset .....	13
8	Energian mittauksien hyödyntäminen .....	13
9	Yhteystietoja .....	15

# 1 Taustaa

Asumisen ekotehokkuus (AsEMo) -hankkeessa on tarkoituksena toteuttaa pilotteja, joiden avulla kehitetään asumisen ekotehokkuuden monitorointiin liittyviä informaatiopalveluja sekä demonstroidaan niitä keskeisille sidosryhmille. Hanketta koordinoi Posintra Oy ja yhteistyössä on mukana TKK:n Lahden keskus, Kuopion yliopiston ympäristöinformatiikan tutkimusryhmä sekä useat yritykset. Hankkeen kokonaisbudjetti on 770 000 €, josta 65 % on alueiden kehittämiseen tarkoitettua Euroopan aluekehitysrahaston tukea eli EAKR-rahoitusta. Loput 35 % rahoituksesta tulee yrityksiltä ja kunnilta. Hanke on osa Asumisen osaamisklusterin toimintaa.

AsEMo-hankkeen yleisenä tavoitteena on hahmotella, kehittää ja testata asukkaille, asunto-osakeyhtiöille ja kiinteistöpalveluille asumisen energiatehokkuutta ja turvallisuutta seuraava monitorointipalvelu. Monitorointi koskee energian, veden, kaukolämmön sekä ilmastoinnin kulutusta ja niiden laitteita.

Monitorointipalvelussa asuntoa ja sen ympäristöä mitataan antureilla / sensoreilla, data indeksoidaan ja tieto välitetään asukkaalle ja taloyhtiön edustajalle palveluna. Palvelu voi olla raportointitietoa (reaaliajassa ja määrävälein asukkaalle ja taloyhtiölle), hälytystietoa (laitevika tai toimintahäiriö), ohjaustietoa (tieto säätää laitteita) ja ennakointitietoa (sään vaihtelut, käyttöasteen muutokset) sekä näihin kytkeytyvää lisäpalveluita eri tilaajaryhmille. Asukas ja/tai huoltoyritys saa palvelun sähköpostilla, matkapuhelimella ja/tai muilla päätelaitteilla.

Tämän AsEMo-hankkeen alihankintana toteutettavan osaprojektin tarkoituksena oli toteuttaa pilottien rakentamisen ensivaiheen tehtäviä liittyen kohteiden (Oppilastalo Oy ja HOAS) kartoitukseen ja kohteissa mitattavan informaation tiedonsiirtoon Kuopion yliopiston palvelimille. Osaprojektin tehtävät käsittivät seuraavat osasuoritukset:

1. Kohdekartoitus (Oppilastalo Oy, HOAS)
3. Tietojärjestelmien kartoitus
4. Mittaustiedon muuttujien kuvaus
5. Tietoliikenneyhteyksien selvittäminen
6. Rajapintojen kartoitus
7. Mittaustiedon siirto Kuopion yliopiston palvelimille
8. Raportti edellä mainituista tiedoista

Tämä osaprojekti on toteutettu Kuopion yliopiston ympäristöinformatiikan tutkimusryhmän toimesta 1.11.2008 – 30.4.2009 välisenä aikana. Tässä raportissa on esitetty tehdyt toimenpiteet, kohteiden kartoituksen tulokset ja mittaustiedon hyödyntämiseen liittyvät seikat. Lisäksi raportin yhteenvedossa on esitetty ajatuksia siitä mihin mihin kiinteistöistä mitattavia tietoja voitaisiin hyödyntää erilaisissa tulevaisuuden monitorointipalveluissa.

## 2 Lähtötilanne

Projektin tutkimuskohteina olivat Lahdessa sijaitsevan Oppilastalo Oy:n opiskelija-asutuskäyttöön tarkoitettut kiinteistöt, sekä Helsingin seudun opiskelija-asuntosäätiön (HOAS) vastaavat kohteet pääkaupunkiseudulla. Molemmissa kohteissa on käytössä erilaisia kiinteistöautomaatiojärjestelmiä, joita käytetään säätö- ja automaatiotarpeiden lisäksi lämpöenergian, sähköenergian ja käyttöveden kulutuksen mittaukseen. Mittaustietoa käytetään tällä hetkellä esim. isännöinnin tarpeisiin.

### 2.1 Oppilastalo Oy, yleiskuvaus

Oppilastalo Oy on Lahdessa toimiva yhtiö, joka rakennuttaa ja hallinnoi vuokra-asuntoja lähinnä opiskelijoiden asuntotarpeeseen. Yhtiöllä on yhdeksän kerrostalokohdetta Lahden keskustan alueella ja yksi kohde Asikkalassa. Kaikkiaan näissä kiinteistöissä on yli 600 huoneistoa. Huoneistot ovat yksiöitä, kaksioita ja kolmioita sekä soluasuntoja 3-4 hengelle.

Oppilastalon kiinteistöissä käytettävän automaation ja mittausjärjestelmän on toimittanut Hämeen kiinteistöautomaatio Oy. Hämeen kiinteistöautomaatio myös vastaa teknisten järjestelmien ylläpidosta.

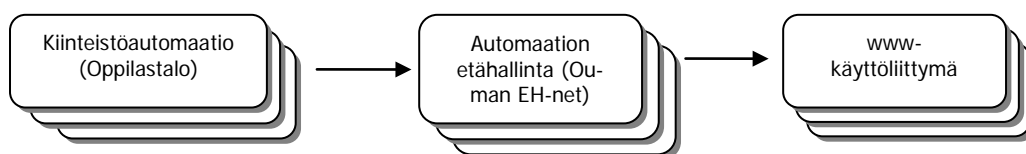
### 2.2 HOAS, yleiskuvaus

Helsingin seudun opiskelija-asuntosäätiön toiminta-ajatuksena on hallinnoida ja vuokrata asuntoja päätoimisille opiskelijoille pääkaupunkiseudulla. Toimintaan kuuluvat myös vanhojen kiinteistöjen osto ja saneeraus sekä uusien kohteiden rakennuttaminen. HOAS:n hallinnassa on yhteensä n. 7700 asuntoa joissa n. 16000 asukasta. Erillisiä asuntokohteita on n. 100.

Suuresta kiinteistömäärästä johtuen kohteiden automaatioaste on vaihteleva. Vanhemmissa kohteissa on käytössä ainoastaan energiamittareiden etäluentaa, kun taas uudemmissa ja saneeratuissa kohteissa on käytössä erilaisia automaatiojärjestelmiä. Järjestelmät toimittaa ja ylläpitää YIT Kiinteistötekniikka.

