

Pekka Koponen, Marja-Leena Pykälä & Kari Sipilä

Mittaustietojen tarpeet ja saatavuus rakennuskannan automaattisten energia-analyysien näkökulmasta

Mittaustietojen tarpeet ja saatavuus rakennuskannan automaattisten energia- analyysien näkökulmasta

Pekka Koponen, Marja-Leena Pykälä & Kari Sipilä

ISBN 978-951-38-7216-8 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)
ISSN 1455-0865 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

Copyright © VTT 2008

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT, Vuorimiehentie 3, PL 1000, 02044 VTT
puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 4374

VTT, Bergsmansvägen 3, PB 1000, 02044 VTT
tel. växel 020 722 111, fax 020 722 4374

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 3, P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland
phone internat. +358 20 722 111, fax + 358 20 722 4374

VTT, Biologinkuja 7, PL 1000, 02044 VTT
puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 7026

VTT, Biologgränden 7, PB 1000, 02044 VTT
tel. växel 020 722 111, fax 020 722 7026

VTT Technical Research Centre of Finland, Biologinkuja 7, P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland
phone internat. +358 20 722 111, fax +358 20 722 7026

Koponen, Pekka, Pykälä, Marja-Leena & Sipilä, Kari. Mittaustietojen tarpeet ja saatavuus rakennuskannan automaattisten energia-analysien näkökulmasta [Needs and availability of AMR data in energy performance evaluation of buildings]. Espoo 2008. VTT Tiedotteita – Research Notes 2438. 62 s. + liitt. 3 s.

Avainsanat needs and availability of AMR data, energy performance evaluation of buildings

Tiivistelmä

Hankkeen Rakennusten sähköisen energiamerkinnän ja -monitoroinnin avoin palvelu- alusta (eCertification) tarkoituksena on yhdistää tiedot, jotka koskevat rakennuskantaa, energiankulutusta, energiakatselmuksia ja tarkentavia mittauksia sekä näitä tietoja hyväksikäyttäviä energiatehokkuutta arvioivia ja parantavia ohjelmistoja ja palveluja. Lämpö- ja sähköenergian sekä veden kulutusmittareista saatava tieto on yksi keskeisistä tietolähteistä.

Raportissa esitetään älykkäiden kulutuksen mittarointijärjestelmien tilanne Suomessa ja muualla maailmassa. Tarkastellaan mittaus- ja ohjaustietojen hyödyntämisen tarpeita, mahdollisuuksia ja esteitä sekä mittaustietoja tuottavia ja hyödyntäviä palvelun tarjoajia. Mittaustietojen hyödyntämistapoja ja palvelumalleja arvioidaan. Vallitsevasta lainsäädännöstä ja liiketoimintamalleista aiheutuvia reunaehtoja luetellaan. Sen jälkeen tehdään katsaukset mittaustietojen tarpeisiin rakennuskannan energia-analyseissä sekä mittaustietojen saatavuuteen. Havaitaan, että yhteisten kulutusmittausten saatavuutta, sisältöä ja tiedonsiirto-rajapintoja koskevien minimivaatimusten puuttuminen voi merkittävästi haitata energiatehokkuuden arviointia ja parantamista ja siten tulla asiakkaille ja yhteiskunnalle kalliiksi.

Koponen, Pekka, Pykälä, Marja-Leena & Sipilä, Kari. Mittaustietojen tarpeet ja saatavuus rakennuskannan automaattisten energia-analysien näkökulmasta [Needs and availability of AMR data in energy performance evaluation of buildings]. Espoo 2008. VTT Tiedotteita – Research Notes 2438. 62 s. + liitt. 3 s.

Keywords needs and availability of AMR data, energy performance evaluation of buildings

Abstract

The objective of the project "Open ICT based platform for energy efficiency evaluation of buildings" is to provide data from existing databases on building properties, energy consumption, energy reviews, complementing measurements etc. for energy efficiency evaluation software and services. Consumption measurements of electricity, heat and water are one of the central sources of information.

The report presents and discusses: 1) the situation of smart consumption metering systems in Finland and in other countries, 2) needs, possibilities, barriers and service models to utilise metered data, 3) framework formed by legislation and business models, and 4) needs and availability of metered data for energy efficiency analysis of buildings. Conclusion is drawn that lack of common minimum requirements regarding the availability, communication interfaces and content of metered data is a barrier to energy efficiency analysis and improvement and can thus have expensive consequences.

Alkusanat

Raportti kuuluu Rakennusten sähköisen energiamerkinnän ja monitoroinnin avoin palvelualusta (eCertification) -hankkeeseen. Projekti toteutetaan yhteisrahoitteisena hankkeena, jota rahoittavat: Tekes – teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus, VTT, Buildercom Oy, Fatman Oy, Fidelix Oy, FläktWoods Oy, HKR, Kamstrup A/S, Ouman Oy, Porin kaupunki, Pöyry Building Services Oy, Tac Oy ja Väestökisterikeskus.

Koko hankkeen johtoryhmä:

Mårten Lindholm	HKR
Jarmo J. Heinonen	Tekes
Juha Aspinen	Buildercom Oy
Kari Hein / Janne Rasi	Fatman Oy
Tapani Spangar	Fidelix Oy
Peter Sundelin	FläktWoods Oy
Jarmo J. Heikkinen	Kamstrup A/S
Pertti Koski	Motiva
Mikko Lahtinen	Ouman Oy
Rolf Ahlfors / Timo Salovaara	Väestökisterikeskus
Jouni Lehtinen	Porin kaupunki
Markku Ahonen	Pöyry Building Services Oy
Jussi Kankaisto	Tac Oy
Jorma Pietiläinen	VTT

Hankkeessa pidettiin syksyllä 2007 kaksi työkousta kulutusmittaustietojen saatavuudesta. Raportin tekoon saatiin lähtötietoja näiden työkousten esitelmistä ja keskusteluista. Työkouksiin osallistui kutsuttuna projektin osapuolten lisäksi myös ulkopuolisia asiantuntijoita: Arto Rajala, työ- ja elinkeinoministeriöstä sekä Kenneth Hänninen ja Mirja Tiitinen, Energiateollisuus ry:stä. Kiitän tekijöiden puolesta kaikkia avusta.

Pekka Koponen

Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	3
Abstract.....	4
Alkusanat.....	5
Lyhenteet ja määritelmät	8
1. Johdanto	11
1.1 Raportin tausta.....	11
1.2 Raportin tavoitteet	11
2. Smart Metering -tilanne	12
2.1 Suomessa.....	12
2.2 Muualla.....	15
2.3 Toteutuskustannuksista	19
2.4 AMR-alan yhteistyöhankkeita.....	21
3. Mittaus- ja ohjaustietojen hyödyntäminen.....	22
3.1 Mittaustietoja tuottavat ja hyödyntävät palvelut ja osapuolet	22
3.1.1 Mittaustietojen tuottajat	22
3.1.2 Mittaustietoja hyödyntävät palvelut.....	23
3.2 Tarpeet.....	24
3.2.1 Tuntitiedot.....	24
3.2.2 Muut mittaustiedot	25
3.2.3 Ohjaukset.....	26
3.2.4 Hälytykset	26
3.3 Mahdollisuudet, esteet ja haasteet	27
3.3.1 Älykkyyden hajauttaminen mittareihin.....	27
3.3.2 Kustannusten ja hyötyjen jakaminen osapuolten kesken.....	27
3.3.3 Yhteisten minimivaatimusten puute.....	29
3.3.4 Pelisäännöt ja ratkaisumallit	32
3.3.5 Tietoliikenteen kustannukset ja palvelun laatu	32
3.3.6 Tietojen omistus ja käyttöoikeudet sekä tietosuojat.....	33
3.3.7 Mittaustietojen laatu ja tietoturva.....	34
3.3.8 Tiedonsiirron protokollat	34
3.3.9 Tiedonsiirtomediat	35
4. Mahdollisia palvelumalleja ja hyödyntämistapoja.....	38
4.1 Energian käytön analysointi ja tehostamispalvelu	38

