

## Kiinteistöjen energiamittauksien kartoitus

Olli Immo

Sähkötekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö  
Automaatiotekniikka  
Insinööri (AMK)

KEMI 2013

## TIIVISTELMÄ

## KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU, Tekniikka

Koulutusohjelma:	Sähkötekniikan koulutusohjelma
Opinnäytetyön tekijä:	Olli Immo
Opinnäytetyön nimi:	Kiinteistöjen energiamittausten kartoitus
Sivuja:	37
Päiväys:	26.11.2013
Opinnäytetyön ohjaaja:	DI Jaakko Etto
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli kiinteistöjen energiamittausten kartoitus päämittausten, eli sähkön, veden ja kaukolämmön, osalta. Tavoitteena oli saada käsitys siitä, mitä mittaustietoja eri energiamuotojen mittarit tarjoavat ja miten energiayhtiöt kiinteistöjen energiankulutusta mittaavat.</p> <p>Koska energiamittauksia säännellään erilaisilla laeilla, säännöksillä ja ohjeistuksilla, käytiin työssä ensimmäisenä lyhyesti läpi tällä hetkellä voimassa olevat säädökset. Tämän pohjalta valittiin työhön käsiteltäväksi kaksi mittaria kutakin päämittausta kohden, jotta saataisiin käsitys siitä mitä mittaustietoja eri mittarit tarjoavat. Valitut mittarit olivat myös sellaisia, joita useimmat energiayhtiöt Suomessa käyttävät, ja näin ollen saatiin lisäksi selville, miten energiayhtiöt kiinteistöjen energiankulutusta mittaavat.</p> <p>Työssä selvisi, että teknologisesti pitkälle kehittyneiden, eli niin sanottujen älykkäiden mittareiden johdosta kulutuslukemia on mahdollista seurata automaattisesti entistä lyhyemmällä tarkasteluvälillä. Lisäksi kävi ilmi, että automaattisella etäluennalla pystytään tehostamaan kulutustietojen keräämistä ja mahdollistetaan se, että kulutustiedot ovat aina saatavilla ja ajan tasalla olevaa tietoa.</p> <p>Työssä päädyttiin siihen johtopäätökseen, että älykkäillä mittareilla saatuja tarkkoja mittaustietoja tulisi hyödyntää laajemminkin parantamaan kiinteistöjen energiatehokkuutta. Energiatehokkuuden optimoinnilla ei ainoastaan varmistettaisi kiinteistöjen tarkoituksenmukaista energiankäyttöä, vaan sillä saavutettaisiin myös rahallisia säästöjä. Se olisi myös ekologinen toimintatapa niin lyhyellä kuin pitkälläkin tähtäimellä.</p>	
Asiasanat: energia, hyödyntäminen, lämpö, mittauslaitteet, sähkö, vesi.	

## ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Engineering

Degree programme:	Electrical engineering
Author:	Olli Immo
Thesis title:	Survey of Building Energy Performance Measurements
Pages:	37
Date:	26 November 2013
Thesis instructor:	Jaakko Etto, MSc (El.eng)
<p>The aim of this Bachelor's thesis was to survey the energy performance measurements of buildings. The survey included the main measurements, which are electricity, water and district heating. The objective was to get an idea about what different information the energy measurement meters offer, and how the energy companies measure buildings' consumption of electricity, water and district heating.</p> <p>Because the energy measurements are regulated by laws, regulations and directions, the thesis work first concentrated on shortly going through the current situation within the area. Using the existing laws, regulations and directions as a basis, two measurement meters per main measurement area (electricity, water and district heating) were selected to be covered in the thesis. These meters offered the information of what data is available from the meters. The selected meters were such that most of the energy companies in Finland use, and so they also offered the information of how the energy companies measure buildings' energy consumption.</p> <p>It was found out in the thesis that the technologically advanced intelligent meters enable automatic and more frequent follow-up of the consumption data. It was also found out that the automatic remote follow-up makes the gathering of consumption data more effective, and that the data is therefore always available and up-to-date.</p> <p>A conclusion was made that the exact measurement results gained from the intelligent meters should be further utilized to increase the energy efficiency of buildings. The optimization of energy efficiency would not only secure the appropriate energy usage but it would also lead to monetary savings and be an ecological way of action in both the short and long term.</p>	
<p>Keywords: energy, utilization, heat, measurement meters, electricity, water.</p>	

## SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ .....	3
ABSTRACT .....	4
SISÄLLYS .....	5
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET .....	7
1 JOHDANTO .....	8
2 KIINTEISTÖJEN ENERGIAMITTAUSLAIT, -SÄÄNNÖKSET JA -OHJEET ....	9
2.1 Sähkö .....	9
2.2 Vesi .....	10
2.3 Kaukolämpö .....	11
3 SÄHKÖENERGIAN MITTALAITTEET .....	13
3.1 Mittarit .....	13
3.1.1 Landis+Gyr E120LiME .....	13
3.1.2 Aidon 5500 sarja .....	15
3.2 Virtamuuntajat .....	16
3.3 Tiedonsiirtotavat .....	18
4 VEDENKULUTUKSEN MITTALAITTEET .....	20
4.1 Mittarit .....	20
4.1.1 Ultraäänimittari Kamstrup Multical 21 .....	21
4.1.2 Älykäs vesimittari Landis+Gyr Ultrawater W550 .....	22
4.2 Tiedonsiirtotavat .....	23
5 KAUKOLÄMPÖENERGIAN MITTALAITTEET .....	24
5.1 Mittarit .....	25
5.1.1 Kamstrup Multical 601 .....	25
5.1.2 Saint-Gobain Sharky 775 .....	26
5.2 Virtausanturi .....	27
5.2.1 Kamstrup Ultraflow 54 .....	27
5.3 Lämpötila-anturipari .....	28
5.4 Tiedonsiirtotavat .....	28
6 ENERGIAN HINNAT .....	29
6.1 Sähkö .....	29
6.2 Vesi .....	30
6.3 Kaukolämpö .....	31

7	MITTAUSTIETOJEN HYÖDYNTÄMINEN .....	33
8	POHDINTA.....	35
	LÄHTEET.....	37

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

GPRS	General packet radio service, GSM-verkon datasiirto
KMP	Kamstrup Meter Protocol, Kamstrupin käyttämä tiedonsiirto-protokolla
LON	Local Operating Network, avoin ja hajautettu kenttäväylä-ratkaisu
MID	Measuring Instrument Directive, mittauslaitedirektiivi
M-Bus	Meter-Bus on kaasun, sähkön ja muiden kulutustietojen lukemiseen käytetty väyläprotokolla
PLC	Power Line Carrier, sähköverkon tiedonsiirtoa

## 1 JOHDANTO

Koska energiamittauksia säännellään erilaisilla laeilla, säännöksillä ja ohjeistuksilla, ovat tämän päivän mittalaitteet teknologisesti pitkälle kehitettyjä. Mittalaitteista saatuja mittaustietoja on ennen käytetty lähes yksinomaan energiakulutuksen kokonaiskustannuksien selvittämiseen. Nykyään mittaustietoja on mahdollista hyödyntää myös parantamaan kiinteistöjen energiatehokkuutta.

Tämän opinnäytetyön aiheena on tutkia kiinteistöjen olemassa olevia energiankulutusmittauksia eli niin sanottuja päämittauksia (sähkö, vesi ja kaukolämpö). Tavoitteena on saada käsitys siitä, mitä mittaustietoja eri energiamuotojen mittarit tarjoavat ja miten energiayhtiöt kiinteistöjen energiankulutusta mittaavat. Lisäksi pohditaan, miten mittaustietoja voidaan hyödyntää paremman energiatehokkuuden saavuttamiseksi.

Ensimmäisenä työssä käsitellään lyhyesti kiinteistöjen energiamittauksien säännöksiä ja lakeja, sekä niiden vaikutusta sähkön, veden ja kaukolämmön kulutusmittauksiin. Seuraavana työssä kartoitetaan kunkin päämittauksen mittalaitteita ja niiden ominaisuuksia. Myös mittareiden käyttämät tiedonsiirtotavat kuvaillaan lyhyesti. Näiden kappaleiden tarkoituksena on antaa käsitys yleisesti käytössä olevista mittareista. Käytännöllisyyden vuoksi työssä on käsitelty ainoastaan kaksi mittaria päämittausta kohden. Mittarit on valittu sen perusteella, että ne ovat käytössä useammilla energiayhtiöillä Suomessa. Sitteen luodaan katsaus energian hintoihin ja niiden kehitykseen. Lopuksi pohditaan mahdollisuuksia mittaustietojen laajempaan hyödyntämiseen.

## 2 KIINTEISTÖJEN ENERGIAMITTAUSLAIT, -SÄÄNNÖKSET JA -OHJEET

Euroopan tasolla mittauksia säännellään mittauslaitedirektiivillä, joka on astunut voimaan jo huhtikuussa 2004. Direktiivillä säädetään useita mittauslaitteita, joille jäsenmaat voivat kuitenkin asettaa myös maakohtaisia lakisääteisiä vaatimuksia. Esimerkkejä tällaisista mittauslaitteista ovat mm. vesi- ja sähköenergiamittarit. Suomessa mittauksia säännellään eduskunnan asettamalla mittauslaitelaila, jonka tarkoituksena on taata mittauslaitteiden, -menetelmien ja -tulosten luotettavuus. Uusi mittauslaitelaki astui voimaan 1.7.2011. (Turvallisuus ja kemikaaliviraston www-sivut 2013, hakupäivä 12.11.2013.)