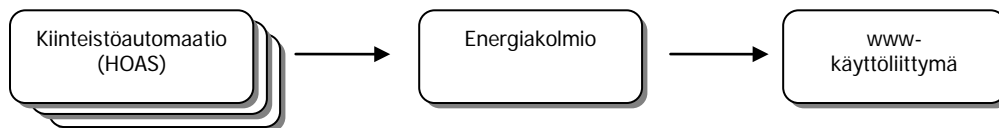
### 2.3 Kiinteistöjen mittausjärjestelmät

Oppilastalon ja HOAS:n mittausjärjestelmät ovat keskitetyn tiedonkeruun kannalta erilaisia, sillä kyseessä on kaksi eritasoista tiedonkeruuratkaisua. Oppilastalolla ei ole käytössä keskitettyä järjestelmää, joka kattaisi kaikki seurattavat kiinteistöt. Oppilastalo käyttää mittaustietojen keräykseen kiinteistökohtaisia, automaatiöväylään liitettyjä Ouman EH-net- hallintapalvelimia. Hallintapalvelimet on sijoitettu seurattaviin kiinteistöihin ja ne mahdollistavat automaation ohjauksen ja asetusten tekemisen internet-yhteyden kautta tavallisella www-selaimella. Laite myös tallentaa automaatiöväylästä lukemansa mittaukset ja pitää niistä yllä lokitiedostoa. Mittaustiedon käyttäjän kannalta kaikki kiinteistöt ovat erillisiä, rinnakkaisia järjestelmiä.



Kuva 1. Periaatekuva Oppilastalo Oy:n energiatiedon mittauksesta

HOAS:n asuntokohteissa on käytössä laajuudeltaan vaihtelevia automaatiojärjestelmiä, joilla on myös eri toimittajia. Kaikissa kohteissa on kuitenkin käytössä sähköisesti luettavat energiankulutusmittarit. HOAS on ottanut 2000-luvun alussa käyttöön Energiakolmio Oy:n energianmittauspalvelun, jolla useista vaihtelevista kohteista kerättävä energiankulutustieto saadaan määrämuotoisena keskitettyyn mittatietokantaan. Kyseisessä tiedonkeruujärjestelmässä kiinteistöjen energiamittarit on kytketty tuntikeruulaitteisiin, joiden tiedot siirretään puhelinverkon tai tcp/ip-verkon kautta Energiakolmion järjestelmään. Kerätty mittaustieto ja siitä muodostetut raportit ovat sitten luettavissa Energiakolmion EnerKey www-palvelussa. Automaation etähallinta HOAS:ssa on järjestetty erikseen, ja se jää tämän projektin ulkopuolelle.



Kuva 2. Periaatekuva HOAS:n energiatiedon mittauksesta

### 3 Tavoitteet

Projektin tavoitteena oli tutkia kahden toisistaan poikkeavan energiatiedon keräysjärjestelmän rakennetta ja liityntöjä aineiston siirtoa varten. Tavoitteena oli muodostaa yhteys olemassa oleviin järjestelmiin, siten että energianmittaustieto saadaan siirrettyä ulkopuoliseen tiedonkeruujärjestelmään kokonaisuudessaan ja mahdollisimman ajantasaisena.

## 4 Tutkittujen järjestelmien yleisiä piirteitä

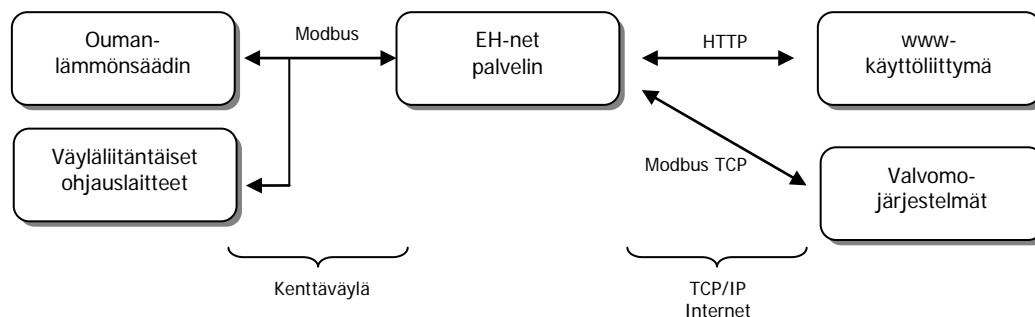
### 4.1 Ouman EH-net

EH-net –hallintapalvelin on kiinteistöautomaatiojärjestelmään kytkettävä sulautettu laite, joka mahdollistaa automaation hallinnan internet-yhteyden läpi. EH-net liitetään Oumanin automaatiojärjestelmän rungon muodostamaan Modbus-väylään, jossa se voi kommunikoida korkeintaan 30 säätö- ja ohjauslaitteen kanssa. Yhteys palvelimesta ulospäin muodostetaan joko tcp/ip-verkon tai gsm-modeemin avulla.



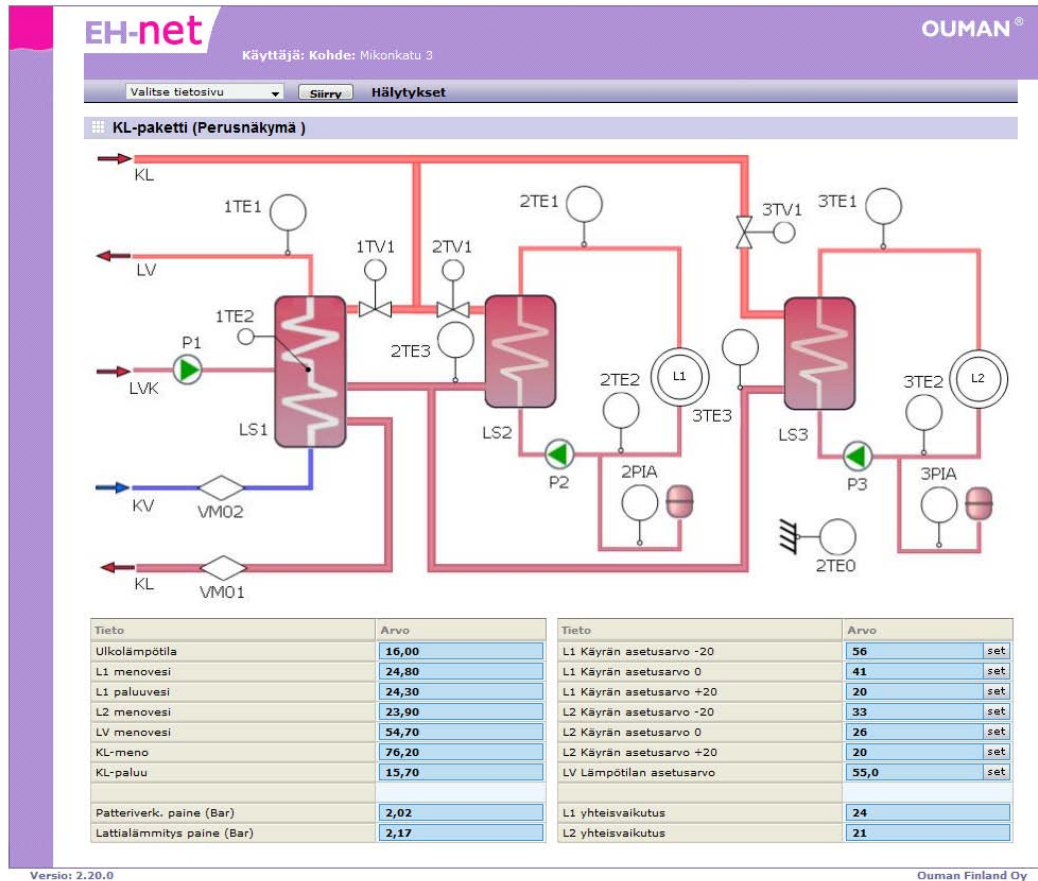
**Kuva 3. Ouman EH-net -palvelin asennettuna EH-203 –lämmönsäätimen yhteyteen**

EH-net voi kerätä mittauslokia kaikista samassa väylässä olevista laitteista. Kerättäviä mittauspisteitä voi olla kerrallaan käytössä korkeintaan kahdeksan. Mittausten aikaresoluutio voidaan asettaa tarpeen mukaan. Laitteen rajallisen muistin takia lyhyt näytteenottoväli kuitenkin lyhentää tallennetun mittaushistorian pituutta. Tallennettuja tietoja voi tarkastella graafisesti laitteen www-käyttöliittymästä, josta lokitiedoston voi myös tallentaa CSV-tiedostona. EH-net voi toimia myös laajemmassa järjestelmässä yhdyskäytävänä ylemmän tason valvomojärjestelmiin (Modbus-gateway).