4.2	Energiansäästösopimus.....	38
4.3	Sähkön yhteishankinta.....	38
4.4	Kiinteistöjen hallinta ja energianhallintapalvelu.....	38
4.5	Energian vähittäismyyntiin liittyvät palvelut (analysointi, hintaohjaukset, suorat ohjaukset).....	40
4.6	Hajautettujen energiaresurssien yhdistäminen sähkömarkkinoille (aggregaatio)....	42
4.7	Verkkoyhtiölle asetetut energiansäästön edistämismittaukset ja niihin liittyvät palvelut.....	43
4.8	Yleiskäyttöinen kulutusmittausinfrastruktuuri.....	43
4.9	Yhteinen virtuaalitetokanta kulutusmittaustiedoille.....	44
5.	Reunaehdot.....	45
5.1	Lainsäädäntö.....	45
5.1.1	Mittaustietoja koskeva lainsäädäntö.....	45
5.1.2	Lähtökohtia energiamittaustiedon käyttämiselle lainsäädännössä.....	45
5.1.3	Energiapalveludirektiivi.....	46
5.1.4	Mittalaitedirektiivi.....	47
5.1.5	Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi.....	48
5.1.6	Sähköjärjestelmän käyttövarmuutta koskeva direktiivi.....	48
5.1.7	EY:n sähkö- ja kaasumarkkinoiden kolmas lakipaketti.....	49
5.2	Liiketoimintojen organisointi.....	49
5.3	Reunaehtoisten muutostarpeet.....	50
6.	Mittaustietojen tarpeet rakennuskannan energia-analyseissa.....	51
7.	Mittaustietojen saatavuus.....	54
7.1	Saatavuuden parantamismahdollisuudet.....	54
7.2	Tiedonsiirtorajapintojen yhtenäistäminen.....	54
8.	Yhteenveto ja johtopäätökset.....	57
	Lähdeluettelo.....	59

Liitteet

Liite 1: Lämpöenergian mittaus

Lyhenteet ja määritelmät

ADSL	Asynchronous Digital Subscriber Line
AMI	Advanced Metering Infrastructure, kehittynyt mittarointi-infrastuktuuri perustuu AMR:ään ja AMM:ään. AMI sisältää mittarit, tiedonsiirtoverkot ja tiedonhallintajärjestelmät sekä kykenee tarjoamaan mittaustiedot eri osapuolille ja sovelluksille. Katso [Crossley 2007, s. 2–3].
AMM	Advanced Meter Management, Automatic Meter Management, Automated Meter Management tai Advanced Metering Management, suomeksi lähinnä mittareiden automaattinen hallinta. Perustuu sellaiseen AMR:ään, jossa tiedonsiirto on kaksisuuntaista. Tyypillisesti sisältää seuraavia toimintoja: asennuksen tuki, mittareihin kohdistuvien vikojen ja vilpin havaitseminen, kuluksen irti kytkeminen tai rajoittaminen sekä erilaisia näyttötoimintoja.
AMR	Automatic Meter Reading, mittareiden automaattinen kaukoluku, joskus esiintyy myös merkityksessä pelkkä automaattinen mittareiden luku.
AMRA	Automatic Meter Reading Association
ANSI	American National Standards Institute
BAFF	Building Automation Forum of Finland
COSEM	COmpanion Specification for Energy Metering
DLMS	Device Language Message Specification
DSM	Demand Side Management
ebIX	European forum for energy Business Information eXchange
EBL	Energibedriftenes Landsforening, http://www.ebl.no (Norja)
EDIEL	Electronic Data Interchange in ELectricity

EMIX	Energy Market Information Exchange, http://www.emix.nu
EMV	Energiamarkkinavirasto
Enel	Italian suurin sähköenergiayhtiö, http://www.enel.it
EPRI	Electric Power Research Institute
ESCO	Energy Service Companies
ESMA	European Smart Metering Alliance
ET	Energiateollisuus ry
EUDEEP	EUropean Distributed EnErgy Partnership
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Modile Communications
IEA	International Energy Agency
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
Kysyntäjousto	Demand Response, Sähkön kysynnän kyky joustaa sähkön hinta- vaihteluiden suhteen joko vähentämällä kuormaan tai lisäämällä asiakkaan omaa sähkön tuotantoa, katso http://www.demandresponseresources.com . Kysyntä voi joustaa myös muiden enrgiamuotojen hinnan suhteen.
MeshNET	Eräs langaton mesh-verkkotekniikka
MMS	Manufacturing Message Specification
NEN	Netherlands Standardization Institute
NVE	Norges vassdrags- og energidirektorat, http://www.nve.no (Norja)
ODEL	Object Oriented Data model in ELectricity supply

PG&E	Pacific Gas and Electricity, http://www.pge.com
PLC	Power Line Communication or Programmable Logic Controller
SCE	Southern California Edison, http://www.sce.com
SDG&E	San Diego Gas & Electricity, http://www.sdge.com
Smart Meter	Älykäs mittari, mittari, jossa on erilaisia tarkoituksia palvelevaa laskentakapasiteettia ja muistia tietojen säilyttämiseen.
Smart Metering	Älykäs mittarointi; useita erilaisia määritelmiä, katso [Koponen 2007] ja [NERA 2007, s. 10–11]. Yleensä määritelmät kuvaavat koko järjestelmää tai infrastruktuuria ja edellyttävät kaksisuuntaista tiedonsiirtoa mittarin ja lukujärjestelmän välillä, toimintojen automatisointia sekä kykyä joustavasti palvella useita erilaisia tarkoituksia. Käytetään siis usein suurin piirtein termin AMI synonyyminä.
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
UCA	Utility Control Architecture
UML	Unified Modelling Language
UMM	UN/CEFACT Modelling Methodology
UTILTS	Utility time series message
XML	Extensible Markup Language
ZigBee	Eräs lyhyen kantaman langaton (mesh network) tiedonsiirtotekniikka

1. Johdanto

1.1 Raportin tausta

Raportti kuuluu hankkeeseen Rakennusten sähköisen energiamerkinnän ja monitoroinnin avoin palvelualusta (eCertification). Palvelualusta yhdistää tiedot, jotka koskevat rakennuskantaa, energiankulutusta, energiakatselmuksia ja tarkentavia mittauksia sekä näitä tietoja hyväksikäyttäviä energiatehokkuutta arvioivia ja parantavia ohjelmistoja ja palveluja. Lämpö- ja sähköenergian sekä veden kulutusmittareista saatava tieto on yksi keskeisistä tietolähteistä. Lähtötietojen saatavuus siedettävien kustannuksien, riittävien ajoissa ja mahdollisimman automaattisesti on edellytys sille, että energiatehokkuutta parantavia palveluita voidaan kustannustehokkaasti toteuttaa.

Kulutusmittareiden luennassa ollaan vähitellen siirtymässä automaattiseen mittarinlukuun, jossa kulutusmittareita luetaan etätiedonsiirron yli mittaustietokantoihin edelleen muun muassa laskutuksessa käytettäväksi. Loppuasiakkaan ja hänen tarvitsemiensa energian hallinnan ja energiatehokkuuden parantamisen palveluiden tarpeita ei ainakaan vielä ole näissä investoinneissa yleensä otettu riittävästi huomioon. Kulutustietojen saaminen suoraan laskutusmittausjärjestelmistä (tarpeista riippuen joko mittaustietokannasta tai suoraan mittarilta) voi kuitenkin olla teknillisesti edullisempaa toteuttaa kuin erillisen energianhallintaa ja energiatehokkuutta palvelevan kulutusmittarin asentaminen sarjaan laskutusmittarin kanssa kaikkiin kulutuskohteisiin.

1.2 Raportin tavoitteet

Tämän raportin tavoitteena on kartoittaa

- älykkään mittaroinnin (Smart Metering), automaattisen mittarinluvun (AMR) ja kehittyneiden mittarointinfrastruktuurien (AMI) tilanne
- tarpeet ja mahdollisuudet hyödyntää näillä järjestelmillä kerättävissä olevia tietoja sekä
- lainsäädännöllisiä, hallinnollisia ja liiketoiminnallisia reunaehtoja ja näiden mahdollisia muutostarpeita.

Lisäksi luonnostellaan mahdollisia palvelumalleja ja hyödyntämistapoja.

2. Smart Metering -tilanne

Tässä kartoitetaan teknologioiden vallitseva tilanne AMR/AMM/AMI-järjestelmien ja älykkään mittaroinnin (Smart Metering) suhteen.