### 2.1 Sähkö

Sähkömarkkinalaissa sähköverkkotoiminnalla tarkoitetaan sähköverkon asettamista vastiketta vastaan sähkönsiirtoa ja muita verkon palveluja tarvitsevien käyttöön. Sähköverkkotoimintaan kuuluu myös sähkön mittaus ja muut sellaiset sähkön siirtoon tarvittavat toimenpiteet, joita tarvitaan sähkönsiirtoa ja muita verkonpalveluja varten. (Sähkömarkkinalaki 588/2013 1 luku 3 §.)

Tuntimittauksen piirissä tulee olla 80 % käyttöpaikoista vuoden 2013 loppuun mennessä. Tavoitteena on mittauksen siirtyminen kokonaan tunneittain tapahtuvaksi. Taseselvityksen tulee perustua tuntimittaukseen, kun kohteessa on asetuksen mukainen tuntimittauslaitteisto. Muussa tapauksessa voidaan soveltaa muun kuin toimitusvelvollisen myyjän kohdalla perinteisen mittaustavan ja tyyppikuormituskäyrän yhdistelmää. (Valtioneuvoston asetus sähkötoimituksen selvityksestä ja mittauksesta 66/2009, 4 luku 1 §.)

Verkonhaltijan tulee järjestää laskutuksen ja taseselvityksen perustana oleva sähköntoimitusten mittaus sekä mittaustietojen rekisteröinti ja ilmoittaminen sähkömarkkinoiden osapuolille. Laskutukseen tarvittavat mittaustiedot tulee ilmoittaa sähkön toimittajalle sähkönkäyttöpaikka- tai mittaushaasteisesti. Verkonhaltija vastaa myös sähkönkäyttö- ja tuotantopaikkoihin asennettavista mittalaitteista ja tiedonsiirtoyhteyksistä. Tästä voidaan poiketa asiakkaiden kohdalla, joilla on oma mittalaitteisto, joka on ennen asetuksen voimaantuloa hankittu, ja tämä poikkeus on voimassa vuoden 2013 loppuun. (Valtioneuvoston asetus sähkötoimituksen selvityksestä ja mittauksesta 66/2009, 6 luku 1 §.)



Laitteiston muistista tulee voida lukea mittauslaitteiston rekisteröimä tieto viestintäverkon kautta. Jännitteettömän ajan alkamis- ja päättymisajankohta tulee rekisteröityä mittauslaitteiston muistiin mikäli se on yli kolmen minuutin pituinen. Viestintäverkon kautta mittauslaitteiston tulee kyetä vastaanottamaan ja panemaan täytäntöön tai välittämään eteenpäin lähetettäviä kuormanohjauskomentoja. Lisäksi verkonhaltijan tulee asiakkaansa erillisestä tilauksesta tarjota tämän käyttöön tuntimittauslaitteisto, jossa on standardoitu liitännä reaaliaikaista sähkönkulutuksen seuranta varten. (Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 66/2009 6 luku 5 §.)

Tuntimittauslaitteiston keräämä tieto on luovutettava asiakkaan käyttöön viimeistään samanaikaisesti kuin se on annettu tai valmistunut luovutettavaksi tämän sähköntoimittajalle, eli toimitusta seuraavana päivänä. Lisäksi asetuksen mukaan sähkönkäyttöpaikkakohtaisen mittaustiedon luovuttaminen muulle kuin asiakkaalle tai tämän sähköntoimittajalle on oltava asiakkaan suostumus. (Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 66/2009 6 luku 8 §.)

Valtioneuvoston asetuksen 66/2009 mukaisesti verkonhaltijan ei tarvitse tarjota mittaus-tietoa kuin kerran päivässä. Kun jokin taho haluaa mittaustietoja tiheämpään, on se ylimääräistä palvelua, josta verkonhaltija voi laskuttaa tietoja pyytäneitä tahoja. (Energiamarkkinaviraston www-sivut 2013, hakupäivä 13.11.2013.)

Mikäli tuntimittauslaitteisto on verkonhaltijan omasta aloitteesta tai asiakkaan erikseen tilaamana asennettu ja siinä on standardoitu liitännä reaaliaikaista sähkönkulutuksen seuranta varten, voi kulutustiedon lukea mittauslaitteistolta asiakas tai asiakkaan palveluntarjoaja. Näin kerätystä mittaustiedosta verkonhaltija ei voi laskuttaa erikseen. (Energiamarkkinaviraston www-sivut 2013, hakupäivä 13.11.2013.)

## 2.2 Vesi

Vesienenergian mittauksessa tulee noudattaa sekä mittauslaitedirektiiviä (2004/22/EY) (MID) että mittauslaitelakia (2011/707). Direktiivi edellyttää, että laskutuskäytössä olevilla vesimittareilla tulee olla joko tarkastuslaitoksen myöntämä tyyppihyväksyntä tai osoitus siitä, että vesimittari täyttää mittauslaitedirektiivin (MID) vaatimukset. Vaatimus koskee myös asunto-osakeyhtiöiden huoneistokohtaisia vesimittareita, jos laskutus

tapahtuu suoraan niistä saatujen lukemien perusteella. (Turvallisuus ja kemikaaliviraston www-sivut 2013, hakupäivä 1.11.2013.)

Mittauslaitelaki edellyttää, että laskuttajan on huolehdittava mittauslaitteiden luotettavuudesta koko käytön ajan. Vastuu vesimittareiden vaatimustenmukaisuudesta ei ole riippuvainen siitä, kuka mittarin omistaa. Veden kulutusmittauksissa laitteen luotettavuus tulee varmentaa määräajoin ja toiminnanharjoittaja vastaa siitä. (Turvallisuus ja kemikaaliviraston www-sivut 2013, hakupäivä 1.11.2013.)

### 2.3 Kaukolämpö

EU:n asettama mittauslaitedirektiivi (MID) ohjaa mittarien markkinoille saattamista ja käyttöönottoa, kun taas käyttöä ja käytönaikaista valvontaa ohjataan kansallisilla säännöksillä. EU:n jäsenmaat myönsivät ennen mittauslaitedirektiivin voimaantuloa lämpöenergiamittareille tyyppihyväksynät laboratoriotestien perusteella. Uusia tyyppihyväksyntöjä ei kuitenkaan ole myönnetty enää 30.10.2006 jälkeen, jolloin direktiivin mukaiset menettelyt otettiin käyttöön Suomessa. (Energiateollisuus ry:n www-sivut 2013, hakupäivä 31.10.2013.)

Vaikka mittauslaitedirektiivin (MID) mukaiset menettelyt otettiin Suomessa käyttöön jo 30.10.2006, kansallista lainsäädäntöä ei vielä ole täysin päivitetty vastaamaan MID:ä. Niinpä käytössä voi edelleen olla tyyppihyväksytyjä lämpöenergiamittareita. Koska tyyppihyväksynät ovat voimassa korkeintaan 10 vuotta, niiden alaisia mittareita voidaan käyttää vielä lokakuun lopulle 2016 asti. (Energiateollisuus ry:n www-sivut 2013, hakupäivä 31.10.2013.)

Energiateollisuus ry:n kaukolämmön sopimusehtojen suosituksessa T1/2010 ohjeistetaan, että asiakas antaa tarvittaessa tiedonsiirron käyttömahdollisuuden lämpöenergiamittarin mahdollista lämmönmyyjän etäluentaa varten. Lämmönmyyjä vastaa omista etäluennan kustannuksista. Mikäli asiakas haluaa siirtää omaan seurantajärjestelmäänsä tiedot kulutetuista lämpö- ja vesimääristä, lämmönmyyjä asentaa tarvittavat lisälaitteet mittariinsa asiakkaan kustannuksella. (Energiateollisuus ry:n www-sivut 2013, hakupäivä 31.10.2013.)

Tukesin ohjeessa M12-2007 sanotaan, että tuotteesta perittävän hinnan määräytyessä mittausten perusteella, esimerkiksi myydessä lämpöenergiaa yleiseen käyttöön, mittauslaitteilta edellytetään yleensä hyväksytyn tarkastuslaitoksen antamaa tyyppihyväksyntää, ensivakausta ennen käyttöönottoa, ja käyttöönoton jälkeisiä määräaikaivakauksia. Tyyppihyväksynnän edellyttämässä tyyppitarkastuksessa varmistetaan, että mittauslaitteen ominaisuudet ja rakenne ovat säädösten mukaiset. Ensivakauksessa tarkastetaan, että mittauslaite vastaa hyväksyttyä tyyppiä ja, että se toimii luotettavasti eikä mittausvirhe ylitä sallittuja raja-arvoja. Määräaikaivakauksessa mittauslaite tarkastetaan säännöllisin määräajoin käyttöönoton jälkeen. Näin varmistetaan mittauslaitteen luotettava toiminta käytön aikana. Vaatimustenmukaisuusvakuutus on valmistajan antama vakuutus siitä, että mittari täyttää mittauslaitedirektiivissä asetetut vaatimukset. (Turvallisuus ja kemikaaliviraston www-sivut 2013, hakupäivä 1.11.2013.)

### 3 SÄHKÖENERGIAN MITTALAITTEET

Kiinteistöissä sähköenergiaa mittaa digitaalinen sähkömittari, joka välittää digitaalisesti tiedon sähkönkulutuksesta sähkönkäyttöpaikan ja sähköverkkoyhtiön välillä. Sähköenergian mittauksessa on itse mittarin lisäksi huomioitava myös mahdollisesti tarvittavat virtamuuntajat ja erilaiset tiedonsiirtotavat. Virtamuuntajien käyttö on oleellista, kun mitattavan lähdön sulakkeiden koko on yli 63 A. Tiedonsiirtoon puolestaan voi tarvita joko erillistä lisälaitetta tai se voi olla osa mittaria.