**Kuva 4. Ouman EH-net -palvelimen liityntä automaatiojärjestelmään**

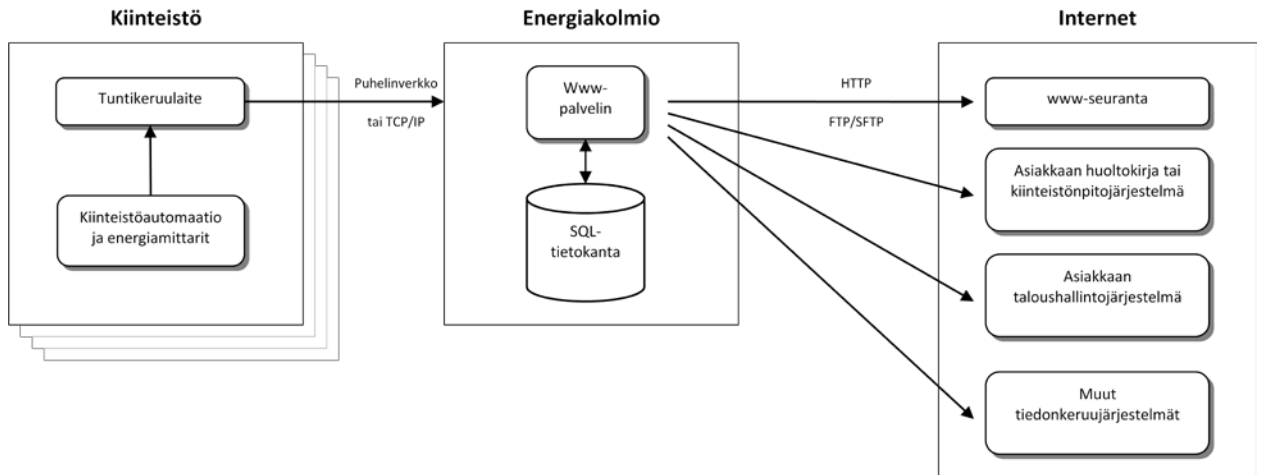
EH-net -palvelinta on ollut tuotannossa kahta eri versiota (ver. 2.20.0 vuodesta 2006 sekä ver. 3.23.1 vuodesta 2008). Oppilastalon kiinteistöihin asennetut laitteet ovat vanhempaa versiota 2.20.0. Laitteet eroavat toisistaan jonkin verran ohjelmiston osalta. Uudemmassa versiossa on mm. toteutettu mittaus-tiedon ajastettu siirto FTP-palvelimelle. Vanhemmassa, ja Oppilastalon käyttämässä laitteessa tätä toimintoa ei ole ollenkaan.



Kuva 5. Automaatiojärjestelmän hallinta www-selaimella Ouman EH-net –laitteen avulla

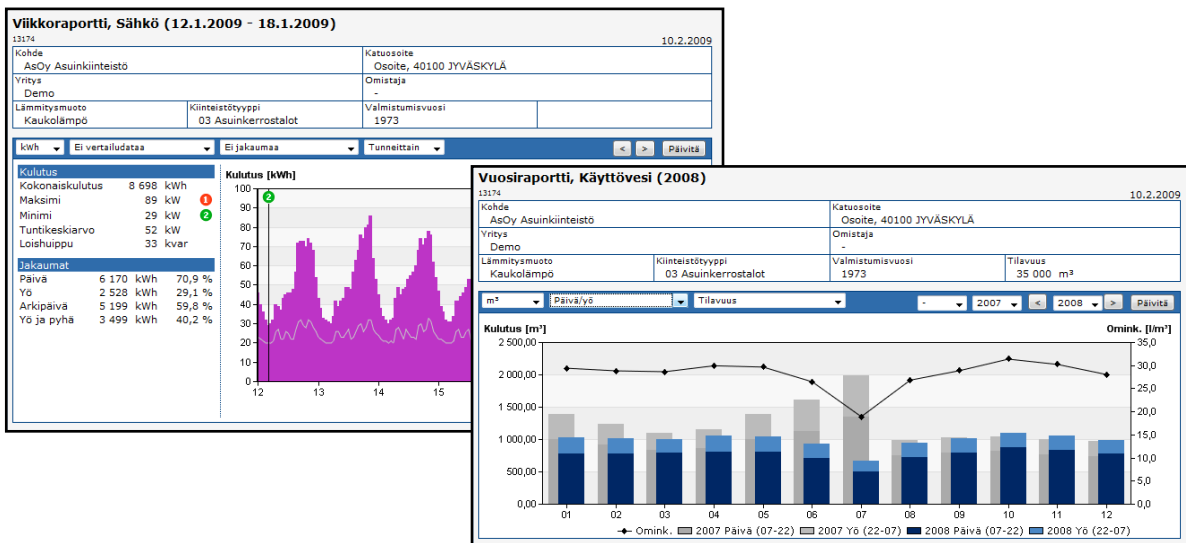
## 4.2 Energiakolmio EnerKey

HOAS käyttää mittaustiedon keräykseen ja tiedonhallintaan Jyväskyläläisen Energiakolmio Oy:n EnerKey –palvelua. EnerKey –kulutusseurantapalveluun kerätään kiinteistökohtaiset tuntimittaustiedot käyttäen kiinteistöjen energiamittareihin kytkettyjä etäluentalaitteita. Etäluentalaitteiden tiedot siirretään EnerKey-palveluun käyttäen gsm-modeemeita tai tcp/ip-verkkoja. Etäluennan ulkopuolella olevien kohteiden kulutustieto voidaan tarvittaessa syöttää käsin. Tätä käytetään lähinnä pienemmissä kohteissa.



Kuva 6. Mittaustiedon keräys ja raportointi EnerKey-palvelun avulla

EnerKey tarjoaa monipuolisia välineitä kulutusseurantaan sekä energiamäärän että aiheutuneiden kustannusten mukaan. Järjestelmä tuottaa käyttäjälle raportteja aina tuntitasolta vuositason tarkasteluihin saakka. EnerKey voi lähettää myös automaattisia hälytyksiä käyttäjän määrittelemissä poikkeustilanteissa sähköpostitse tai tekstiviestinä.