Tietolähteitä:

- AMR-kysely vuonna 2007 [Kirjavainen 2007], <http://julkaisurekisteri.ktm.fi/>
- AMR-kysely kesällä 2006 [Kärkkäinen 2006], <http://julkaisurekisteri.ktm.fi/>
- Euroopan AMR-tilanne energiansäästön näkökulmasta sekä älykkäiden mittareiden avulla tapahtuvan energiatehokkuuden parantamisen edistäminen, European Smart Metering Alliance, <http://www.esma-home.eu>
- NordRegin tilaama selvitys yhteispohjoismaisten sähkön vähittäismarkkinoiden teknisistä esteistä [Kärkkäinen 2005]
- Pohjoismainen AMR-yhteistyö, <http://www.sintef.no/amrforum>, Nordic AMR Forum, Tavoitteina on alan toimijoiden välinen kokemusten vaihto, yhteisten minimivaatimusmäärittelyjen edistäminen sekä pohjoismaisten sähkön vähittäismarkkinoiden esteiden poistaminen AMR:n osalta
- Elforsk AB:n Nordic AMR Forumia varten teettämä raportti AMR/AMM/AMI-tilanteesta [Badano 2007]
- Muistio EMV:n AMR-workshopista 19.6.2007. Verkkoyhtiöiden, toimialajärjestöjen, kauppa -ja teollisuusministeriön näkemyksiä AMR:n tilanteesta ja siitä, miten AMR:n suhteen kannattaa edetä
- Tuntirekisteröivän mittauksen edistäminen – Energiateollisuus ry:n suositus 15.8.2007
- Reaaliaikahinnoitteluprojektin loppuraportti [Koponen 2006]. Käsittelee asuintalojen energian käytön ohjausta toimitusta edeltävänä päivänä sähkömarkkinoilla määräytyvien spot-hintojen perusteella
- Työ- ja elinkeinoministeriön asettaman sähkön kysyntäjousta tarkastelleen työryhmän raportti 14.3.2008, http://www.tem.fi/?89519_m=91316&s=2471.

2.1 Suomessa

Suomessa on sähkönkulutuksen laskutusmittareista hiukan yli kolme miljoonaa, joista noin 100 000 on yli 3 x 63 A:n pääsulakkeella varustetuissa liittymissä. Kaukolämmön laskutusmittareita on noin 100 000. Suomessa AMR yleistyy parhaillaan kohtalaisen ripeästi:

- V. 2005 noin 7 % kaikista sähkön kulutusmittareista oli kaukoluettavia, noin 1 % tuntiluentaisia ja noin neljäsosa poistoikäisiä.
- V. 2006 kaikista sähkömittareista arviolta noin 18 % oli kaukoluettavia, joista vain osa tuntiluentaisia.
- v. 2006 yli 3 x 63 A:n asiakkaiden mittareista noin 41 % oli tuntiluennan piirissä.
- V. 2007 kaikista sähkömittareista noin 20 % oli kaukoluettavia, ja uusissa AMR-järjestelmien tilauksissa edellytetään lähes poikkeuksetta kykyä tuntiluentaan.
- V. 2007 kaukolämpömittareista noin 40 % on jo kaukoluennassa; lisäksi noin 30–40 %:ssa mittareista on valmius liittyä etäluentaan, koska 1990-luvun alusta toimitetuissa kaukolämpömittareissa on yksi sarjaliikenneväylä, johon voidaan asentaa tarvittava tietoliikennemoduuli [Heikkinen 2008].
- AMR ja tuntiluenta yleistyvät lähivuosina kohtalaisen nopeasti Suomessa, vaikka siihen ei 3 x 63 A:n ja sitä pienempiä asiakkaita ajeta lainsäädännön voimalla. Vuonna 2015 kaukoluettavia sähkökulutusmittareista lienee 60–90 %.
- Tilanne on erilainen eri sähköjakeluverkkoyhtiöissä. Lähes kaikki Vattenfallin 360 000 sähköasiakasta on saatu etämittauksen piiriin maaliskuun 2008 loppuun mennessä. Kainuun Energian jakeluverkon kaikkien noin 55 000 sähkömittarin on tarkoitus olla etäluennassa vuoden 2009 loppuun mennessä. Tampereen sähköverkko Oy aikoo saada kaikki 100 000 asiastaan AMR/AMM-mittattaviksi vuoden 2010 loppuun mennessä. Fortumin on tarkoitus aloittaa kaikki sähköasiakkaat kattavan etäluennan toteutus vuonna 2009 ja alustavasti se olisi tarkoitus saada valmiiksi noin vuoden 2012 loppuun mennessä.
- Helsingin sähköjakelusta vastaava Helen Sähköverkko Oy hankkii vuosien 2008–2010 aikana noin 120 000 etäluettavaa mittaria, jolloin noin puolet alueen sähkömittareista voidaan etälukea. Tavoitteena on saada kaikki sähkömittarit etäluettaviksi vuoteen 2013 mennessä. Espoossa Fortumilla on kaikki 7 000 kaukolämpöasiakasta sekä sähköasiakkaista noin 23 000 kattava etälukujärjestelmä. Vantaan Energia, jolla on noin 100 000 sähköasiakasta, toteuttaa etäluvun noin 30 000 asiakkaalle vuosina 2006–2008.
- On kuitenkin sähköjakeluverkkoyhtiöitä, jotka eivät aio aloittaa kaikkien asiakkaiden saamista AMR:n piiriin edes vuoteen 2015 mennessä. Näillä näkymin viimeisten sähköverkkoyhtiöiden pienasiakkaat saadaan siis kaukoluennan piiriin vasta lainsäädännön kautta.
- Suomessa kukin jakeluverkkoyhtiö vastaa alueellaan yksinoikeudella kulutusmittaroinnista. Mittarinluku on usein ulkoistettu, ja ulkoistamisen osuus lisääntyy koko ajan. Vuonna 2006 kysymykseen toteutustavasta vastasi 28 yhtiötä, joista seitsemän ilmoitti tekevänsä kaiken itse ja kuusi kertoi ostavansa kaiken operatiivisen ostopalveluna. Mittareista suurin osa lienee kuitenkin jo ulkoistamisen piirissä, koska mm. laajin hanke perustuu ulkoistamiseen.

Energiamarkkinavirasto (EMV) piti pienimuotoisen AMR-workshopin 19.6.2007, jonka muistiossa kerrottiin osallistujien sen hetken näkemyksiä. Yhtiöt ja toimiala pitivät tuntimittaukseen siirtymistä hyvänä asiana, kunhan aikataulu ei ole niin nopea että kustannukset kasvavat liikaa. Jokin tavoite tarvitaan ohjaamaan toimintaa, sillä toimialan (Energieollisuus ry jäsenineen) mukaan alan oma suositus ei varmista AMR:n käyttöönoton kattavuutta kaikkien yhtiöiden osalta.

Kehitystarpeita nähtiin seuraavilla alueilla: mittaustietojen vaihdon sanomaliikenne, tiedonsiirron yhteysongelmat ja kustannukset harvaan asutuilla alueilla, pienasiakkaiden taseselvitys, aikatiedon määrittely, määrittely siitä, mitä mittaustietoa verkkoyhtiön tulee korvauksetta luovuttaa muille sähkömarkkinaosapuolille, valvontamalliin kannustin AMR-investoinneille sekä mittalaitteelle asetettavat perusvaatimukset koskien mm. etäluenta, ohjauksia, etäkytkentää ja -katkaisua, näyttöä ja jännitteenlaadunseurantaa. Jo toteutetut AMR-ratkaisut mahdollistavat lisäominaisuuksien käyttöönoton ilman merkittäviä uusinvestointeja. Mahdollisuuksia jatkojalostaa mittaustietoja on merkittävästi, mutta ne ovat vielä suurimmalta osin hyödyntämättä. Parempi mittaustietojen hyödynnettävyys edellyttää kaikkien vanhojen tietojärjestelmien yhtenäistämistä.