#### 3.1 Mittarit

Nykyään kiinteistöihin asennetaan etäluettavia sähköenergiamittareita. Etäluettavasta sähköenergiamittarista voidaan lukea seuraavat tiedot:

- kellonaika ja päivämäärä
- kulutus
- huipputeho
- hetkellinen teho
- tuntiteho
- keskeytysaika
- laatumiedot
- hälytykset
- tapahtumat.

(Landis+Gyrin www- sivut 2013, hakupäivä 1.11.2013.)

##### 3.1.1 Landis+Gyr E120LiME

E120LiME on kotitalouksissa käytetty integroitu sähköenergiamittari. Se sisältää MID-direktiivin B-sähköluokan sähkömittarin mittausosan ja integroidun tiedonsiirto-osan. Mittarissa sisäinen tiedonsiirto on toteutettu digitaalisilla signaaleilla. Mittausjärjestelmän kanssa tiedonsiirtoyhteys on toteutettu suojatun todennuksen avulla. Sitä on saatavana yksi- ja kolmivaiheisena mittarina. (Landis+Gyr 2007, 4.)

Tuntikohtaisesti kertyvien sarjarekisteriarvojen keruu ja sähkökatkotietojen keruu ovat mittarin perustoimintoja. Sähkönmittaukseen mittarissa on kaksi päiväkohtaisesti kertyvää sarjarekisteriä, S0-tulojen kautta vastaanotetuille tiedoille kaksi päiväkohtaisesti

kertyvää sarjarekisteriä, sisäinen tariffinlaskenta, laatuloki, hälytys- ja tapahtumaloki, sekä kuusi sarjarekisteriä mittausjärjestelmästä ladatuille M-Bus-arvoille. Lisäksi sillä voidaan lukea muita M-Bus-mittauspäätteitä kuten sähkö-, lämpöenergia- ja vesimittareita. Mittarissa on langaton paikallinen tiedonsiirtoliitäntä, jota voidaan käyttää paikalliseen luentaan ja ohjelmointiin. (Landis+Gyr 2007, 4.)

Järjestelmä on kehitetty täysin avoimeksi käyttäen kansainvälisiä tiedonsiirtostandardeja ja protokollia. Pienjänniteverkossa tiedonsiirto toteutetaan Echelon LonTalk® -protokollan ja PLT-3120-lähetin-vastaanottimen avulla. (Landis+Gyr 2007, 4.)

E120LiME-mittari sisältää kaksi relelähtöä. Kuormanohjausreleenä käytetään mekaanista 230 V:n, 6 A:n vaihtorelettä, huoltoreleenä käytetään joko 230 V:n, 100 mA:n puolijohderelelähtöä tai mekaanista 230 V:n, 5 A:n relettä. Releet ovat ohjelmoitavissa käyttämään viikkoaikataulua, jossa on jokaiselle päivälle kahdeksan erillistä päällä- ja poissa päältä –tilaa. Voidaan myös käyttää kahtakymmentä aikataulupohjaista vaihtotapahtumaa, joilla voidaan ohittaa toimintojen viikkoaikataulu. (Landis+Gyr 2007, 14-15.)

Jos puolijohderele (230 V, 100 mA) on valittu huoltorelelähtöön, voidaan se määrittää toimimaan energiapulssilähtönä. Reaaliaikakellon ja viikkoaikataulun avulla ohjataan releitä. Mittausjärjestelmän suorilla komennoilla voidaan lukea releiden tilat ja muuttaa niitä LON-tiedonsiirron kautta. (Landis+Gyr 2007, 15.)



Kuva 1. Landis+Gyr E120LiME sähköenergiamittari

### 3.1.2 Aidon 5500 sarja

Aidon 5500 sarjassa on yksi- ja kolmivaiheisia sähköenergiamittareita. Mittareilta voidaan lukea mittaustiedot joka tunnille eriteltynä. Aidon 5500 sarjan mittareissa ei ole vikatilailmoitusta, eli ne eivät ilmoita mahdollisesta vikatilasta. (Heikkonen 2013, 21.)

Aidon 5500 sarjan sähköenergiamittarit koostuvat mittarista, järjestelmämoduulista ja mahdollisesta kytkentälaitteesta. Sähköenergiamittarit 5540 ja 5550 ovat virtamuuntajaliitännäisiä mittareita. Mittareihin on saatavissa laaja valikoima järjestelmämoduuleita kohteen tietoliikennetarkoituksen mukaisesti. Määriteltyyn tietoliikennejärjestelmään mittari luo yhteyden asennuksen yhteydessä. Järjestelmämoduulia vaihtamalla järjestelmän kommunikaatiotapa voidaan muuttaa helposti toiseksi ilman, että mittari tarvitsee uutta asennusta tai hyväksymistä. (Aidon 2012, 1.)

Aidon 5413- ja 5414 -järjestelmämoduuleissa on kaksi kiinteää potentiaalivapaata 250 V:n, 6 A:n relettä, kuormanohjausrele ja käskynohjausrele. Mittalaittekokonaisuutta voidaan käyttää sekä sisä- että ulkokäytössä. Mittalaitetta voidaan käyttää laajalla lämpötila-alueella, käyttölämpötila on  $-40 - +58$  °C ja nestekidenäytön käyttölämpötila on  $-20$

– +55 °C. Se tulee kuitenkin sijoittaa kosteudelta suojattuun kaappiin. (Aidon 2010, 5-7.)

Mittarisarjan hyviin ominaisuuksiin kuuluu se, että ne ovat moduulirakenteisia (kuva 2). Moduulirakenteisuus tarkoittaa sitä, että itse mittari ja tiedonsiirto ovat erillisiä laitteita. Näin ollen ei koko laitetta tarvitse vaihtaa, jos esimerkiksi sen tiedonsiirtomoduuli vioittuu, vaan vain kyseinen moduuli voidaan korvata. (Heikkonen 2013, 21.)

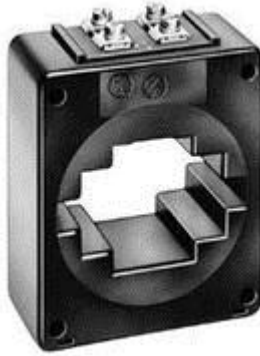


Kuva 2. Aidon moduulirakenteinen mittari (Aidon 2012, 1)

### 3.2 Virtamuuntajat

Virtamuuntajia voidaan käyttää virta-, teho- ja energiamittauksissa. Virtamuuntajan ensiökäämi on merkitty käyttämällä tunnuksia P1 ja P2 (primary), kun taas toisiokäämi on merkitty käyttämällä tunnuksia S1 ja S2 (secondary). Reikävirtamuuntajassa johdin tai kisko, joka kulkee muuntajan läpi, toimii ensiökääminä. Toisiopiiriä ei saa virtamuuntajassa jättää avoimeksi, tämä tuhoaa muuntajan ja jännite toisionavoissa voi kohota hengenvaaralliseksi. Virtamuuntajien muuntosuhteeseen voidaan vaikuttaa sillä, kuinka monta kertaa johdin kierrätetään muuntajan läpi. (Ahoranta 1995, 305-306).

Kun mitattavan lähdön sulakkeiden koko on yli 63 A, käytetään kuvan (kuva 3) kaltaisia virtamuuntajia virran mittauksen toteuttamiseen. Kun taas lähdön sulakkeet ovat alle 63 A, käytetään suoraa mittauskytkentää, jolloin mitattu virta menee suoraan mittarin läpi. Virtamuuntajan tehtävänä on muuntaa ensiövirta pienemmäksi toisiovirraksi. (Vattenfall www-sivut 2013, hakupäivä 9.11.2013.)



Kuva 3. Reikävirtamuuntaja (Noratel Finland Oy:n www-sivut 2013, hakupäivä 9.11.2013)

Ensiövirran eri arvoille löytyy laaja valikoima virtamuuntajia. Yleisin käytettävä toisiovirta on 5 A, mutta markkinoilta löytyy myös pienemmällä toisiovirralla olevia virtamuuntajia. Erikoistapauksissa, joissa halutaan tarkkoja mittauksia, voidaan käyttää 1 A:n ja 2 A:n virtamuuntajia. Kun mittauskeskus on jännitteinen, on epäsuorassa mittauksessa virtamuuntajien arvokilpien oltava luettavissa. Virtamuuntajat on asennettava kaikkiin vaiheisiin ja laskutus käytössä pienjännitevirtamuuntajien tarkkuusluokan on oltava 0,2S. Virtamuuntajan mitoituksessa voidaan käyttää apuna taulukon 1 mukaisia arvoja. (Taipale 2012, 23; Lahtienergian www-sivut 2013, hakupäivä 9.11.2013; Vattenfall www-sivut 2013, hakupäivä 9.11.2013.)