Kuva 7. Esimerkkejä EnerKey -järjestelmän kulutusraporteista

EnerKey-järjestelmän keräämää tietomassaa on hyödynnetty myös muiden tietojärjestelmien osana. Järjestelmässä on olemassa mahdollisuus tiedonsiirtoon toisia tietojärjestelmiä varten. Aikaisemmin tätä tiedonsiirtomahdollisuutta on hyödynnetty huotokirja- ja kiinteistönpitojärjestelmiä varten.

EnerKey-järjestelmän tiedonsiirto toimii yksisuuntaisesti, siirtotiedostoihin perustuvana ajastettuna toimintona. EnerKey:n tietomassasta muodostetaan automaattisesti tekstipohjainen siirtotiedosto, jossa mittaustiedot on esitetty taulukkomuotoisesti. Tiedosto tallennetaan joko Energiakolmion omalle FTP-palvelimelle, josta se on noudettavissa muita järjestelmiä varten, tai tallennus voidaan suorittaa



suoraan toisen tietojärjestelmän FTP-palvelimelle. Käytettävissä ovat tavallisen salaamattoman FTP-liikenteen lisäksi suojatut SFTP/SSH -yhteydet.

Siirtotiedoston sisältö määritellään tapauskohtaisesti Energiakolmion kanssa. Muokattavia parametrejä ovat tiedostoon sisällytettävät energiamittarit, mittaushistorian pituus yhdessä tiedostossa sekä aika-väli jolla uusi siirtotiedosto muodostetaan. Normaalisti Energiakolmio käyttää kerran vuorokaudessa muodostettavia siirtotiedostoja, siten että mittausaineistoa on jokaisessa tiedostossa seitsemän vuorokauden ajalta. Lisäksi mahdollisten tiedonsiirto-ongelmien vuoksi voidaan toimittaa esim. kerran kuukaudessa tiedosto, jossa on mittausaineistoa 90 viimeiseltä vuorokaudelta.

## 5 Menetelmät

Tutkimuskohteissa käytössä olevat mittaustiedon keräysjärjestelmät olivat periaatteeltaan ja laajuudeltaan hyvin erilaisia. Molempien kohteiden tekninen toteutus mittaustiedon keräämiseksi piti sen vuoksi suunnitella erikseen. Oppilastalon kohdalla suurin huomio suunnittelussa kiinnittyi siihen että tietoa ei kerätä lähtötilanteessa mihinkään keskitettyyn järjestelmään, jota olisi voitu suoraan hyödyntää mittaustiedon siirrossa tutkimuskäyttöön. Tästä syystä jouduttiin myös muodostamaan yhteys kaikkiin Oppilastalon kiinteistöihin erikseen.

HOAS:n asuntokohteissa oli käytössä Energiakolmion mittaustiedon hallintapalvelu EnerKey. Projektissa tarvittu aineisto oli myös saatavissa tämän palvelun välityksellä, joten HOAS:n kohteissa keskityttiinkin sen hyödyntämiseen mittausaineiston siirrossa. Tällöin myös vältyttiin kiinteistökohtaisten yhteyksien järjestämiseltä, mikä olisikin muodostunut työlääksi kohteiden erilaisten automaattioratkaisujen vuoksi.

### 5.1 Mittaustiedon siirto Ouman EH-net –palvelimesta (Oppilastalo)

Seuraavassa on esitetty projektissa tutkittuja mahdollisuuksia tiedonsiirron toteutukselle. Vaihtoehdot on listattu teknisestä näkökulmasta parhaasta huonoimpaan. Vaihtoehtojen mukana on pohdintaa niiden ominaisuuksista (+/-)

1. Lokitiedoston ajastettu lähetys EH-net ohjelmasta FTP-palvelimelle
  - + Valmistajan tukema ja dokumentoitu tapa
  - + Siirretään kerrallaan ainoastaan edellisen lähetyksen jälkeen kerätty data
  - Lokitiedoston lähetys kiinteinä aikoina (kerran tunnissa/päivässä/viikossa)
  - FTP-palvelimen pystytys ja suojaus tiedonkeruujärjestelmää varten
  - Vain yksi FTP-palvelin EH-net:iä kohti (esim. isännöitsijän tarpeet voivat varata tämän käyttöönsä)
  - Käytettävissä ainoastaan uudessa versiossa (v.3.23.1 alkaen, ei Oppilastalon kohteissa)
  
2. Lokitiedoston ajastettu lähetys EH-net ohjelmasta sähköpostiin
  - + Valmistajan tukema ja dokumentoitu tapa
  - + Siirretään kerrallaan ainoastaan edellisen lähetyksen jälkeen kerätty data
  - + Mahdollisuus monelle vastaanottajalle (vastaanottajan osoite liittyy järjestelmän käyttäjätiliin)
  - Lokitiedoston lähetys kiinteinä aikoina (kerran tunnissa/päivässä/viikossa)
  - Sähköpostin ohjelmallinen käsittely tiedonkeruujärjestelmässä
  - Käytettävissä ainoastaan uudessa versiossa (v.3.23.1 alkaen, ei Oppilastalon kohteissa)

3. EH-net:in käyttö ohjelmallisesti lokitiedoston imurointiin
  - + Testattu toimivaksi tavaksi Oumanin demolaitetta vasten (ver. 2.20)
  - + Uusin lokitiedosto saatavana ajasta riippumatta
  - + Yksinkertainen toteutus vanhassa versiossa (ver. 2.20)
  - Ei valmistajan tukea
  - Epävarmuus EH-net:in versiomuutoksissa
    - Autentikointitapaa on muutettu versioon 3.23.1
  - Siirretään kerralla usean kuukauden loki (jopa useita megatavuja) vaikka tarpeena on saada kerrallaan vain viimeisin data (esim 24h tai 12h mittaukset)
  
4. Instrumentoinnin mittausarvojen lukeminen Modbus-väylästä
  - + Mittausdata saatavana ajasta riippumatta
  - + Liityntä Modbus-väylään toteutettavissa EH-net:in Modbus-TCP yhdyskäytävän avulla
    - Mahdollisesti saatavana valmiita mittaus/valvontaohjelmistoja standardirajapintaan
  - Saatavana reaaliaikainen data, mutta ei historiatietoa
    - Tiedon tallennus kohdejärjestelmässä on oltava jatkuvasti käytössä
  - Mahdollisesti työläs toteutus
  
5. Ouman-säätimien mittausarvojen lukeminen suoraan laitteen sarjaliikenneportista
  - + Mittausdata saatavana ajasta riippumatta
  - + Valmistaja tarjoaa sarjaliikenneajurin (.dll) säätimen pc-ohjaukseen
  - Saatavana ainoastaan yhden laitteen tiedot
  - Mittaus-pc:n tai sarjaporttipalvelimen liittäminen Ouman-säätimen yhteyteen
  - Tiedonsiirtoyhteys em. laitteille (adsl, modeemi)
  - Työläs toteutus, lisälaitteiden ylläpito kohteissa
  -

### 5.1.1 Tiedonsiirron toteutus Oppilastalon kohteissa

Teknisesti parhaat ratkaisut mittaustiedon siirtoon (FTP- ja sähköpostisiirto) eivät olleet käytettävissä, koska Oppilastalon EH-net –palvelimet olivat vanhempaa versiota. Tulevaisuudessa on mahdollista että laitteet päivitetään. Tämä kuitenkin vaatii että joko itse laite vaihdetaan uuteen tai lähetetään valmistajalle ohjelmistopäivitystä varten. Ohjelmistopäivitystä Oumanin laitteisiin ei tehdä kentällä. Mikäli ohjelmistopäivitys tehdään, kannattaa siirtyä käyttämään FTP- tai sähköpostisiirtoa.