Energiateollisuus ry (ET) on selvittänyt AMR:ää koskevia vaatimuksia ja laatinut suosituksia. Tuntirekisteröivän mittauksen edistämistä koskeva suositus valmistui 15.8.2007. Siinä ET suosittelee, että sähkönkäyttökohteiden etämittausta edistetään voimakkaasti ja että kaikkien etäluettavien mittareiden tulee mahdollistaa jatkuva ja luotettava tuntimittaus. Tavoite on, että:

- 1) 1.1.2009 alkaen kaikkien asennettavien uusien mittareiden tulee olla tuntimittauskelpoisia.
- 2) 1.1.2014 vähintään 80 % jokaisen jakeluverkonhaltijan käyttöpaikoista tulisi olla tuntimittauksen piirissä, ja kaikkien suuremmilla kuin 3 x 25 A:n pääsulakkeilla varustettujen käyttöpaikkojen tulisi olla tuntimitattuja.
- 3) Viimeistään vuoden 2012 alusta alkaen taseselvityksessä käytetään siihen kykenevillä mittauslaitteistoilla varustettujen käyttöpaikkojen osalta mitattuja tuntitietoja. Mittaustiedot toimitetaan myyjille päivittäin.
- 4) Verkkoyhtiöt voivat tarjota mittauslaitteistojen kautta asiakkaille ohjauspalveluita omista, myyjän ja/tai asiakkaan tarpeista lähtien. Tästä syystä mittausjärjestelyissä ja asiakkaan sähköasennuksissa tulee ottaa huomioon nämä ohjaustarpeet.
- 5) On kehitettävä yhtenäiset määrittelyt tuntimittausjärjestelmiin pohjautuville tuotteille ja palveluille, joita verkonhaltijat tarjoavat.
- 6) Mittausjärjestelmän sisäiset sekä sen ja muiden järjestelmien väliset tiedonsiirron rajapinnat on harmonisoitava pohjoismaisella tasolla.

Lisäksi suositus pitää muun muassa tärkeänä, että tuntimittauksen sekä siihen perustuvan tarkemman taseselvityksen ja tiedonvaihdon kustannukset otetaan huomioon jakeluverkkotoiminnan viranomaisvalvonnassa.

Suomen automaatioseuran rakennusautomaatiojaos BAFF (Building Automation Forum of Finland) on ottanut kulutusmittaukset kehitysteemakseen ja järjesti aiheesta kokouksen 28.11.2007.

Työ- ja elinkeinoministeriö valmistelee sähkömarkkinalainsäädännön päivitystä, johon voi sisäytyä myös kulutusmittauksia koskevia kohtia. Työ- ja elinkeinoministeriön kyseiseen valmisteluun liittyen asettama sähkön kysyntäjoustoa tarkastellut työryhmä julkaisi 14. maaliskuuta 2008 raportin, jossa ehdotetaan, että vuoden 2014 alkuun mennessä vähintään 80 % sähkön kulutuspisteistä olisi varustettu mittarilla, joka kykenee mittaamaan sähköenergian kulutuksen tunneittain. Vuoden 2009 alusta alkaen kaikkien uusien asennettavien mittareiden pitäisi kyetä kulutuksen tuntimittauksiin, katso http://www.tem.fi/?89519_m=91316&s=2471.

Suomessa sähkön, kaukolämmön ja veden jakeluverkkoyhtiöillä on kullakin vastuu ja velvollisuus laskutusmittausten hoitamisesta. Käytännössä tämä tarkoittaa myös sitä, että niillä on yksinoikeus oman verkkonsa laskutusmittausten toteuttamiseen omalla jakelualueellaan. Loppuasiakas maksaa kaikki mittauksista koituvat kustannukset joko mittauspalvelumaksuissaan tai jakeluverkkomaksuissaan. Tästä huolimatta jakeluverkkoyhtiöillä ei ole kannustimia ottaa kulutuksen laskutusmittausinvestoinneissa huomioon loppuasiakkaan ja hänen tarvitsemiensa energian hallinnan ja energiatehokkuuden palveluiden tarpeita. Tämä on johtanut siihen, että nyt energian kulutusmittaustietoja ei usein saada laskutusmittausjärjestelmistä tarkoituksenmukaisella tavalla muihin tarkoituksiin loppuasiakkaalle tai energiatehokkuuspalvelun toteuttajalle kohtuullisin ja enustettavin kustannuksin.

Suomen vesilaitokset eivät ole tähän saakka ottaneen kaukoluettavia mittauksia laajasti käyttöön. Rakennusautomaatio ei ole ollut mukana suurissa AMR-projekteissa energia- tai vesiyhtiöiden kanssa. AMR:n peruskysymys on vesimittaustenkin osalta: kuka omistaa datan ja laitteet ja kenellä on oikeus kyseisiä laitteita ja tietoa hyödyntää. Nythän energiayhtiöt investoivat suuria summia järjestelmiin ja ovat hieman nihkeitä antamaan toisten hyödyntää omia investointejaan [Heikkinen 2008].

2.2 Muualla

Tilanne on eri maissa hyvin erilainen. Tuoreita vertailuja on mm. viitteissä [Owen 2007], [de Ferrieres 2007] ja [Badano 2007]. Googlen kartta

<http://maps.google.com/maps/ms?ie=UTF8&hl=en&msa=0&msid=115519311058367534348.0000011362ac6d7d21187> sisältää monia Smart Metering -hankkeita. Se antaa yleiskuvaa tilanteesta, vaikka sen tiedot eivät olekaan kattavia ja tarkkoja. Italiassa lähes kaikki asiakkaat ovat jo kaukoluvun piirissä ja monissa maissa pyritään samaan, mutta useimmissa maissa ei ole vielä laajoja toteutuksia aloitettukaan. Alla on lueteltu esimerkkejä tilanteesta eri maissa:

- Lähes kaikki asiakkaat AMR:n piiriin sähköyhtiöiden omin päätöksin: Italia (Enel yli 30 miljoonaa mittaria asennettuna ja järjestelmässä elokuussa v. 2007), Kalifornia vuoteen 2013 mennessä (PG&E 5,1 miljoonaa sähkömittaria ja 4,2 miljoonaa kaasumittaria v. 2011 mennessä, SDG&E 1,4 miljoonaa sähkömittaria ja 0,9 miljoonaa kaasumittaria v. 2010 mennessä, SCE viisi miljoonaa mittaria).
- Lainsäädännön ohjaamana kaikki asiakkaat AMR:n piiriin: Ruotsi v. 2009, Ontario v. 2010, Alankomaat v. 2014 mennessä. Italiassa alkaa vuonna 2008 nelivuotisjakso, jonka kuluessa kaikki mittarit on vaihdettava AMR:ään.
- Espanjassa saa asentaa vain AMR-mittareita 1.7.2007 lähtien.
- Kansallisia vähimmäisvaatimuksia AMR/AMM-järjestelmille on laadittu ja niitä kehitetään seuraavissa maissa: Alankomaat, Australia, Espanja, Irlanti, Italia, Itävalta, Kanadan Ontario, Ranska, Yhdistynyt kuningaskunta (UK).
- AMR yleistyy vähitellen sähköyhtiöiden omin päätöksin Tanskassa ja Norjassa. Norjassa viranomaiset kannattavat kaikkien asiakkaiden saamista uusien mittarointitekniikoiden piiriin vuoteen 2013 mennessä, ja lisäksi sekä valvova viranomainen (NVE) että sähkönjakelualan yhteistyöjärjestö (EBL) kehittävät kumpikin erikseen toiminnallisia vaatimuksia mittaroinnille.
- Yhdistyneessä kuningaskunnassa (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti) valtion tavoitteena on, että kaikilla on AMR ja näyttö kymmenen vuoden sisällä, nyt pohditaan, millä toimenpiteillä siihen päästään. Toimijat odottavat hallituksen päätöksiä ennen merkittävien investointien tekoa. Tarkemmin tilanne selviää viitteestä [BERR 2008].
- Myös isoja AMR-toteutuksia valmiina: Pennsylvaniassa v. 2005, Missouriissa v. 2007, Victoriassa v. 2013.
- Vuonna 2005 Ranskassa oli kahdeksan miljoonaa kulutuspistettä AMR:n piirissä, ja vaatimusmäärittelyjä uudelle mittarisukupolvelle oli alettu laatia. Kesäkuussa 2008 on määrä ratketa tarjouskilpailun siitä, ketkä saavat toteutettavakseen 35 miljoonaa asiakasta kattavan AMR-kokonaisuuden. Asennuksen on tarkoitus alkaa vuonna 2012 ja kestää viisi vuotta. Sen jälkeen kaikki Ranskan kuluttajat olisivat AMR:n piirissä. Sitä ennen toteutetaan pilottikohteita vaatimusten tarkentamiseksi.

- Ei vielä isoja toteutuksia: monet EU-maat, myös Saksa.
- Kaasun ja sähkön kulutusten AMR on joissakin maissa yhdessä huomattavan kustannussäästön takia (Alankomaat, Kalifornia). Useimmissa maissa ei kuitenkaan ole päästy siihen, että eri suureiden kaukoluentoja yhditettäisiin pääsääntöisesti samaan AMR-järjestelmään.
- Vertikaalisesti integroiduissa järjestelmissä on AMR:n hyötymahdollisuudet saatu paremmin käyttöön kuin kilpailuilla sähkömarkkinoilla.
- Eräissä maissa (Yhdistynyt kuningaskunta ja Alankomaat) mittarointi muutettiin kilpailun piirissä olevaksi toiminnaksi, mutta nyt niissäkin ollaan palaamassa siihen, että mittarointi on jonkin toimijan alueellinen yksinoikeus.