Taulukko 1. Virtamuuntajien mitoitus taulukko (Lahtienergian www-sivut 2013, hakupäivä 9.11.2013)

Mittauksen etusulake	Muuntosuhde/ vaihtoehdot	Ensiö- lävistyksset	Kytetty muuntosuhde
A	A / A		A / A
3 x 80	75 / 5	1	75 / 5
	150 / 5	2	75 / 5
	300 / 5	4	75 / 5
3 x 100	100 / 5	1	100 / 5
	200 / 5	2	100 / 5
	300 / 5	3	100 / 5
3 x 125	125 / 5	1	125 / 5
	250 / 5	2	125 / 5
3 x 160	150 / 5	1	150 / 5
	300 / 5	2	150 / 5
3 x 200	200 / 5	1	200 / 5
	400 / 5	2	200 / 5
3 x 250	250 / 5	1	250 / 5
3 x 315	300 / 5	1	300 / 5
3 x 400	400 / 5	1	400 / 5
3 x 500	500 / 5	1	500 / 5
3 x 630	600 / 5	1	600 / 5

### 3.3 Tiedonsiirtotavat

Valtaosa Landis+Gyrin etäluettavista sähkömittareista käyttää langallista PLC-tiedonsiirtoa. Mittausarvot siirretään kuluttajan mittarilta muuntamolla olevaan keskitimeen sähkölinjaa pitkin EU:n standardin sallimalla taajuusalueella. (Oy Turku Energian www-sivut 2013, hakupäivä 9.11.2013.)

GPRS-tiedonsiirtoa käytetään pääsääntöisesti keskittimien ja etäluentajärjestelmän välisessä tiedonsiirrossa. Keskitin kerää muuntamokohtaisesti mittaustiedon, joka on välitetty etäluettavilta mittareilta PLC-tiedonsiirtotekniikan avulla. Keskitinlaitteet on sijoitettu muuntamoihin. (Oy Turku Energian www-sivut 2013, hakupäivä 9.11.2013.)

Lähes kaikki Landis+Gyrin etäluettavista sähkömittareista sisältää GPRS-moduulin, jolla mittaustiedot siirretään suoraan etäluentajärjestelmään GPRS-tiedonsiirtotekniikkaa käyttäen. Moduuli vastaa normaalia GSM-puhelinta. Joissain Landis+Gyrin etäluettavissa mittareissa hyödynnetään myös RF Mesh -teknologiaa, eli paikallisia radioverkkoja. Näiden verkkojen taajuus vaihtelee välillä 869.400–869.650 MHz. (Oy Turku Energian www-sivut 2013, hakupäivä 9.11.2013.)

Landis+Gyrin GPRS:llä viestivät etäluettavat mittarit mittaavat energiankulutustiedot tuntipohjaisesti ja tallentavat ne laitteelle. Laitteesta tiedot lähetetään kerran päivässä

etäluentajärjestelmään. Tietojen lähetykset kestävät vain muutamia sekunteja kerrallaan. (Oy Turku Energian www-sivut 2013, hakupäivä 9.11.2013.)

Aidon 5500 mittarisarjan tiedonsiirto-ominaisuudet ovat myös laajat. Kohteissa, joissa mittarit ovat lähellä toisiaan, kuten kerros- ja rivitaloissa, mittarit kytketään toisiinsa käyttäen RS-485 sarjaväylää. Tällöin mittareista yksi toimii niin kutsuttuna master-mittarina ja muut slave-mittareina, eli alisteisina mittareina. Tämä tarkoittaa sitä, että alisteisten mittareiden mittaustiedot kulkevat master-mittarin kautta järjestelmään. Vain master-mittari keskustelee järjestelmän kanssa GPRS-yhteydellä. Haja-asutusalueille puolestaan asennetaan point-to-point -tyyppisiä mittareita, jotka keskustelevat järjestelmän kanssa suoraan GPRS-yhteydellä. Taajama-alueilla taas käytetään MeshNET-tyyppistä radioverkkoa, jossa on muutamia master-mittareita ja useampia alisteisia mittareita. Alisteiset mittarit välittävät mittaustiedot sellaiselle master-mittarille, johon saavat helpon yhteyden, ja master-mittari taas keskustelee järjestelmän kanssa GPRS-yhteydellä. (Heikkonen 2013, 24-26.)

Aidon tekee yhteistyötä muiden avointa teknologiaa käyttävien AMR-toimittajien kanssa ja tarjoaa myös räätälöityjä järjestelmämoduuleita, ja näin pystyy tarjoamaan haluttua tietoliikenneteknologiaa. Mittausyksikköä voidaan käyttää yhdessä jo olemassa olevien AMR-järjestelmien kanssa. (Aidon 2012, 2)

## 4 VEDENKULUTUKSEN MITTALAITTEET

Veden virtauksen mittaamiseen käytetään vesimittaria ja sillä mitataan vedenkäyttöpai-  
kan kuluttama vesi kuutiometreinä. Mittari sijoitetaan tulovesijohtoon ennen muita vesi-  
laitteita. Käytössä on sekä perinteisiä vesimittareita että niin sanottuja älykkäitä mitta-  
reita.

### 4.1 Mittarit

Kiinteistöjen veden kulutuksen mittaukseen voidaan käyttää perinteistä vesimittaria,  
kuten yleisintä käytössä olevaa monisuihkuista siipipyörämittaria märkälaskijalla (kuva  
4). Märkälaskijamallissa koko mittari on vesitäytteinen. Mittausyksikkö koostuu neljäs-  
tä osasta: laskinyksikkö, malja, siipipyörä ja sihti. (Zenner-Korkeamäen www-sivut  
2013, hakupäivä 8.11.2013.)



Kuva 4. Perinteinen vesimittari

Vedenkulutusta voidaan mitata myös niin sanotuilla älykkäillä mittareilla, joista jäljem-  
pänä muutama esimerkki. Älykkäät mittarit mittaavat kulutustietoja tuntipohjaisesti ja  
lähettävät tiedot etäluentajärjestelmään. Kulutuksesta saatavan tiedon lisääntymisen  
myötä vesiyhtiö voi saada ajantasaista tietoa vesiverkon tilasta ja parantaa asiakaspalve-

lunsa laatua. Kulutusta voidaan seurata esimerkiksi alueittain, asiakastyypeittäin tai eri vuorokaudenaikoina. Älykkään mittauksen avulla myös kuluttaja saa ajantasaista tietoa vedenkulutuksestaan. (Landis+Gyrin www- sivut 2013, hakupäivä 9.11.2013.)

#### 4.1.1 Ultraäänimittari Kamstrup Multical 21

Uudenajan käyttöveden mittalaite Multical 21 (kuva 5) on tarkoitettu mittaamaan huoneistokohtaisesti kylmän ja lämpimän veden kulutusta. Ultraäänellä mitattaessa mittaus- tarkkuus on erinomainen. Myös mittarin käyttöikä on pitkä ultraäänimittauksen ansiosta. (Kamstrupin www-sivut 2013, hakupäivä 4.11.2013.)



Kuva 5. Kamstrup Multical 21( Kamstrup www-sivut 2013, hakupäivä 4.11.2013)

Virtaama mitataan käyttämällä kaksisuuntaista kulkuaikeamenetelmään perustuvaa ultraäänitekniikkaa, joka on osoittautunut vakaaksi ja tarkaksi mittausperiaatteeksi mittareiden koko käyttöajan ajan. Kaksi ultraäänianturia lähettää äänisignaaleja sekä virtauksen suuntaisesti että sitä vastaan. Virtauksen suuntaisesti kulkeva ultraäänisignaali saavuttaa ensimmäisenä vastakkaisen anturin. Aikaero näiden kahden signaalin vastaanottamisen välillä voidaan muuttaa virtauksen nopeudeksi ja siten vedenmääräksi. (Kamstrupin www-sivut 2013, hakupäivä 4.11.2013.)

Mittari on paristokäyttöinen ja varustettu sisäänrakennetulla langattomalla M-Bus -väylällä. M-Bus -väylä sekä helpottaa laitteen kulutustietojen lukemista että pienentää kaapelointikuluja asennusvaiheessa. Pariston pitkän käyttöajan takaamiseksi langattomasti siirrettävä datapaketti on tiivistetty sisältämään vain laskutuksen kannalta tärkeimmät mittarilukemat. Laite voidaan konfiguroida joko langattoman M-Bus -

signaalin salauksella tai ilman salausta. (Kamstrupin www-sivut 2013, hakupäivä 4.11.2013.)

#### 4.1.2 Älykäs vesimittari Landis+Gyr Ultrawater W550

Ultrawater W550 (kuva 6) on tarkka kylmävesimittari. Se on helposti kalibroitava ja hygieeninen ultraäänimittari. Ultraäänitekniikan ansiosta esimerkiksi verkoston painenvaihtelu ei vaikuta mittauksen tarkkuuteen. Rakenteensa ansiosta mittari voidaan asentaa mihin asentoon tahansa ja alueita, joissa vesi pääsisi seisomaan, ei ole, minkä vuoksi siihen ei kerääny saostumia tai likaa. Se ei sisällä komposiitteja tai valumassaa, joten se on täysin kierrätettävä. Mittari ei myöskään sisällä liikkuvia tai kuluvia osia, ja on siksi pitkäikäinen ja huoltovapaa. Siinä on myös olemassa optinen portti, joka mahdollistaa laitteen päivittämisen tulevaisuuden tarpeiden mukaan. (Landis+Gyrin www-sivut 2013, hakupäivä 9.11.2013.)



Kuva 6. Landis+Gyr Ultrawater W550 vesimittari (Landis+Gyrin www-sivut 2013, hakupäivä 9.11.2013)

W550-vesimittari on paristokäyttöinen ja se kerää tapahtumalokia, johon lukemat tallentuvat 18 kuukauden ajalta. Mittari kommunikoi luontapäänteen kanssa joko pulssiyhteydellä tai M-Bus -yhteydellä kaksisuuntaisesti. M-Bus -yhteys on joko kiinteä tai langaton ja käytettävä tiedonsiirron rajapinta on kaksisuuntainen M-Bus -sarjaväylä. Tiedonsiirto luontapäänteen ja M-Bus -laitteen välillä on turvattu järjestelmään vakiona sisältyvän salauksen ansiosta. (Landis+Gyrin www-sivut 2013, hakupäivä 9.11.2013.)