Projektissa päädyttiin toteuttamaan tiedonsiirto käyttämällä EH-net:in www-liittymää täysin ohjelmallisesti. Tällä tarkoitetaan sitä, että tiedonsiirto-ohjelmisto toimii kuten tavallinen käyttäjä selatessaan EH-net:in www-käyttöliittymää. Projektin käyttötarpeista keskusteltiin myös Ouman Oy:n tekniikan kehityksestä vastaavien henkilöiden kanssa, ja he olivat yhtä mieltä siitä että tiedonsiirto kannattaa toteuttaa tällä tavalla.

Normaalin www-käyttäjän toiminnot noudettaessa csv-lokitiedostoa EH-net –palvelimelta (ver. 2.20.0)

1. Käyttäjä avaa www-selaimella EH-net-kirjautumissivun
2. Käyttäjä syöttää käyttäjätunnuksen ja salasanan
3. Käyttäjä valitsee "Modbus-väylä / loki" -tietosivun
4. Käyttäjä painaa "Tallenna"-painiketta
5. Selainohjelma tallentaa mittauslokin csv-tiedostona

Tutkittaessa www-käyttöliittymän html-koodia havaittiin että lokitiedoston url-osoite on staattinen, toisin sanoen se ei muutu käyttäjän istunnon mukana. Lisäksi havaittiin että käyttäjän tunnistukseen käytetään yksinkertaista "HTTP Basic Access Authentication" –tunnistustapaa. Tällöin käyttäjä voi la-

data lokitiedoston yhdellä http-pyynnöllä, mikäli käytettävä yhteysohjelma (selain) pystyy samalla lähettämään tarvittavat autentikointitiedot (käyttäjätunnus ja salasana).

Projektissa tähän tarkoitukseen käytettiin Wget –ohjelmaa, joka kuuluu useimpien Linux-jakeluiden varusohjelmiin. Wget on hyvin yksinkertainen ohjelma, jota käytetään tietyssä url-osoitteessa olevan tiedoston tallentamiseen paikalliselle levyille. Wget osaa tehdä myös ”HTTP Basic Access Authentication” -tunnistautumisen sivupyynnön yhteydessä. Url-osoite, autentikointitiedot ja tallennustiedoston nimi annetaan Wget-ohjelmalle kutsuparametreina.

Mittaustiedon tallennukseen käytettiin MySQL-tietokantaa. EH-net:in lokitiedosto on sisällöltään taulukkomuotoista ASCII-tekstiä, joten se voidaan tallentaa MySQL-tietokannan tauluun käyttäen tietokannan ”LOAD DATA LOCAL INFILE” –komentoa. Tallennuksen yhteydessä huolehditaan tarpeellisista tietotyypimuunnoksista lokitiedoston ja MySQL-tietokannan välillä.

Edellä mainitut toiminnot koottiin skriptitiedostoon, jota suoritetaan linux-palvelimen ajastettuna toimintona muutamia kertoja vuorokaudessa jokaiselle Oppilastalon kohteelle erikseen. Suoritusta varten tarvittavat tiedot autentikointia varten (url, käyttäjätunnus ja salasana) haetaan paikallisesta tietokannasta.

## 5.2 Mittaustiedon siirto EnerKey –palvelusta (HOAS)

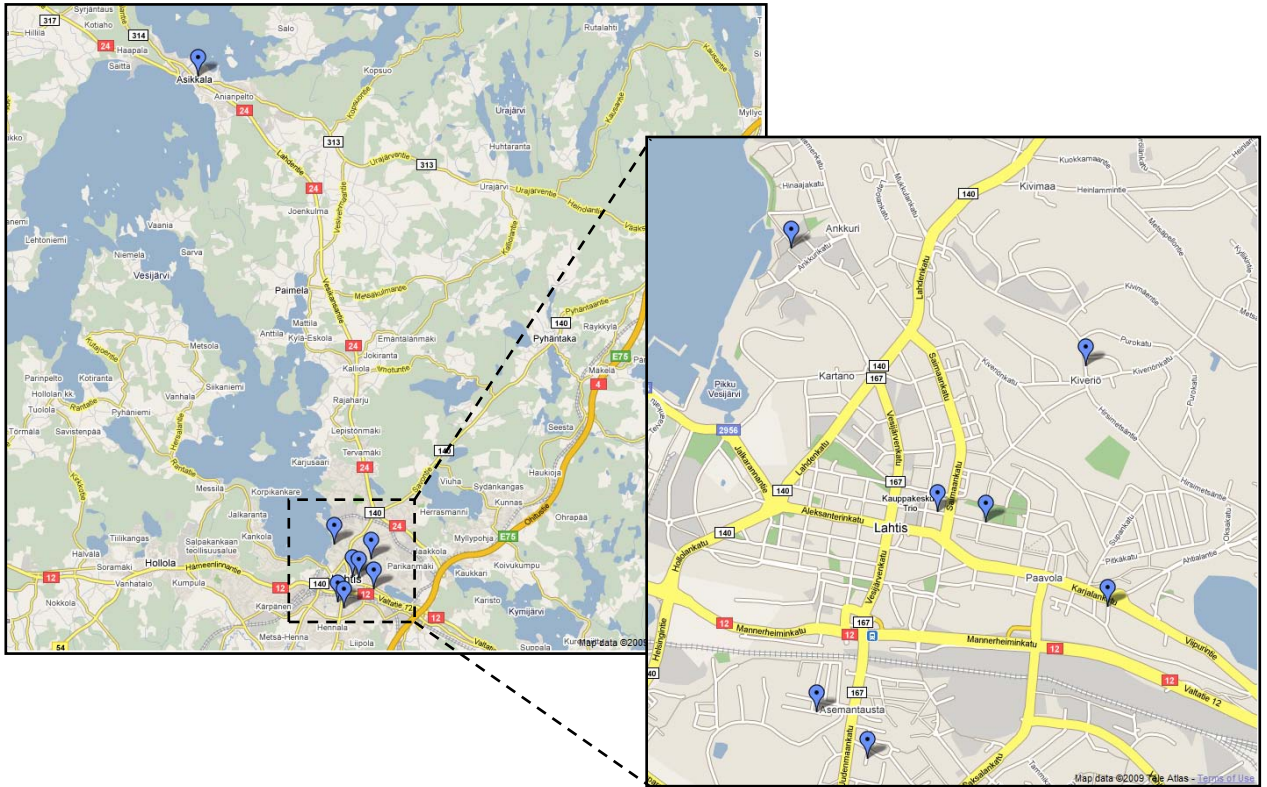
HOAS:n kiinteistöjen energian mittaustiedon siirrossa hyödynnettiin käytössä olevaa EnerKey-järjestelmää. EnerKey-järjestelmän hyödyntäminen helpottaa mittaustiedon käsittelyä, sillä kaikki tarvittava tieto on saatavissa yhdestä paikasta. Tiedonkeruujärjestelmän pystyttämistä tämä helpottaa myös siten että toteutettavia tiedonsiirtorajapintoja on vain yksi. Mikäli HOAS:n kokoisen toimijan kaikki kiinteistöt päätettäisiin liittää suoraan kiinteistöautomaation tasolta tiedonkeruujärjestelmään, olisi tarvittava työmäärä suhteettoman suuri.