Laajamittakaavaisia sähkönkulutuksen mittaajjärjestelmiä on toteutettu lähinnä maissa, joiden sähköjärjestelmää kuvaavat useat seuraavista kohdista:

- Sähköä tuotetaan ajoittain verraten kalliisti (hinnat tai tuotantokustannukset ovat korkeita ja vaihtelevia).
- On tarvetta ohjata kuormia ja lisätä sähkön kysynnän joustoa, koska sähkön tuotannon huippukapasiteetista ja halvoista häiriöreserveistä on niukkuutta.
- On tarvetta ohjata kuormia, koska jakeluverkot tai siirtoverkot ovat verraten heikkoja.
- Sähköä varastetaan merkittävän paljon.
- Vertikaalisen integraation ansiosta kustannukset ja hyödyt ovat kohdistuneet samaan yhtiöön.
- Pelisäännöt edellyttävät taajaa mittarinlukua mutta eivät vaadi usein tapahtuvia mittarintarkistuskäyntejä.

Seuraavat mittaustietojen hyödyntämiseen liittyvät asiat ovat vasta nousemassa esiin:

- energiatehokkuuden parantaminen ja energiansäästö
- sähkön vähittäismarkkinoiden tehostaminen ja harmonisointi
- sähköverkkoyhtiön toiminnan ja asiakaspalvelun tehostaminen
- sähköverkkoyhtiön toiminnan laadun ja tehokkuuden viranomaisvalvonta
- AMR-järjestelmien toimintoja ja rajapintoja koskevien minimivaatimusten määrittely ja harmonisointi.

Sähkön vähittäismarkkinoiden avaaminen kilpailulle tuo uusia tarpeita mittareiden kaukolukuun. Kaukoluvun avulla voidaan taselaskennan ja myyjän vaihdon menettelyjä suoraviivaistaa ja tehostaa.

Vesimittausten AMR-osuus on vielä vähäistä. Tanskassa on muutamia projekteja, jotka kaikki ovat ns. combi-projekteja. Vesimittaus on niissä toteutettu joko yhdessä kaukolämmön tai kaukolämmön ja sähkön kanssa. Esimerkiksi Roskilde Hillerød -projektin AMR sisältää yhteensä 60 500 mittauspistettä, joista 34 000 sähkö-, 12 000 lämpö- ja 14 500 vesimittaria. Projektiin osallistuivat Roskilde Utilities sekä Hillerød Electricity, Water and Heating. Kokonaisratkaisuun sisältyy sähkön, lämmön ja veden mittaus, tiedonsiirtoyhteys, ohjelmisto ja palvelut. Mittarit kaukoluetaan kerran kuukaudessa, ja asiakkailta on mahdollisuus seurata omaa kulutustaan internetin kautta. Gävle-projektissa Ruotsissa on noin 48 000 sähkön ja lämmön mittauspistettä. Järjestelmän mittalaitteet kykenevät sekä kuukausittaisiin että tuntitason lukemiin [Kamstrup 2006] ja [Kamstrup 2007]. Myös Göteborg Energi AB:n uudessa kaukolukuhankkeessa kaikkien eri suureiden (sähkö, kaukolämpö, kaasu ja vesi) kulutusmittaukset luetaan samalla järjestelmällä [Arnewid 2007]. Kaikkiaan noin 250 000 mittauspistettä on tarkoitus toteuttaa ennen vuoden 2009 syksyä ja niistä noin 10 % oli toteutettu kesäkuussa 2008 [Ohlsson 2008].

Vesilaitokset ovat parantaneet toimintojaan lisäämällä AMR:n osuutta laskutuksessa ja asiakaspalvelussa. Elster AMCO Water on kehittänyt vesilaitosten tarpeisiin mittausjärjestelmän Evolution AMI, jossa käytetään Wavenis-tekniikkaa [Bharat 2007]. Ratkaisu antaa mm. mahdollisuuden aikaan perustuvaan hinnoitteluun, loppukäyttäjien kulutuksen seurantaan ja välittömään vuotojen ilmoittamiseen.

Esimerkiksi Yhdistyneissä Arabiemiraateissa ja Alankomaissa on paljon ns. toisiomittausprojekteja, joissa kiinteistöautomaatio on tietoa keräävänä järjestelmänä. Tämä suuntaus on voimakkaasti kasvussa myös muissa maissa [Heikkinen 2008]. Myös Suomessa kiinteistöautomaatiojärjestelmien kautta kerätään vedenkulutustietoja, katso esimerkiksi <http://www.lonix.com/fi/vedenmittaus.shtml>.

Maailmalla arvioidaan oleva 700 miljoonaa vesimittausta. Noin kahdella kolmasosalla kotitalouksista on vesiliityntä ja kotitalouksien vesiliitynnöistä noin kaksi kolmasosaa mitataan. Mittareiden hinta vaihtelee laajalla alueella (4–32 doll) ja laatu samoin. Veden mittaamisen on osoitettu vähentävän kulutusta. Suurin pulma monissa maissa on kuitenkin, se että puhdasta vettä ei edes ole saatavissa [Blauvelt 2007]. Etäluettavia vesimittauksia käytetään myös automaattiseen vuotojen havaitsemiseen, millä on huomattavaa taloudellista merkitystä.

2.3 Toteutuskustannuksista

Seuraava esimerkki, Taulukko 1, havainnollistaa toteutuskustannuksia vuoden 2007 alkupuolella pääpiirteissään ja sitä, miten kustannukset jakaantuvat älykkään mittarin, tietoliikenteen ja asennusten osalle.

Taulukko 1. Eräs arvio toteutuskustannuksista, kun laajuus on 300 000 mittaria. Lähde [Owen 2007], suomennettu.

Uuden älykkään sähkömittarin hinta	Tiedonsiirto sähköenergian toimittajalle GSM/GPRS	Kokonaiskustannus sisältäen mittarin ja GSM/GPRS (sarakkeet 1 ja 2)	Tiedonsiirto PLC tai radio	Kokonaiskustannus sisältäen mittarin, PLC-tai radioyhteyden keskittimeen ja GSM-yhteyden keskitimestä. (sarakkeet 1 ja 4)
25–35 £	30–40 £ mo-deemille sekä lisäksi SIM-vuokra 5–10 £ vuodessa ja 3–8 penceä tekstiviestiä kohti	55–75 £ sekä lisäksi käyttökustannukset	Verkkokäskytieto keskittimelle 10 £ sekä GSM-yhteys eteenpäin 5 £	PLC 40–50 £
			Radioviesti keskitimelle 10–20 £ sekä GSM-yhteys eteenpäin 5 £	Radio 40–60 £
			Radion ja PLC:n käyttökustannukset?	PLC ja radio sekä näiden käyttökustannukset

Edellä mainittujen kustannusten lisäksi tulevat asennuskustannukset 25–30 £ (GBP) mittaria kohti sekä tietojärjestelmien ja tietojenhallinnan kustannukset. Etäkytkentäominaisuus sisältyy mittarin hintaan. Kustannusten odotetaan vielä laskevan. 1 £ oli lähes 1,5 € heinäkuussa 2007. Kaasumittarit ovat noin kolmasosan kalliimpia kuin sähkömittarit. Kaasun ja sähkömittaroinnin toteutus yhdessä tulee noin 20 £ kohdetta kohti halvemmaksi kuin molempien suureiden erilliset mittaroinnit. Näin on arvioitu viitteessä [Owen 2007]. Älykäs mittari maksaa siis suurin piirtein saman verran kuin mittarin asennus. Tyypillisessä mittarointijärjestelmän toteutuksessa nämä ovat yhteen laskettuna samaa suuruusluokkaa kuin tietoliikenteeseen liittyvät kustannukset.

Mittaria kohti lasketut kustannukset riippuvat melko voimakkaasti hankinnan laajuudesta ja toteutuksen kattavuudesta. 300 000 mittarin hankinnassa yksikkökustannukset ovat

paljon pienemmät kuin 3 000 mittarin hankinnassa ja huomattavasti suuremmat kuin 30 000 000 mittarin järjestelmän hankinnassa. Yksittäin hankitun ja asennetun mittarin kustannus on näihin verrattuna huomattavan korkea.