## 4.2 Tiedonsiirtotavat

Mekaanisissa eli perinteisissä mittareissa tiedonsiirtoon käytetään pulssiyhteyttä. Osassa mekaanisia mittareita impulssilaitetta ei ole valmiina, mutta niihin on saatavana sellaisia. Impulssilaitteet eivät kuitenkaan ole liitettävissä kaikkiin olemassa oleviin mekaaniisiin mittareihin. Esimerkiksi Zennerin mittareihin asennettava impulssilaitte sisältää niin sanotun Reed-kytkimen. Impulssilaitteen mittatarkkuus on 1 impulssi/litra, joten veden kulutusta voidaan seurata riittävän tarkasti. (Zenner-Korkeamäen [www-sivut 2013](#), hakupäivä 8.11.2013.)

Markkinoilla on tarjolla myös laaja kategoria erilaisia mekaanisia mittareita, joissa on tehdasasenteinen pulssilähtö. Kohteissa, joissa ei tällaisia pulssilähtöisiä mittareita ole, joudutaan turvautumaan perinteiseen luentaan. Tällöin esimerkiksi kiinteistöhuollon edustaja käy paikan päällä lukemassa mittarilukeman, tai asukas itse lukee mittarit säännöllisin väliajoin.

Älykkäissä mittareissa, kuten edellä on mainittu, käytetään tiedonsiirtoon joko pulssiyhteyttä tai kiinteää tai langatonta M-Bus -yhteyttä. M-Bus -yhteys voidaan salata, jolloin tiedonsiirto järjestelmään on turvattu. Usein tiedonsiirto tukee sekä GPRS-, Ethernet-, radio- että PLC-tekniikoita. Landis+Gyrin vesimittareissa on paikka kahdelle eri kommunikointimoduulille takamaan monipuoliset tiedonsiirtomahdollisuudet sekä etäluentaan että kiinteistöntalvontaan. (Kamstrupin [www-sivut 2013](#), hakupäivä 4.11.2013; Landis+Gyrin [www-sivut 2013](#), hakupäivä 9.11.2013.)

## 5 KAUKOLÄMPÖENERGIAN MITTALAITTEET

Kaukolämmön toimintaperiaate asettaa omat haasteensa mittauksen toteuttamiselle. Kaukolämpöverkon vesi kierrätetään asiakkaan lämmönvaihtimien kautta, joissa lämpö siirretään käyttöveden ja kiinteistön lämmitykseen. Vedestä saatuun lämpöenergiaan vaikuttaa kaksi muuttujaa: lämpötilaero ja virtaus. Nykyään käytetään pääasiassa kahdenlaista tekniikkaa mittauksen toteuttamiseen. Nämä tekniikat ovat magneetti ja ultraääni. Lämpötilaa mitataan lämpö-antureilla. Anturi on periaatteeltaan sähkövastus, jossa vastusarvo muuttuu lämpötilan mukaan. Mitattaessa meno ja paluuveden lämpötilat saadaan lämpötilaero. Kun lämpöenergiamittari laskee kulutetun energian mitattuja arvoja käyttäen, tulokseksi saadaan käytetty energia megawattitunteina. Seuraavassa kuvassa on nykyaikainen kaukolämpöpaketti (Kuva 7).



Kuva 7. Högforsin omakotitalon kaukolämpöpaketti

## 5.1 Mittarit

Lämpöenergiamittari on laite, joka on suunniteltu mittaamaan lämpöenergiaa, jota lämmön-siirtopiirissä virtaava lämmönsiirtoneste luovuttaa. Lämpöenergiamittari on joko itsenäinen laite tai yhdistetty laite, joka koostuu virtausanturista, lämpöanturiparista ja laskimesta, tai niiden yhdistelmästä. (Energiateollisuus ry:n www-sivut 2013, hakupäivä 12.11.2013.)

Lämpöenergiamittarista voidaan lukea muun muassa seuraavat tiedot:

- lämpöenergia
- kaukolämmön kiertovesimäärä
- kaukolämpöveden hetkellinen jäähdytys
- kaukolämpöveden hetkelliset tulo- ja paluuveden lämpötilat
- hetkellinen teho ja vesivirta.

(Energiateollisuus ry:n www-sivut 2013, hakupäivä 12.11.2013.)

### 5.1.1 Kamstrup Multical 601

Multical 601 mittaria (kuva 8) voidaan käyttää kaikissa vesikiertoisissa lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmissä, joiden lämpötila on välillä 2-180 °C ja virtausanturin koko voi vaihdella välillä 0,6 m<sup>3</sup>/h-3000 m<sup>3</sup>/h (Ultraflow anturilla 0,6 m<sup>3</sup>/h-1000 m<sup>3</sup>/h). Multical mittarista on valmistettu useampia eri malleja, nykyisin asennetaan 601-mallia. Mittareiden virtaaman mittaustapa perustuu ultraäänitekniikkaan eikä vaadi veden sähköistä johtokykyä kuten magneettitekniikkaan perustuvat mittarit. Kytettäessä Multical sekä meno- että paluuputkessa oleviin virtausantureihin, sillä voidaan valvoa lämmitys-/jäähdytysjärjestelmässä tapahtuvia vuotoja. Lisäksi käyttövesijärjestelmän vuotoja voidaan valvoa pulssien avulla, jos järjestelmään on kytketty vesimittari. (Kamstrupin www-sivut 2013, hakupäivä 4.11.2013.)

601-mittari on laajennettavissa lisämoduuleilla, jolloin siihen saadaan pulssilähtökortti ja muita tiedonsiirto-ominaisuuksia, kuten esimerkiksi M-Bus. 601-mittaria voidaan syöttää joko paristolla tai virtalähteellä suoraan verkosta. Verkkolaitteet ovat joko 24 VAC tai 230 VAC. Pelkällä mittauksella valmistaja lupaa paristojen kestävän 10 vuotta. Lisämoduuleja käytettäessä pariston käyttöikä lyhenee huomattavasti, eikä näin ollen



ole järkevää käyttää kuin kiinteää sähköä. (Kamstrupin www-sivut 2013, hakupäivä 4.11.2013.)



Kuva 8. Lämpöenergiamittari Kamstrup Multical 601

#### 5.1.2 Saint-Gobain Sharky 775



Kuva 9. Lämpöenergiamittari Saint-Gobain Sharky 775 (Saint-Gobainin www-sivut 2013, hakupäivä 10.11.2013)

Sharky 775 mittaria (kuva 9) voidaan käyttää niin kuin Multical mittariakin kaikissa vesikiertoisissa lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmissä. Ainoastaan mitattavat alueet eriävät Sharky mittarissa. Lämpötila on välillä 5-150 °C ja virtausanturin koko voi vaihdella

välillä 0,6 m<sup>3</sup>/h-60 m<sup>3</sup>/h. Sharky mittarissa käytetään myös samaa ultraääni mittaustekniikkaa kuin Multical mittarissa. (Saint-Gobainin www-sivut 2013, hakupäivä 10.11.2013.)

Mittari voidaan varustaa erilaisilla tiedonsiirtokorteilla, joita ovat muun muassa RS-232, RS-485, M-Bus, ja erilaiset yhdistelmät pulssikortteja. Mittaria voidaan syöttää paristolla tai 24 VAC tai 230 VAC verkkolaitteella. Paristolle valmistaja lupaa 12 vuoden keston, tai, jos käytetään litiumparistoa, niin 16 vuoden keston. (Saint-Gobainin www-sivut 2013, hakupäivä 10.11.2013.)

## 5.2 Virtausanturi

Virtausanturi on lämpöenergiamittarin osa, jonka läpi kaukolämpövesi virtaa tulo- tai paluujohdossa. Virtausanturi lähettää signaalin virtausmäärästä, joka on joko tilavuuden, massan tai tilavuusvirran tai massavirran funktio. Virtausantureita on toimintatavaltaan erityyppisiä, pääsääntöisesti magneetti- ja ultraäänitoimisia. (Energiateollisuus ry:n www-sivut 2013, hakupäivä 12.11.2013.)

### 5.2.1 Kamstrup Ultraflow 54

Ultraflow 54 on staattinen virtausanturi, jonka toiminta perustuu ultraäänimittaukseen. Sitä käytetään ensisijaisesti lämpöenergiamittareiden virtausanturina (mm. Multical mittareiden kanssa). Virtausanturi on suunniteltu käytettäväksi lämmitysjärjestelmissä, joissa vesi on lämmönsiirron väliaineena. (Kamstrupin www-sivut 2013, hakupäivä 4.11.2013.)

Virtauksen mittaukseen käytetään kaksisuuntaista, kulkuaiikamenetelmään perustuvaa ultraäänitekniikkaa. Kyseisellä menetelmällä saadaan hyvä tarkkuus. Ultraäänimittaus on toteutettu kahdella ultraäänianturilla, jotka lähettävät äänisignaaleja sekä virtauksen suuntaisesti että sitä vastaan. Ultraäänisignaali, joka lähetetään virtauksen suuntaisesti, saavuttaa vastakkaisen anturin ensin. Näiden kahden signaalin vastaanottamisen välinen aikaero pystytään muuttamaan virtauksen nopeudeksi ja siten vedenmääräksi. (Kamstrupin www-sivut 2013, hakupäivä 4.11.2013.)