EnerKey-järjestelmän sisältäessä kaiken projektin kannalta tarpeellisen tietosisällön, muodostui käytännön työksi HOAS:n osalta siirrettävän tiedon laajuuden määrittäminen sekä asetusten määrittäminen ja testaus automaattisen siirron toteuttamiseksi.

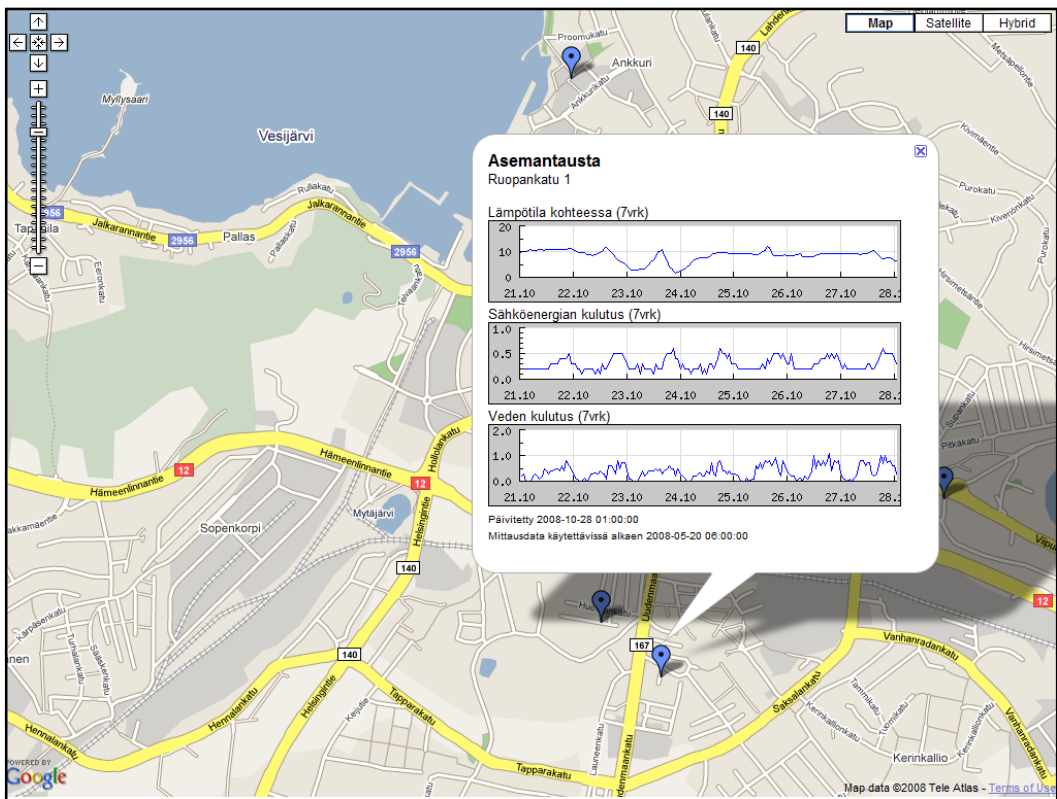
Tiedon tallennuspaikaksi valittiin Kuopion yliopiston palvelinkone, jonne tiedostot siirretään SFTP-yhteydellä. Käyttäjätunnus ja salasana ovat käytössä ainoastaan tätä tiedonsiirtotarvetta varten. Siirron jälkeen tiedostojen sisältö tallennetaan MySQL-tietokantaan.

## 6 Tulokset ja aineistojen vertailua

Energiankulutustietoa saatiin Oppilastalon tapauksessa siirrettyä kahdeksasta kiinteistöstä, joista seitsemän sijaitsee Lahden kaupunkialueella ja yksi Asikkalassa. Lahdessa olevat kohteet ovat kerrostaloja, ja Asikkalan kohde on kaksikerroksinen rivitalo. Kuvassa 8 on esitetty Oppilastalon kohteiden sijainti kartalla ja kuvassa 9 on esimerkki kiinteistöjen mittaustiedon esittämisestä Google Map – karttakäyttöliittymän avulla.



Kuva 8. Oppilastalon asuntokohteiden sijainti



Kuva 9. Oppilastalon kiinteistöjen mittaustietojen esittäminen Google Map -karttakäyttöliittymässä.

Lahdessa olevien kohteiden tuntikohtaista energiankulutusaineistoa saatiin projektin aikana kerättyä alkaen 20.5.2008 projektin loppuun saakka, eli noin vuoden verran. Asikkalan kohteesta tiedonkeruu on aloitettu myöhemmin. Tämän kohteen aineisto alkaa 27.8.2008.

HOAS:n osalta projektissa testattiin aineiston siirto Energiakolmiosta, heidän tiedonsiirtoajapintaansa käyttäen. Automaattista tiedonsiirtoa käytettiin kevään 2009 aikana siten, että dataa siirrettiin yhdestä HOAS:n asuntokohteesta. Laajempi automaattisen tiedonsiirron aloitus jäi toteutettavaksi projektin jälkeen. Kaikkia asuntokohteita koskevan siirron viivästyminen johtui aineiston käyttöoikeuksista käytävistä neuvotteluista.

Myös HOAS:n kohteista kerättävä kulutustieto on mitattu ja tallennettu tuntiresoluutiolla. Energiakolmion kautta on saatavana kulutustietoja joidenkin asuntokohteiden osalta jopa vuodesta 2000 alkaen, jolloin ensimmäiset kiinteistöt on liitetty automaattiseen luentapalveluun.

Taulukosta 1 käy ilmi erot Oppilastalon ja HOAS:n asuntokohteiden automaattisesti mitattavista suureista. Oppilastalon kohteissa käytetty järjestelmä on tarkoitettu pääasiassa automaation seurantaan, joten sen kautta on saatavissa esimerkiksi tietoja sähkösaunan kytkentäajoista ja kohteiden ulkolämpötilasta. HOAS:n kohteissa käytetty etäluentajärjestelmä taas keskittyy pelkästään energian kulutustiedon seurantaan. Näin ollen saatavien muuttujien määrä HOAS:n kohteista on huomattavasti pienempi.