Eri maiden erilaiset olosuhteet vaikuttavat mm. asennuskustannuksiin. Eri maista onkin ilmoitettu varsin erilaisia kokonaishankkeen kustannuksia mittaria kohden, kuten taulukosta 2 selviää. Kun muut lähteet otetaan huomioon, ilmoitettuja kustannustietoja ja kustannusarvioita löydettiin 13 isosta toteutetusta tai käynnistetystä hankinnasta. Niiden perusteella arvioituna mittarit, tietoliikennelaitteet, mittaustietokannan ja asennuksen sisältävän hankkeen kokonaiskustannus mittaria kohti olisi keskimäärin vähän alle 200 € ja keskihajonta vähän yli 80 €.

Taulukko 2. Eri toteutuksista ilmoitettuja kustannuksia [de Ferrieres 2007], suomennettu.

Maa (lähde)	Projektin kokonaiskustannus, G€	Mittareiden määrä, miljoonaa	Mittarikohtainen kokonaiskustannus, €
Italia (Enel)	2,1	30	70
Iso-Britannia (Ogfm)	5,2	27	193
Ruotsi (E.ON)	0,2	1	220
Kalifornia (SCE)	1,0	4,7	213
Kalifornia (PG&E)	1,3	5,1	262
Kalifornia (SDGE)	0,5	1,4	357
Kanada/Ontario (valvova viranomainen)	2,0	4,3	453

Myös viitteessä [energywatch 2007] on vertailtu sähkömittarikohtaisia kustannuksia ja todettu kustannusten riippuneen ajankohdasta ja mittarien lukumäärästä, katso taulukko 3. Taulukossa 3 saattaa Enelin kohdalla olla virhe, koska Enel on itse julkisesti ilmoittanut tulukon 2 mukaiset kokonaiskustannukset ja mittarien lukumäärän. Kun [energywatch 2007] julkaistiin, oli 1 euro (€) noin 0,68 puntaa (GBP). Rivi "Energywatch" on viitteen [energywatch 2007] oma arvio ja sisältää mittarien hankinnan, asennuksen, käytön ja ylläpidon kustannukset. Huomaa, että taulukoissa 2 ja 3 on samoille kohteille esitetty hyvin erilaisia kustannuksia.

Taulukko 3. Eri toteutuksista ilmoitettuja kustannuksia [energywatch 2007], suomennettu.

Lähde ja aikajakso	Älykkään mittarin hinta (£),	kun mittareiden määrä (miljoonaa)
DTI (2001/2)	100–170	
ENEI Italia (2001-6)	70	25
Alankomaat (2005)	103	7,6
Victoria, Australia (2005)	78	> 0,2
Pohjois-Irlanti (2005)	80	0,1
Ontario, Kanada (2007/1)	68	4
Energywatch	50–70	46

Suomalaisista mittarointiprojekteista Tampereen Sähköverkko Oy ja TeliaSonera Finland ovat sopineet yli 100 000 sähkön käyttöpaikan varustamisesta etäluettavilla mittareilla vuosina 2008–2011 sekä kulutusmittauspalvelusta. Sopimuksen arvo on koko sopimuskaudelta vuoteen 2025 asti yli 20 miljoonaa euroa. Sopimus kattaa sähkömittareiden hankinnan ja asennuksen, luentapalvelujärjestelmien käyttöönoton ja tietoliikennepalvelut [Digitoday 2008].

2.4 AMR-alan yhteistyöhankkeita

Suomalaisia AMR-alan toimijoita osallistuu seuraaviin kansainvälisiin hankkeisiin:

- Euroopan AMR-tilanteen kartoitus ja edistäminen energiansäästön näkökulmasta, ESMA European Smart Metering Alliance, <http://www.esma-home.eu>.
- Pohjoismainen AMR-yhteistyö, <http://www.sintef.no/amrforum>, Nordic AMR Forum. Hankkeen sisältönä ovat kokemusten ja tietojen vaihto, yhteiset minimivaatimukset ja mittarointiin liittyvien sähkön vähittäiskaupan esteiden poistaminen.
- Monet IEA DSM -hankkeet, <http://www.ieadsm.org>. Näissä hankkeissa tutkitaan ja edistetään sähkön kysynnän hallintaa. Kulutusmittausjärjestelmillä on keskeinen merkitys ohjausten toteuttamisessa ja vaikutusten todentamisessa.
- Hankkeet, joissa käsitellään hajautettujen energioresurssien integrointia sähkömarkkinoihin ja sähköverkkoihin, kuten EUDEEP, <http://www.eudeep.com/>.

Suomen kansallisista AMR-yhteistyöhankkeista tässä yhteydessä on aiheellista mainita ainakin kesällä 2008 alkanut Tekes-hanke "Interaktiivinen asiakasliityntä ja sen hyödyntäminen sähköjärjestelmän hallinnassa ja energiatehokkuuteen kannustavissa palveluissa".

3. Mittaus- ja ohjaustietojen hyödyntäminen

3.1 Mittaustietoja tuottavat ja hyödyntävät palvelut ja osapuolet

3.1.1 Mittaustietojen tuottajat

Mittaustiedon tuottajia on kahta päätyyppiä sen mukaan, ovatko niiden tuottamat palvelut kilpailun alaisia vai eivät.

Mittarointiin velvolliset

Suomessa osapuolia, joilla on velvollisuus ja yksinoikeus laskutusmittauksiin, ovat sähkön ja kaasun jakeluverkkoyhtiöt, kaukolämpöyhtiöt ja vesilaitokset.

Näilläkin on mahdollisuus ulkoistaa itse mittauspalvelun tuottaminen joko osittain tai kokonaan. Suomessa verkkoyhtiöt saavat itse määrittellä kohtuullisen hinnan, jonka loppuasiakkaalta palvelusta perivät. Sähkön jakeluverkkoyhtiöillä on velvollisuus sähkömarkkinoita varten jälkikäteen määrittää kulutusmittausten perusteella myyjä- ja asiakaskohtaisesti jakeluverkoissaan toteutuneet kaupalliset sähkötaseet eli sen, paljonko kukin myyjä on kunakin tuntina toimittanut sähköä kyseisen verkon piirissä oleville asiakkailleen.

Kulutus piste ei voi vaihtaa verkkoyhtiötä. Verkkoyhtiön toiminnan pysyvyys tuo mittauspalveluiden ja energiapalveluiden toteutukseen niiden tarvitsemaa jatkuvuutta.

Kilpailun alaiset mittauspalvelujen tuottajat

Kilpailtuja mittauspalveluja tuottavat monet yhtiöt, esimerkiksi seuraavat:

- mittauspalvelujen tuottamiseen erikoistuneet yritykset
- mittausjärjestelmien valmistajat
- teleoperaattorit
- verkkojen asennus-, ylläpito- ja valvontapalveluja tarjoavat yritykset
- kiinteistöjen etähallintapalveluja tuottavat yritykset.

Usein alueellisen yksinoikeuden omaavat toimijat käyttävät kilpailtuja mittauspalveluja laskutusmittausten toteuttamiseen.

Mittauspalveluita on edullista tuottaa laajassa mittakaavassa. Syynä tähän on se, että yhteensopimattomuuden takia voidaan tarvita monia erilaisia lukujärjestelmiä ja pitää pystyä kilpailuttamaan mittausjärjestelmien ja niiden tarvitseman tietoliikenteen toimit-

tajia sekä mittariasennusten tekijöitä. Pienessä mittakaavassa mittareita hankittaessa on tyydyttävä siihen, mitä toimittaja haluaa myydä eli yleensä melko suljettuja järjestelmiä ja sitä mitä markkinoilla on valmiiksi tarjolla, mutta suuressa mittakaavassa mittareita hankittaessa mittaritoimittajat tekevät sellaiset mittarit kuin tilaaja haluaa.

Erilaisten mittausjärjestelmien toimittajat voivat myös tuottaa mittauspalveluja erityistapauksissa eli silloin, kun muut osapuolet eivät tuota kyseistä mittauspalvelua kyseisen järjestelmätoimittajan ratkaisulla. Näin voidaan toimia esimerkiksi siirtymävaiheessa tai silloin, kun on kyse erikoismittauksista.

Teleoperaattoreilla voi mittauspalvelujen toteutuksessa olla muihin osapuoliin verrattuna etua, koska tietoliikenteeseen liittyvät kiinteät ja muuttuvat kustannukset muodostavat nykyisin toteutettavissa järjestelmissä pääosan kustannuksista. Lisäksi voi olla mahdollista jakaa kustannuksia teleoperaattoreiden tarjoaminen turva- ja etävalvontapalveluiden kanssa.