### 5.3 Lämpötila-anturipari

Lämpötila-anturipari on lämpöenergiamittarin osa, joka mittaa kaukolämpöveden menon ja paluulämpötilan eron lämpöenergian määrittämistä varten. Lämpötila-anturit asennetaan joko suojataskuun tai ilman suojataskua. (Energiateollisuus ry:n www-sivut 2013, hakupäivä 12.11.2013.)

### 5.4 Tiedonsiirtotavat

Kaukolämpöenergiamittareissa käytetään erilaisia tiedonsiirtotapoja. Kamstrupin käyttämään etäluentaverkkoon voidaan liittää muiden laitevalmistajien laitteita pulssilaskurin avulla. Muita laitteita voivat olla sähkö-, kaukolämpö- ja vesimittarit. Kamstrupin omien laitteiden tiedot välittyvät M-bus -yhteyden, modeemin, LON:in tai radioverkon kautta. (Kamstrupin www-sivut 2013, hakupäivä 4.11.2013.)

Kamstrup käyttää myös langatonta M-Bus -yhteyttä. Langaton M-Bus on yksisuuntaista tiedonsiirtoa radioverkossa. Se on avoin protokolla. Mittarin ja moduulin välinen tiedonsiirto perustuu KMP-protokollaan, joka on myös avoin. Langatonta M-Bus -liitäntää käytetään Multical 402 mittarissa. (Kamstrupin www-sivut 2013, hakupäivä 4.11.2013.)

## 6 ENERGIAN HINNAT

Energian hinnat ovat yleisesti olleet nousussa viime aikoina. Suomessa erityisesti sähkön ja kaukolämmön hinnat ovat nousseet huimasti viimeisen 10 vuoden aikana. Hinnat voivat kuitenkin vaihdella alueittain.

### 6.1 Sähkö

Sähkön hinta muodostuu sähköenergian hankinnan kustannuksista, sähkönsiirron kustannuksista ja veroista. Sähköenergian hankintahinta muodostuu sähköenergian hinnan ja sähkön myyntityön aiheuttamista kuluista. Siirtohintaa muodostuu sähkön siirron kustannuksista kantaverkossa, alueverkossa, jakeluverkossa ja asiakkaan kulutuksen mitaamisesta. (Energiamarkkinaviraston www-sivut 2013, hakupäivä 11.11.2013.)

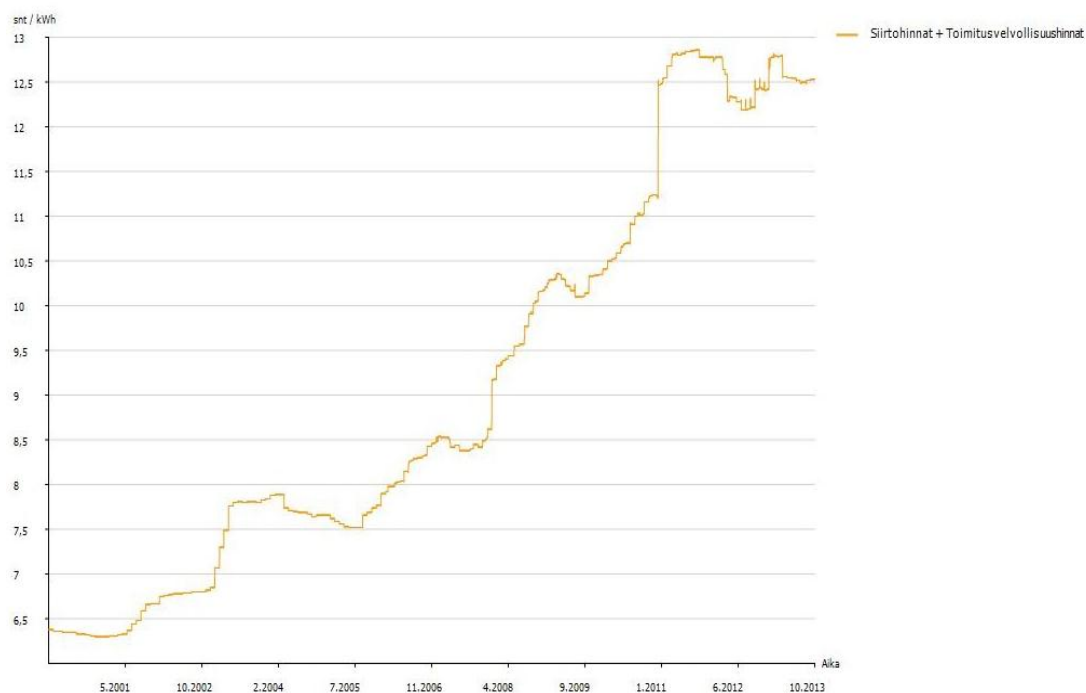
Sähkön siirtopalvelua kuluttaja ei voi ostaa kuin paikalliselta jakeluverkonhaltialta. Sähköenergiaosuuden kuluttaja voi ostaa eri palvelun tuottajilta. Energiamarkkinavirasto valvoo sähkön siirtohinnoittelun kohtuullisuutta, kun taas sähköenergian hinnoittelu on vapaata. Sähköenergian hinta on noussut huimasti viimeisen 10 vuoden aikana (kuva 10). (Energiamarkkinaviraston www-sivut 2013, hakupäivä 11.11.2013.)

Sekä siirtopalvelun että sähköenergian hinnat eli tariffit muodostuvat yleensä kahdesta osatekijästä, jotka ovat kiinteä perusmaksu, esimerkiksi euroa/kk, ja kulutetun energiamäärän mukaan määräytyvästä kulutusmaksusta, esimerkiksi senttiä/kWh. Molemmille, siirtopalvelulle ja sähköenergialle, on olemassa yleis-, aika- ja tehotariffeja:

- Yleistariffi
  - Soveltuu kuluttajille jotka käyttävät vähän sähköä vuodessa
  - Esimerkiksi omakotitaloudet, jotka ovat kaukolämpölämmitteisiä
- Aikatariffi
  - Yösähkö ja kausisähkö
  - Esimerkiksi sähkölämmitteiset omakotitaloudet
- Tehotariffi
  - Paljon sähköä käyttäville
  - Esimerkiksi teollisuus- ja toimistokiinteistöt.

(Energiamarkkinaviraston www-sivut 2013, hakupäivä 11.11.2013.)

Verolliset nimelliset kokonaishinnat (siirto- ja energiahinnat), Pientalo 18 000 kWh/v, koko maan keskihinta 01.01.2000 - 30.10.2013



Kuva 10. Sähkön hinnan kehitys (Energiamarkkinaviraston www-sivut 2013, hakupäivä 1.11.2013)

## 6.2 Vesi

Vesilasku muodostuu kiinteistä perusmaksuista ja käyttömaksuista. Perusmaksut perustuvat pääsääntöisesti mittarikokoon. Käyttömaksut muodostuvat käyttövesi- ja jätevesimaksuista, jotka taas perustuvat käytetyn veden määrään. (Vesilaitosyhdistyksen www-sivut 2013, hakupäivä 11.11.2013.)

Perusmaksuilla katetaan vedenoton ja käsittelyn, verkoston, ja jätevesiverkon ja jäteveden käsittelyn kustannukset. Kustannuksia syntyy niin rakentamisesta, ylläpidosta kuin varsinaisesta tuotantotoiminnasta. (Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymän www-sivut 2013, hakupäivä 11.11.2013.)

Kustannusten suuruus vaihtelee laitoksittain ja niihin vaikuttavat monet eri asiat. Jotkut laitokset toimivat hyvin tiheästi asutuilla alueilla, toiset pääosin harvaan asutulla alueella. Tällöin verkoston pituus voi olla suuri, mutta asukkaiden määrä melko pieni. Verkoston aiheuttama kustannus on vesihuoltolaitosten kustannuksista suurin, eikä se riipu asiakkaiden käyttämän veden määrästä. (Vesilaitosyhdistyksen www-sivut 2013, hakupäivä 11.11.2013.)

Veden hinta vaihtelee kunnittain. Esimerkiksi Oulun kaupungin alueella vedellä ja jätevedellä on kummallakin omat samansuuruiset perusmaksut, jotka määräytyvät mittariin mukaan ( $\varnothing$  25-32 mm, vesi 203,36 €/vuosi ja jätevesi 203,36€/vuosi). Lisäksi hinnan muodostumiseen vaikuttavat kulutus ja käyttömaksut (vesi 1,40 €/m<sup>3</sup> ja jätevesi 1,92 €/m<sup>3</sup>, yhteensä 3,32 €/m<sup>3</sup>). (Oulunveden www-sivut 2013, hakupäivä 11.11.2013.)