**Taulukko 1. Tutkimuskohteiden aineistojen eroavaisuuksia**

<b>Muuttuja</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Oppilastalo</b>	<b>HOAS/Energiakolmio</b>
Sähköenergia, kulutus	kWh	X	X
Kaukolämpöenergia, kulutus	kWh	X	X
Käyttövesi, kulutus	m <sup>3</sup>	X	X
Kaukolämpövesi, kulutus	m <sup>3</sup>		(X)
Kaukolämpövesi, lämpötila	°C	X	
Ulkolämpötila	°C	X	
Sähkölaitteiden käyntitietoja (sauna tms)	[on off]	X	
Patteriveden lämpötila	°C	X	
		<i>Kaikki muuttujat ovat tuntikohtaisia</i>	
		<i>(Kaukolämpöveden kulutusta ei mitata kaikista HOAS:n kohteista)</i>	

## 7 Johtopäätökset

Projektissa selvitettiin kahden asuinkiinteistöjä hallinnoivan yhtiön automaattisia energiamittauksia, sekä näiden mittaustietojen liittämistä ulkopuoliseen tiedonkeruujärjestelmään. Toimiva tiedonsiirtoyhteys saatiin muodostettua molempien yhtiöiden käyttämiin järjestelmiin.

HOAS:n käyttämä keskitetty mittaustiedon keräys ulkopuolisen toimijan avulla on tekniseltä kannalta helpompi ratkaisu uutta tiedonkeruujärjestelmää pystytettäessä. Energiakolmion tarjoama tiedonsiirto-rajapinta yksinkertaistaa mittaustiedon ja suuren kiinteistömäärän hallintaa tallennusvaiheessa. Mikäli uuteen tiedonkeruujärjestelmään tarvitaan kuitenkin kerätä tietoa normaalisti tehtävien mittausten ulkopuolelta, esimerkiksi jonkin automaatiolaitteen toiminnasta tai vaikkapa kiinteistön automaatiöväylään kytketyn lämpötila-anturin mittauksista, on tarvittavan lisätyön määrä kuitenkin suuri. Tiedon siirtäminen kolmannen osapuolen kautta aiheuttaa myös hallinnollista lisätyötä koska käyttöoikeuksien määrittelyyn tarvitaan kaikkien kolmen osapuolen yhteiset sopimukset.

Oppilastalon kiinteistöissä käytetty tiedonkeruutapa on hyvin suoraviivainen, ja lisäksi siirrettävän tiedon sisältöä voidaan muuttaa kiinteistökohtaisesti muokkaamalla etähallintapalvelimen lokiasetuksia. Toisaalta projektissa tehty toteutus on riippuvainen tietyn järjestelmätoimittajan laitteista ja tietoliikenneyhteydet joudutaan muodostamaan kaikkiin kohteisiin erikseen. Myös käyttöoikeuksien asettelu onnistui helposti ja nopeasti, koska mittaustiedon kerääjän kanssa voitiin asioida suoraan. Tällainen tiedonkeruujärjestely sopiikin paremmin tiedonkeruujärjestelmiin joissa mittauskohteita on vähän.

## 8 Energian mittaustiedon hyödyntäminen

Tulevaisuuden vaatimukset kiinteistöjen (pien-, kerros- ja rivitalot) energiatehokkuudelle ovat haastavat ja yhä enenevässä määrin on tärkeää pyrkiä tehokkaaseen energiankäyttöön kaikissa kiinteistöissä. Energiatehokkuuteen tähtäävillä toimenpiteillä on vaikuttavat merkittävästi vaikutus myös väestön asuimurterveyteen ja -viihtyvyyteen. Esimerkiksi suurissa kiinteistöissä laadukkaan sisäilman säilyttäminen ja ilmanvaihdon toiminnan säätely ovat tietyllä tavalla vastakkaisasettelussa, jossa optimaalinen ratkaisu tulee selvittää. Kiinteistöistä mitattua tietoa voidaan käyttää hyödyksi energiatehokkuuden lisäämisessä ja asumisen terveellisyyttä tarkasteltaessa. Tulevaisuudessa olisikin tärkeää että kiinteistöistä mitattu sekä ympäröiviä olosuhteita kuvaava tieto olisi kaikkien toimijoiden kuten asukkaiden, kiinteistön omistajien, huoltoyhtiöiden ja mahdollisesti myös viranomaisten käytössä. Asukkailla tulee olla mahdollisuus tarkkailla oman kiinteistönsä tietoja esimerkiksi verkkopalveluiden avulla, ja saada näin saada välitöntä palautetta esimerkiksi oman elämäntyylin vaikutuksesta energiatehokkuuteen

Kiinteistöjen jatkuvatoiminen monitorointi mahdollistaa eri kohderyhmille tarjottavien uudenlaisten palveluiden kehittämisen ja kaupallistamisen sekä talo- ja rakennustekniikan kehittämisen, huomioiden energiatehokkuuteen liittyvät tulevaisuuden haasteet nykyisiä ratkaisuja paremmin. Kansallisella tasolla kiinteistöjen energiakäytön hallinnalla voidaan vähentää sähkön-, lämmön- ja vedenkulutusta sekä niistä aiheutuvia ympäristövaikutuksia ja kustannuksia. Huoneistokohtaisen sisälämpötilan mittaaminen ja kiinteistökohtaisen sähkön-, veden- ja lämmönkulutuksen mittaaminen jatkuvatoimisesti tarjoaa hyvän mahdollisuuden ja perustan myös tutkimukselle sekä siitä saatavien tuloksien hyödyntämisen alan tuotekehityksessä.

AsEMo-hankkeen kohteina olivat pääasiassa kerrostalokiinteistöt, joista saadaan jatkuvatoimisesti mittaustietoa liittyen mm. sähkön, lämmön ja veden kulutukseen. Lisäksi tarkastellut taloautomaatiojärjestelmät tuottavat ulkoilman lämpötilatietoa. Nämä tiedot mahdollistavat esimerkiksi kiinteistön omistajille palvelun jossa tarkkaillaan kiinteistöjen energiatehokkuuden muutoksia verrattuna kiinteistön omaan käyttäytymiseen tai muihin samankaltaisiin kiinteistöihin. Kiinteistön vertaaminen omaan vuoden takaiseen kulutukseen voidaan toteuttaa historiatiedon avulla. Vertailussa tulee huomioida eri ajanjaksojen lämpötilan muutokset tekemällä aineistolle asianmukainen lämpötilakorjaus. Samoin kiinteistöjen sijainnista aiheutuva virhe tulee huomioida. Mikäli kiinteistöjä tai huoneistoja on paljon, voidaan vertailu to-

teuttaa ominaisuuksiltaan samankaltaisten kiinteistöjen kanssa. Ryhmittely voidaan tehdä kiinteistön ominaisuustietojen perusteella tai pelkästään kulutustiedosta muodostettavien kulutusprofiilien avulla. Ryhmittely voidaan tehdä datapohjaisesti käyttäen klusterointimenetelmiä tai asettamalla manuaalisesti ehtoja joiden perusteella ryhmät luodaan.

Palvelun lopputuloksena on tässä tapauksessa selainpohjainen karttakäyttöliittymä, jossa poikkeavasti käyttäytyvät kiinteistöt esitetään erilaisilla hälytysmerkinnoilla. Kiinteistön omistaja tai huoltoliike voi hälytyksen saatuaan aloittaa välittömästi selvityksen mikä on vialla. Parhaimmillaan kustannussäästöt ovat erittäin merkittäviä kun pitkällä aikavälillä ilmenevät viat, vuodot tai häviöt voidaan havaita ajoissa. Palvelu soveltuu erityisen hyvin asiakkaille joilla on paljon (satoja) kiinteistöjä tai huoneistoja hallinnassaan. Tällaisia asiakkaita voisi löytyä myös kansainvälisiltä markkinoilta esimerkiksi Kiinasta.