Olemassa olevat asennus ja etävalvontapalvelut mahdollistavat kustannussäästöjä mittauspalvelujen ja mittariasennusten tuottamisessa.

3.1.2 Mittaustietoja hyödyntävät palvelut

Monet osapuolet ja palvelut voivat hyödyntää kulutusmittaustietoja:

A. Jakeluverkkoyhtiö

- Tuottamalla parempaa ja tehokkaampaa verkkoyhtiön asiakaspalvelua (nopea ja täsmällinen laskutus, ajantasainen ja tarkka tieto jakeluverkon vioista, keskeytyksistä ja jännitteen laadusta yms.)
- Hyödyntämällä kulutusmittaustietoja jakeluverkon käyttön, ylläpidon ja suunnittelun automaatio- ja tietojärjestelmissä.
- Tuottamalla tietoja verkkomonopolin toiminnan tehokkuutta valvoville viranomaisille.

B. Sähkönlaadun hallintapalvelut (joita tyypillisesti tuottavat jakeluverkkoyhtiöt ja sähkön laatuun erikoistuneet yhtiöt)

- Jakeluverkon sähkön laadun hallintapalvelut
- Asiakkaan oman sähköverkon sähkön laadun hallintapalvelut

C. Sähkön vähittäismyyjän palvelut

- Asiakaskohtaisesti räätälöidyt sähkön vähittäismyyjän tuotteet

- Kysynnänjoustotuotteet (kuorman hintaohjaus, suora ohjaus ja taajuusohjaus)
- Pienasiakkaat nykyistä paremmin sähkömarkkinoiden kilpailun piiriin.

Kuorman ohjaus kilpailluilla sähkön vähittäismarkkinoilla tarvitsee tuntimittausta ja ohjaussignaaleja. Sähkön vähittäismyyjälle ja sähkön loppukäyttäjälle kysynnänjousto on keino suojautua hintojen vaihteluihin liittyviltä riskeiltä. Lisäksi se parantaa sähkömarkkinoiden ja sähköjärjestelmän toimivuutta, luotettavuutta ja käyttövarmuutta sekä parantaa sähköjärjestelmän energiatehokkuutta ja korvaa investointeja huippu- ja reservivoiman tuotantoon. Sähkön vähittäismyyjä voi välittää asiakkaidensa ohjattavuutta sähkömarkkinoiden muille osapuolille.

Energianhallintaan ja energiansäästöön liittyvät palvelut:

- Kulutusmittaustiedot kiinteistöautomaatioon => energianhallinta, sähkökauppa ja vikadiagnosi voidaan toteuttaa kustannustehokkaasti
- Asiakkaan energiatehokkuutta arvioivat ja parantavat palvelut
- Energiakatselmusten tehostuminen (tarkempaa tietoa halvemmalla, jatkuva seuranta)
- Kulutus- ja energiatehokkuustietojen tuottaminen viranomaisille
- Rakennuksen energiamerkintä.

Muita kulutusmittauksiin liittyviä palveluita:

- Asiakkaan kuormien etäohjaus ja etävalvonta (esimerkiksi matkapuhelimelta lämmityksen yms. ajoitus sekä päälle unohtuneiden kuormien havaitseminen)
- Kulustietojen hyödyntäminen turva-, hoiva- ja terveystalouksissa.

3.2 Tarpeet

3.2.1 Tuntitiedot

Mitattuja tuntikulutuksia tarvitaan seuraaviin tarkoituksiin:

- sähkön kulutuksen laskutus
- sähkömarkkinoiden taselaskenta
- kysynnän jouston ja kuorman ohjaustuotteiden saaminen kilpailun piiriin sähkömarkkinoilla

- energian kulutuksen seuranta, analysointi ja mallinnus tuntitasolla
- jakeluverkon kuormituksen seuranta ja sen hyödyntäminen jakeluverkon käytössä ja investointisuunnittelussa
- vuotojen havaitsemiseen esimerkiksi veden kulutuksen mittausten perusteella.

Yleensä riittää, että tuntitiedot luetaan kerran vuotokaudessa.

3.2.2 Muut mittaustiedot

Tuntia tarkempaa aikaresoluutiota kulutusmittauksista tarvitaan seuraaviin tarkoituksiin:

- energianhallinta-automaatio
- kuormien käytön optimointi sähkömarkkinahintojen perusteella
- välitön palaute energiansäästötoimenpiteistä
- energiatasemallien parametrien identifiointi
- osakuormien tunnistus
- jakeluverkon kuormituksen seuranta
- sähkön laadun valvonta ja sähköntoimitusten keskeytysten rekisteröinti
- kaukolämpöverkon lämpötilajakautuman ja lämpötilamuutoksen etenemisen seuranta
- kaukolämpö-, kaasu- ja vesiverkon painejakautuman valvonta, jos mittaukseen luodaan valmiudet.

Kolme ensimmäistä kohtaa edellyttävät, että mittaustiedot ovat korkeintaan noin 10 minuuttia vanhoja. Useiden koehankkeiden tuloksia arvioimalla [Darby 2006] on päätytty siihen, että kokeissa välitön palaute on tuonut 5–15 % energiansäästön, kun viivästetty palaute on tuonut 0–10 % energiansäästön. Monissa kokeissa palautetieto kulutuksesta on ollut vain yksi monista energiansäästöön tähtäävistä toimenpiteistä eikä kokeissa saavutettua säästöä voi kohdistaa erikseen sille. Eräs havainto oli, että palaute ja muut energiansäästöön ohjaavat toimenpiteet tehostavat toisiaan.

Kaikkien eri kulutustietojen lisäksi tarvitaan useimpiin tämän kohdan tarkoituksiin myös lämpötilamittauksia ja mahdollisesti jopa tilatietoja, jotta kohteen lämpötase saadaan riittävän tarkasti mallinnettua tai estimoitua. Näitäkin tietoja saattaa olla mahdollista jossakin määrin siirtää kulutusmittausjärjestelmien kautta.

3.2.3 Ohjaukset

Ohjaustarpeita tarkastellaan, koska nykyisin kulutusmittausjärjestelmät lähes poikkeuksetta perustuvat kaksisuuntaiseen tiedonsiirtoon mittarien ja lukujärjestelmän kanssa, ja järjestelmät kykenevät välittämään ohjaussignaaleja.

Energiankulutuskohteeseen voi olla tarvetta siirtää seuraavia ohjaustietoja:

- Suorat kuorman ohjaukset (nämä ohjaukset pitää saada hyvin moniin kohteisiin samanaikaisesti enintään muutaman minuutin tarkkuudella tai ratkaisut muodostuvat mutkikkaiksi ja hankaliksi hallita ja ylläpitää); näillä ohjauksilla voidaan palvella verkkoyhtiön, sähkön vähittäismyyjän, järjestelmäoperaattorin ja loppuasiakkaan kuormien ohjaustarpeita.
- Aikaohjaukset, sillä kulutuskohteen on saatava tieto siitä, minkä aikavyöhykkeen mukaan mitataan; aikaohjauksia on tarvetta kehittää niin, että aikavyöhykkeiden ajoitusta voidaan keskitetysti muuttaa sähkömarkkinoiden ja sähköjärjestelmän tilanteen mukaan.
- Sähkömarkkinoiden hintasignaali (seuraavan päivän hinta on julkisesti saatavissa internetissä, mutta ylläpidettävyyden takia tietojen konvertointi voi olla syytä tehdä keskitetysti).

Samat ohjaukset jaellaan tyypillisesti hyvin moniin kohteisiin. Suoria ohjauksia voidaan tarvita ylläpitävissä tilanteissa, joten tarvitaan nopea tietojen jakelu samanaikaisesti moneen ohjattavaan kohteeseen. Aikaohjauksille ja hintasignaaleille tämä ei ole niin kriittistä, koska ne voidaan lähettää hyvissä ajoin etukäteen.

3.2.4 Hälytykset

Kulutusmittausjärjestelmän olisi hyvä kyetä välittämään vähemmän kiireellisiä hälytystietoja esimerkiksi mittarin vioista, asennusvirheistä, mittariin kohdistuvista huijausyrityksistä, jännitteen puuttumisesta, sähkön laatuvirheistä sekä epäilyttävästä tai liian suuresta energian kulutuksesta. Mittareiden aloitteesta tehtävän tietojen lähetyksen kanssa pitää olla varovainen, koska vaarana on se, että laajat sähköjärjestelmän häiriöt ja viat saavat aikaan hälytysten tulvimisen. Kiireelliset ja kriittiset hälytykset onkin syytä lähettää paremmin siihen tarkoitukseen sopivan tietoliikennejärjestelmän kautta.