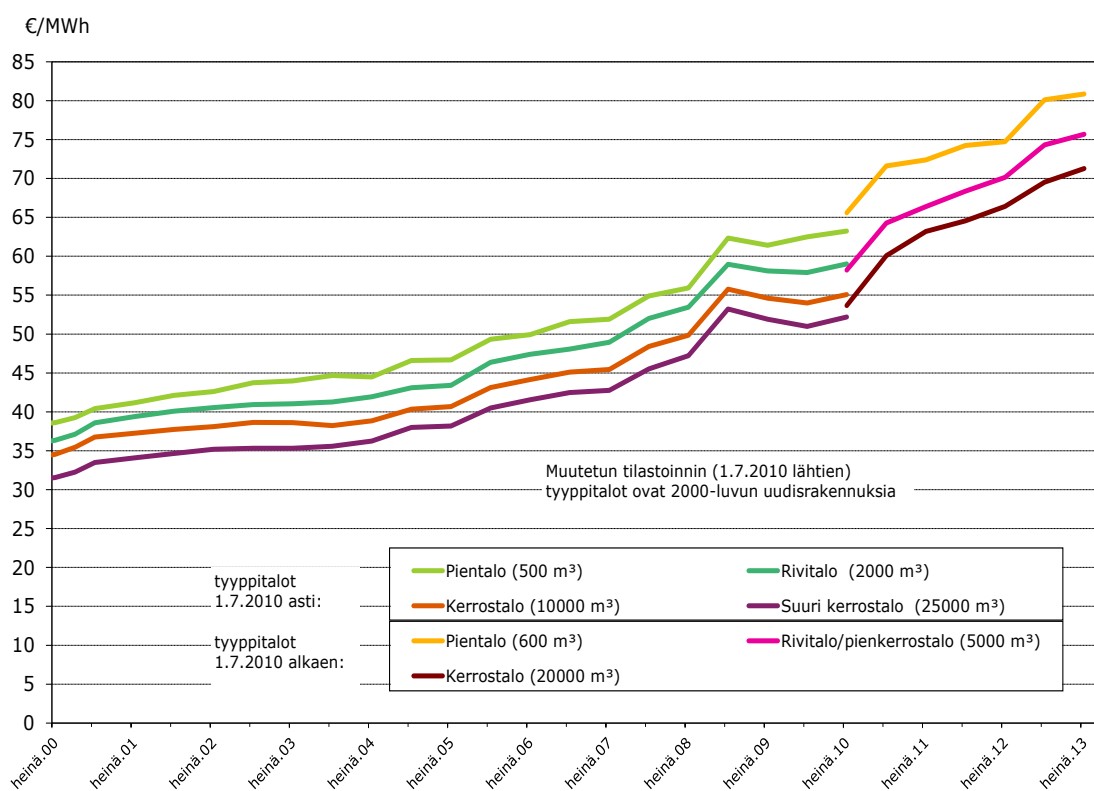
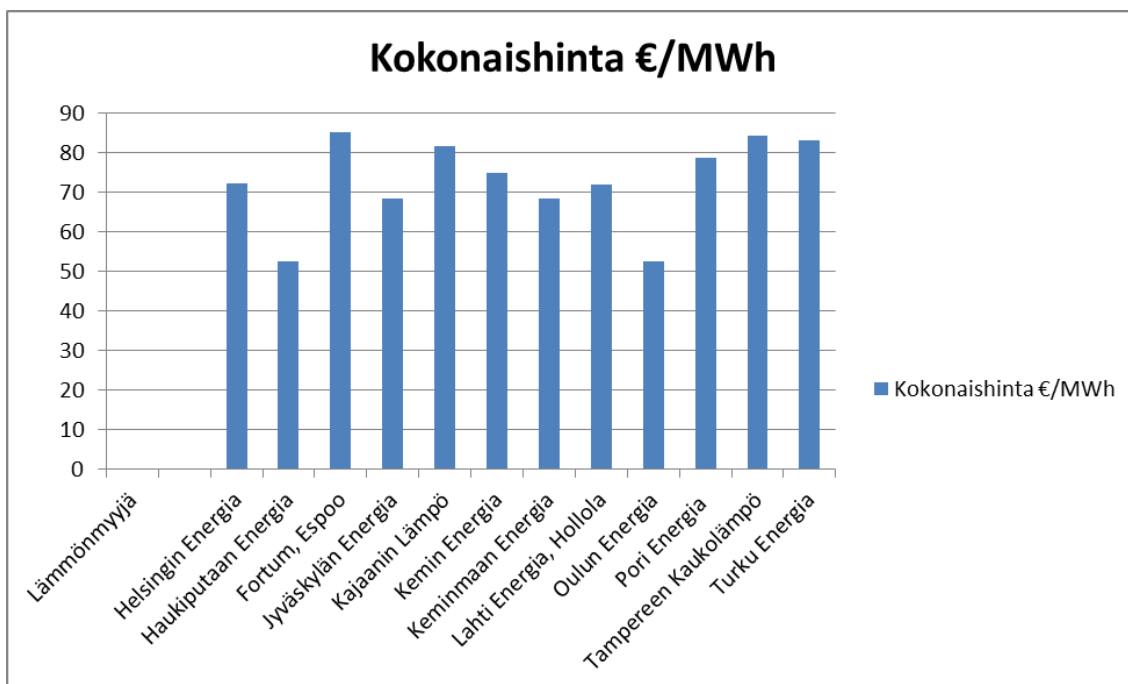
### 6.3 Kaukolämpö

Kaukolämmön kokonaishinta muodostuu perusmaksusta, energiamaksusta sekä veroista. Perusmaksu määräytyy asiakkaan tarvitseman tehon mukaan. Maksu sisältää lämmön tuotantolaitosten ja lämpöverkon rakentamisen ja ylläpidon. Asiakkaan laskussa näiden osuus on keskimäärin 15-25 prosenttia, omakotitaloilla se voi olla jopa 40 prosenttia. (Energiateollisuus ry:n www-sivut 2013, hakupäivä 11.11.2013.)

Energiamaksu sisältää asiakkaan käyttämän lämpöenergian. Energiamaksu vastaa lämmönhankinnan polttoainekustannuksia ja muita kuluja, kuten päästökauppa- ja energia-erotusta. (Energiateollisuus ry:n www-sivut 2013, hakupäivä 11.11.2013.)

Kaukolämmön hinta määräytyy paikkakuntaakohtaisesti (taulukko 2), ja hinnoittelu perustuu kaukolämmön paikalliseen tuotantotapaan, verkoston rakenteeseen ja käytettyihin polttoaineisiin. Kaukolämmön keskihinta koko maassa on viimeisen 10 vuoden aikana lähes kaksinkertaistunut (kuva 11). Myös alueelliset erot ovat suuria. (Energiateollisuus ry:n www-sivut 2013, hakupäivä 11.11.2013.)

Taulukko 2. Kaukolämmön energiahintoja tyypitalossa eri paikkakunnilla (rivitalo, tehontarve 70 kW, vesivirta 0,8 m<sup>3</sup>/h, vuosienergia 150 MWh ja rakennustilavuus 5000 m<sup>3</sup>) (Energiateollisuus ry:n www-sivut 2013, hakupäivä 11.11.2013)



Kuva 11. Kaukolämmön hinnan kehitys (teho + energiamaksu, sis. verot)

(Energiateollisuus ry:n www-sivut 2013, hakupäivä 31.10.2013)

## 7 MITTAUSTIETOJEN HYÖDYNTÄMINEN

Nykyajan energianmittauslaitteet mahdollistavat entistä tarkempien mittaustulosten saamisen. Tällä hetkellä kiinteistöjen energian mittaustiedoissa keskitytään mielestäni kuitenkin liikaa pelkkiin tarkkuuksiin, vaikka niitä voitaisiin hyödyntää laajemmaltikin. Tarkat mittaustiedot eivät itsessään kerro loppujen lopuksi muuta kuin kokonaiskulutus-tiedon kullekin annetulle ajankohdalle. Tietoja voisi suoraan hyödyntää muun muassa parantamaan pienempien kiinteistöjen, kuten omakotitalojen, energiatehokkuutta. Isompien kiinteistöjen energiatehokkuuden parantamiseksi tarvittaisiin kuitenkin käyttökoh-teittaisia lisämittauksia. Pitkällä tähtäimellä energiatehokkuuden parantamisella aikaan-saadaan niin rahallisia kuin ekologisia säästöjä.

Aiemmissä kappaleissa esitellyistä energianmittauslaitteista on huomattavissa, että useimmat mittarit ovat jo niin sanottuja älykkäitä mittausrakenteita, jotka seuraavat ener-giankulutusta tarkemmin, kuin vain kokonaiskulutustasolla. Älykkäiden mittareiden johdosta kulutuslukemia niin sähkön, veden kuin kaukolämmönkin kulutuksessa on mahdollista seurata entistä lyhyemmällä tarkasteluvälillä, kuten tuntitasolla, ja auto-maattisesti, jolloin mittaustiedot ovat aina saatavilla. Nämäkin tekijät kannustavat mit-taustietojen laajempaan hyödyntämiseen.

Kiinteistöjen energianmittaustietoja tulisi hyödyntää mahdollisimman laajasti. Esimer-kiksi kiinteistöistä saatujen mittaustulosten esittämiseen tulisi kiinnittää huomiota. Energiayhtiöiden yleisesti tällä hetkellä laskun liitteenä lähettämät yksityiskohtaisem-mat raportit eivät analysoimatta johda mihinkään. Mittaustulokset olisi mahdollista esit-tää selkeinä kuvina verraten edellisiä kulutuslukemia tämän hetkisiin lukemiin. Vertai-lua voisi tehdä myös useammalla eri seurantasyklillä, kuten viikko-, kuukausi- ja vuosi-tasolla. Graaffeista mahdollisesti esiin tulevat kulutuspoikkeamat, niin lyhyellä kuin pitkälläkin aikavälillä, olisivat analysoitavissa (toimintavika tms.), ja niihin olisi mah-dollista puuttua. Nykyään on myös saatavilla erilaisia taloautomaatiojärjestelmiä, jotka pystyvät tallentamaan kiinteistöistä saatavia mittaustietoja omaan järjestelmäänsä. Näi-den tietojen pohjalta voidaan tehdä erilaisia raportteja kiinteistön kuluttamasta energias-ta. Nämäkin raportit voidaan tulostaa halutulle aikavälille aina tuntitason mittauksesta viikko-, kuukausi- tai vuosiraportteihin. Aktiivisella seurannalla muutoksiin olisi mah-dollista reagoida nopeammin.