Toisaalta suoraan asukkailla tarjottava jatkuvatoiminen informaatio omasta kulutuskäyttäytymisestään voisi toimia todellisena herätteenä ja aktivoida erilaisia energiatehokkuustoimenpiteitä. Aikaisemmin on todettu että esimerkiksi oman sähkön kulutuksen vertaaminen saman tyyppisen kuluttajan käyttäytymiseen antaa kiinnostavaa ja konkreettista tietoa. Kiinteistöistä mitattava numeerinen mittausinformaatio jalostetaan erilaisten laskennallisten analyysien avulla asiakaskohtaiseksi personoiduksi informaatioksi (indeksit, trendit, ennusteet, ryhmät, jne.) jotka sitten esitetään selainpohjaisten palvelujen avulla asukkaalle. Palvelut voisivat pitää sisällään seuraavat asiat:

- 1) energiakulutustietojen vertailu aikaisempiin omiin kulutustietoihin ja vastaavanlaisen kiinteistön keskimääräisiin kulutustietoihin,
- 2) energiakulutustietojen tarkastelu vuorokausi-, viikko-, kuukausi- ja vuositasoilla (euroina ja/tai kWh),
- 3) ilmoitus asukkaalle poikkeavissa tilanteessa, kuten:
  - a. sähkötulutus kasvaa (sauna tai valaistus jatkuvasti päällä) tai pienenee (kylmälaitteissa vikaa) merkittävästi
  - b. veden kulutus poikkeaa merkittävästi normaalista (esim. putkivuoto),
  - c. huoneiston sisälämpötilan suuret muutokset (esim. ikkuna auki talvella)
- 4) paikallinen säätila,
- 5) sääolosuhteiden vaikutus kiinteistön energiankulutukseen ja sisäilman laatuun sekä
- 6) asukkaiden palautejärjestelmä.

Merkittäviä tekijöitä tulevaisuuden onnistuneiden monitorointipalveluiden osalta ovat (1) mittaustiedon jatkuvuus, (2) tiedonsiirron varmuus, (3) useiden erilaisten tietolähteiden (muuttujien) yhdistäminen, (4) mittaustiedon jalostaminen sekä (5) erilaisille käyttäjäryhmille räätälöidyt heidän tarpeitansa vastaavat käyttöliittymät.

Jatkuvatoimisten monitorointipalvelujen muodostamisessa ja kaupallistamisessa oleellista on palvelujen tuottaman lisäarvon määrittäminen. Palvelujen ja niitä tukevien järjestelmien täytyy tuottaa asiakkailleen selkeää lisäarvoa tai toiminnan tehostumisesta aiheutuvia kustannussäästöjä. Lisäksi palvelujen sisällön eli uuden merkityksellisen informaation tuottamiseen tarvittavien tietojärjestelmien rakentamisessa on huomioitava palveluliiketoiminnan luonne. Informaatiopalvelujen kaupallistaminen olisi luontevaa ns. operaattoriyrityksille, joilla on kokemusta entuudestaan sähköisessä muodossa olevan informaation käsittelystä ja perinteisten tietotekniikan palvelujen tarjoamisesta. Monitorointipalvelujen vaatima lisäosaamisen tarve perinteisen ICT-tekniikan päälle on mittaustiedon jalostamiseen tarvittavien laskennallisesti menetelmien hallinta.

Mittaustiedon hyödyntämiseen perustuvien älykkäiden palvelujen muodostamisen yhteydessä tulee huomioida seuraavia tekijöitä: (1) vaativat erikoisosaamista laskennallisten menetelmien, datan käsitteilyn ja paikkatiedon suhteen, (2) vaativat sovellusalan taustojen ja ongelmien ymmärrystä, (3) hyödynävät ICT-alan perusteknologioita (tiedon keruu, tallentaminen ja jakaminen sekä palvelinteknologia), (4) perustuvat sähköisessä muodossa olemassa olevaan dataan, (5) toteutus on kustannustehokasta, koska mittavia laiteinvestointeja ei tarvita ja (6) palveluissa on mukana paljon osapuolia mikä monimutkaistaa arvoketjujen ja ansaintalogiikan muodostamista (datan luovuttajat sekä informaation hyödyntäjät).

Tässäkin raportissa esitettyjen palvelujen kaupallistamiseen liittyy arvoketjun muodostamisen lisäksi ansaintalogiikan muodostaminen sovelluskohtaisesti. Monitorointipalveluissa on usein mukana monia eri tahoja ja näiden moninaiset roolit asettavat haasteita ansaintalogiikan muodostamiselle. Esimerkiksi datan tuottaja saattaa olla myös muiden ulkopuolisten tahojen ohella muodostettavan uuden informaation hyödyntäjä ja palvelun loppuasiakas. Tällaisissa tapauksissa aiheutuvien kustannusten, palvelun maksullisuuden ja tulojen jakamisen määrittäminen kaikkien osapuolien kesken ei ole kovin yksinkertaista. Toimijat muodostavat erilaisia verkostoja, joiden kesken arvoketjut ja ansaintalogiikka on määritettävä. Näissä tapauksissa ongelmia aiheuttaa myös dataan liittyvät tietosuoja ja käyttösopimukset. Nämä tekijät ovat kuitenkin sopimuksin hallittavissa.

Nähtävissä on että jatkuvatoiminen mittaaminen ja suurten kiinteistömassojen mittaustiedon hyödyntäminen tulevaisuuden monitorointipalveluissa tuottaa ratkaisuja, joiden avulla on mahdollista parantaa energiatehokkuutta, saada kustannussäästöjä ja luoda uudenlaista liiketoimintaa.

## 9 Yhteystietoja

Projektin aikana on pidetty yhteyttä ja Oppilastalo Oy:n ja HOAS:n, sekä heidän teknisten yhteistyökumppaneidensa kanssa. Alla olevassa listassa on mainittu tärkeimmät kontaktit.

### Oppilastalo Oy

- Juha Jokinen, tekninen isännöitsijä, Oppilastalo Oy, juha.jokinen@oppilastalo.fi, 050 5340589
- Jari Niemelä, Hämeen kiinteistöautomaatio Oy, jari@hameenkiinteistoautomaatio.fi, 040 8457144
- Veikko Ylimartimo, IT-kehityspäällikkö, Ouman Oy, veikko.ylimartimo@ouman.fi, 040 8402349

### HOAS

- Matti Luostarinen, HOAS, matti.luostarinen@hoas.fi, 050 5421847
- Kari Iltola, Energiakolmio Oy, kari.iltola@energiakolmio.fi, 020 7992217
- Simo Tähtinen, YIT Kiinteistötekniikka Oy, simo.tahtinen@yit.fi, 040 5837692

### Kuopion yliopisto, ympäristötieteen laitos, ympäristöinformatiikan tutkimusryhmä

- Professori Mikko Kolehmainen, mikko.kolehmainen@uku.fi, 044 2902637, www.uku.fi/envi/
- Projektipäällikkö Teemu Räsänen, teemu.rasanen@uku.fi, 044 7162337, www.uku.fi/envi/