Yrityskäytössä olevien kiinteistöjen energiakulutuksen seurantaan olisi hyvä palkata ulkopuolinen taho, joka seuraisi kulutuksia ja puuttuisi tarvittaessa epäkohtiin. Saatavilla on myös runsaasti erilaisia kiinteistön energiaseurannan ja -hallinnan palveluita, jotka on suunnattu talotekniikan ammattilaisten lisäksi myös tavallisille käyttäjille, mahdollistaen näin omakotikiinteistöjen itsenäisen seurannan omistajien taholta.

Kiinteistön energiatehokkuuden parantamiseksi mittauksista saatavat tiedot tulisi hyödyntää kiinteistön hoidossa. Pelkkä kulutuksen seuranta ei tietenkään vähennä kiinteistön energiankulutusta, mutta sen seurauksena voidaan muun muassa puuttua laitteisiin, jotka aiheuttavat ylimääräistä kulutusta. Esimerkiksi tutkittaessa lyhyemmän ajanjakson mittaustietoja voidaan havaita alkavia laitevikoja, ja puuttua niihin ennen kuin mikään niistä synnyttää ylimääräisiä kustannuksia. Tutkittaessa käyttöveden kulutusta, voidaan havaita esimerkiksi putkirikko, jos kiinteistössä kuluu vettä öisin, eikä siellä ole mitään vettä kuluttavia laitteita päällä. Jos tiedot kerätään esimerkiksi johonkin taloautomaatiojärjestelmään, jolla säädetään talotekniikkaa (lämmitys, ilmastointi, valaistus jne.), voidaan kulutustietojen vertailussa ottaa huomioon myös vallinnut ulkolämpötila. Tällä tiedolla on merkitystä varsinkin lämmitysenergian kulutustietoja vertailtaessa. Kaukolämmön ja veden kulutusmittauksissa tuntipohjaisia mittaustietoja voidaan lisäksi hyödyntää mittareiden kulumisen ja kunnan arviointiin.

Kiinteistön energiankulutukseen voidaan vaikuttaa myös energiaa kuluttavien laitteiden tarkoilla säädöillä. Tarkat säädöt saadaan aikaiseksi tarkkojen mittaustietojen perusteella. Hyödyntämällä mittaustietoja monipuolisesti kiinteistön laitteiden säätämiseen saadaan siis aikaan kulutussäästöjä. Kiinteistön energiankulutuksen optimointi tarkoituksenmukaiseksi säästää sekä kiinteistön omistajien rahapussia että luontoa.

## 8 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön aiheena oli kartoittaa kiinteistöjen olemassa olevia energiankulutus mittauksia eli niin sanottuja päämittauksia (sähkö, vesi ja kaukolämpö). Tavoitteena oli saada käsitys siitä, mitä mittaustietoja eri energiamuotojen mittarit tarjoavat ja miten energiayhtiöt kiinteistöjen energiankulutusta mittaavat, ja pohtia miten mittaustietoja voidaan hyödyntää paremman energiatehokkuuden saavuttamiseksi. Alla on yhteenveto saavutetuista tuloksista.

Mittauslaitedirektiivin ja – lain asettamat tarkat vaatimukset energiamittauksille ja -mittalaitteille ovat tuoneet markkinoille niin sanottuja älykkäitä mittauslaitteita. Nykyaikajan energianmittauslaitteet mahdollistavat entistä tarkempien mittaustulosten saamisen. Älykkäiden mittareiden johdosta kulutuslukemia niin sähkön, veden kuin kaukolämmönkin kulutuksessa on mahdollista seurata entistä lyhyemmillä tarkasteluväleillä, kuten tuntitasolla, ja automaattisesti, jolloin mittaustiedot ovat aina saatavilla.

Etenkin sähkön ja kaukolämmön osalta älykkäistä mittareista voidaan kulutuslukemien lisäksi saada paljon muitakin tietoja. Sähköenergiamittareista pystytään lukemaan kulutuksen lisäksi muun muassa erilaiset tehotiedot (huipputeho, hetkellinen teho ja tuntiteho), tapahtumat, hälytykset, laatutiedot, aika ja päivämäärä. Kaukolämpömittareista voidaan lukea käytetyn lämpöenergian lisäksi kiertovesimäärän, veden hetkellisen jäähtymisen, hetkelliset tulo- ja paluuveden lämpötilat, sekä hetkellisen tehon ja vesivirran. Vain vesimittareista luettavien tietojen määrä on hieman suppeampi. Älykkäät vesimittarit mittaavat kulutustietoja tuntipohjaisesti.

Automaattisella etäluennalla pystytään tehostamaan kulutustietojen keräämistä. Siten voidaan välttää luentavirheitä ja puuttuvia mittaritietoja. Manuaalisessa tietojen keruussa vaarana on suurempi virhemarginaali, kun taas automaattisella tietojen keruulla virhemarginaali voidaan minimoida ja taata säännöllinen kulutustietojen seuranta. Automaattisella mittariluennalla mahdollistetaan myös, että kulutustiedot ovat aina saatavilla ja ne ovat ajan tasalla olevaa tietoa.

Mittalaitteista saatuja mittaustietoja on ennen käytetty lähes yksinomaan energiakulutuksen kokonaiskustannuksien selvittämiseen. Älykkäillä mittareilla saatuja tarkkoja mittaustietoja tulisi kuitenkin hyödyntää laajemmin parantamaan kiinteistöjen energia-

tehokkuutta. Energiatehokkuuden optimoinnilla ei ainoastaan varmistettaisi kiinteistöjen tarkoituksenmukaista energiankäyttöä, vaan sillä saavutettaisiin myös rahallisia säästöjä. Se olisi myös ekologinen toimintatapa niin lyhyellä kuin pitkälläkin tähtäimellä.

## LÄHTEET

- Aidon 2012. Esite Factsheet Meter 5540 ja 5550. Sisäinen pdf-dokumentti.
- Aidon 2010. Asennusohje P2P-mittalaitteen moduulityypeille 5413 ja 5414. Versio 1.8 A. Julkinen pdf-dokumentti.
- Ahoranta, Jukka 1995. Sähkötekniikka. Porvoo: WSOY.
- Energiamarkkinaviraston www-sivut 2013. Hakupäivä 1.11.2013. <[www.energiamarkkinavirasto.fi](http://www.energiamarkkinavirasto.fi)>
- Energiateollisuus ry:n www-sivut 2013. Hakupäivä 31.10.2013. <[www.energia.fi](http://www.energia.fi)>
- Heikkonen, Suvi 2013. Etäluentamittareiden tuomat tuotteistamismahdollisuudet sähkönmyyjille. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Lappeenranta.
- Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymän www-sivut 2013. Hakupäivä 11.11.2013. <[www.hsy.fi](http://www.hsy.fi)>
- Kamstrupin www-sivut 2013. Hakupäivä 4.11.2013. <[www.kamstrup.fi](http://www.kamstrup.fi)>
- Lahtienergian www-sivut 2013. Hakupäivä 9.11.2013. <[www.lahtienergia.fi](http://www.lahtienergia.fi)>
- Landis+Gyr 2007. Enermet E120LiME –kotitaloussähkömittari. Tuotekuvaus. Versio 1.02. Sisäinen pdf-dokumentti.
- Landis+Gyrin www- sivut 2013. Hakupäivä 1.11.2013. <[www.landisgyr.fi](http://www.landisgyr.fi)>
- Noratel Finland Oy:n www-sivut 2013. Hakupäivä 9.11.2013. <[www.noratel.fi](http://www.noratel.fi)>
- Oulun Veden www-sivut 2013. Hakupäivä 11.11.2013. <[www.ouluvesi.fi](http://www.ouluvesi.fi)>
- Saint-Gobain Pipe Systems Oy:n www-sivut 2013. Hakupäivä 10.11.2013. <[www.sgps.fi](http://www.sgps.fi)>
- Sähkömarkkinalaki 588/2013.
- Taipale, Olli 2012. Energianhallintajärjestelmän suunnittelu ja toteutus HSY- kuntayhtymälle. Insinööritö. Metropolia Ammattikorkeakoulu, Helsinki.
- Turku Energian www-sivut 2013. Hakupäivä 9.11.2013. <[www.turkuenergia.fi](http://www.turkuenergia.fi)>
- Turvallisuus- ja kemikaaliviraston www-sivut 2013. Hakupäivä 1.11.2013. <[www.tukes.fi](http://www.tukes.fi)>
- Utu Oy:n www-sivut 2013. Hakupäivä 8.11.2013. <[www.utu.eu](http://www.utu.eu)>
- Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 66/2009.
- Vattenfall Oy:n www-sivut 2013. Hakupäivä 9.11.2013. <[www.vattenfall.fi](http://www.vattenfall.fi)>
- Vesilaitosyhdistyksen www-sivut 2013. Hakupäivä 11.11.2013. <[www.vvy.fi](http://www.vvy.fi)>
- Zenner-Korkeamäen www-sivut 2013. Hakupäivä 8.11.2013. <[www.zennerkorkeamaki.com/fi/](http://www.zennerkorkeamaki.com/fi/)>