3.3 Mahdollisuudet, esteet ja haasteet

3.3.1 Älykkyyden hajauttaminen mittareihin

Tarpeisiin nähden riittävästi laskentakapasiteettia ja muistia voidaan halvalla hajauttaa mittareihin, kunhan valmistussarjat ovat suuria. Massatuotannossa myös paikallinen tiedonsiirto mittarista sen lähellä oleviin laitteisiin on toteutettavissa halvalla. Tyypillisesti uudet kaukoluettavat laskutusmittarit kykenevät säilyttämään esimerkiksi useiden kuukausien tuntitiedot, jotta mittaustietoja ei lopullisesti häviä liikennekatkoksissa ja jotta pelkästään kulloinkin tarvittavia mittaustietoja tarvitsee kerätä ja varastoida esimerkiksi keskusjärjestelmän mittaustietokantoihin.

3.3.2 Kustannusten ja hyötyjen jakaminen osapuolten kesken

Muissa maissa on arvioitu, että suurin osa AMR-investoinnin mahdollisista hyödyistä tulee muille kuin sähkön jakeluverkkoyhtiölle. Hyötymahdollisuudet jakautuvat useille eri osapuolille. Kun yksittäinen osapuoli määrittelee järjestelmän ja sillä tuotettavat palvelut, muiden hyödyt jäävät paljolti saavuttamatta. Asiakkaiden, koko sähköjärjestelmän ja yhteiskunnan tarpeet ja hyödyt tulisi ottaa riittävästi huomioon. Suomessa kuluksen mittarointi on verkkoyhtiön velvollisuus ja monopoli. Olisi tarvetta kehittää toimintamalleja ja pelisääntöjä, joissa verkkoyhtiö hyötyy siitä, että se palvelee hyvin muiden mittauksiin liittyviä tarpeita.

Esitelmässä [de Ferrieres 2007] raportoidaan Ranskan valvovan viranomaisen teettämän kustannus-hyötyanalyysin tuloksia Ranskan tapauksessa kolmella toiminnallisuuden suhteen erilaisella AMR-toteutusvaihtoehdolla. Kaikissa vaihtoehdoissa jakeluverkkoyhtiön hyödyt jäivät hieman kustannuksia pienemmiksi, mutta kun myös sähkön tuotannon ja jakelun saamat hyödyt otetaan mukaan, niin toiminnallisuudeltaan monipuolisemmat toteutusvaihtoehdot muuttuivat selvästi kannattaviksi. Kannattavin vaihtoehto sisälsi seuraavia toimintoja: kymmenen minuutin resoluutiolla rekisteröivä mittaus, etäohjattava pääkytkin, kuormien ohjaus ja tiedonsiirto taloautomaatiolle, AMM, muiden mittarien lukuliitännät ja ennakkomaksumahdollisuus. Loppuasiakkaiden arvioitiin kuitenkin saavan suurimmat hyödyt kysynnän hallinnan ja paremman sähkömarkkinaliitännän kautta. Vaikka analyysissä hyödyt ovat maakohtaisia ja niiden arviot väistämättä epätarkkoja, kertovat analyysin tulokset selvästi sen, että kulutusmittausjärjestelmien toiminnallisuus kannattaa määritellä ja hyödyt arvioida verkkoyhtiötä laajemmasta näkökulmasta.

Australiassa on valmistunut perusteellinen älykkään mittaroinnin kustannusten ja hyötyjen analyysi [NERA 2008A], jossa tarkennettiin ensimmäisen vaiheen varsin laajaa ana-

lyysia [NERA 2007]. Jo sinällään verraten monipuolisen toimintojen perusjoukon pohjalta on tarkasteltu useiden lisätoimintojen vaikutusta hyötyihin ja kustannuksiin. Analyysin perusteella [NERA 2008A, sivu viii] Australian älykkään mittaroinnin kansallisiksi minimivaatimuksiksi päädyttiin suosittamaan seuraavaa:

- kulutuksen mittaaminen ja tallennus puolen tunnin erottelulla
- etäluku päivittäin
- mahdollisuus paikalliseen lukuun sekä kädessä pidettävällä lukulaitteella että näytön kautta
- tietoturvallinen tiedonsiirto
- mittariin kajoamisen toteaminen
- kellonajan etätahdistus
- kuorman ohjaus mittarin kautta
- tehokertoimen mittaaminen kaikkiin kolmivaihemittareihin
- kaksisuuntainen mittaaminen (kulutus ja tuotanto)
- etäkytkentä (irti ja kiinni)
- etäohjattava tehon rajoitus
- liitäntä mittarista suoraan HAN-verkkoon (Home Automation Network, esim. ZigBee)
- sähkön laadun ja muiden tapahtumien mittaaminen
- sähkön syötön keskeytysten toteaminen
- mittarin etäkonfigurointi
- mittarin ohjelmiston etäpäivitettävyyden
- Plug and play -toiminnon käyttöönotto.

Lisäksi erityisesti korostettiin sitä, että liitännän kodin tietoverkkoon (HAN Home Area Network) pitää sisältyä Australian kansallisiin minimivaatimuksiin. Tämä liitäntä mahdollistaa kuorman ohjaussignaalien lähettämisen kyseisen verkon laitteille sekä kulutuksen seurantaan palvelevien näyttölaitteiden lisäämisen. Mittarin ZigBee-liitännän aiheuttamaksi lisäkustannukseksi oli arvioitu 8,50–11 Australian dollaria mittaria kohti.

Edellä mainitussa analyysissä [NERA 2008A] vertailtiin myös sitä, miten kustannuksiin ja hyötyihin vaikuttaa se, kuka on mittaroinnin toteutuksesta vastaava osapuoli (sähkönjakeluyhtiöt erikseen, sähkön vähittäismyyjät erikseen vai yksi yhteinen keskitetty osapuoli). Edullisimmaksi havaittiin se, että kukin jakeluverkkoyhtiö vastaa etäluettavan kulutusmittaroinnin toteutuksesta. Analyysin eri vaiheissa [NERA 2007] ja [NERA 2008A] tarkasteltiin myös sitä, miten yllä esitetyissä eri vaihtoehtoisissa standar-

dit ja yhteensopivuus vaikuttavat kustannuksiin, mutta asia havaittiin niin mutkikkaaksi että tulisi perustaa työryhmä selvittämään asiaa ja siihen liittyvää yhteensopivuuden akkreditointia. Laajan yhteenvetoraportin [NERA 2008A] lisäksi analyysi sisältää useita osaraportteja, kuten [NERA 2008B], jossa asiaa tarkastellaan sähkökäyttäjän ja kuormien ohjauksen näkökulmasta.

Analyysissä [NERA 2008A, s. 139–140] todetaan myös, että useimmiten jakeluverkkoyhtiön olisi mahdollista toteuttaa AMR itselleen kannattavasti, jollei oteta huomioon sitä, että verkkoyhtiön toiminnan tehokkuuden viranomaisvalvonta siirtää saavutettuja tehokkuushyötyjä verkkoyhtiöltä asiakkaalle. Tämän takia tarvitaan velvoite, joka on tarkennettu yhteisin minimivaatimuksin.

Lähes kaikki kustannukset ja hyödyt kohdistuvat viime kädessä energiaa käyttävään loppuasiakkaaseen. Tosin esimerkiksi ympäristölle tulevat hyödyt jakautuvat laajemmalle. Asiakas kustantaa AMR-investoinnit jakeluverkkoyhtiön perimissä mittarointi- ja verkkomaksuissa. Tästä huolimatta asiakkaan tarpeita ja etua ei vielä kunnolla oteta huomioon investoinneista päätettäessä.

3.3.3 Yhteisten minimivaatimusten puute

Suomessa kukin verkkoyhtiö määrittelee AMR-hankintansa omalla tavallaan. Esimerkiksi kulutustietojen saatavuus ja hinta asiakkaalle vaihtelevat yhtiöittäin. Myös tiedon siirto rajapinnoissa on eroja. Mittaustietoja hyödyntäviä palveluja ei kannata kehittää, kun ei ole varmuutta lähtötietojen saamisesta kaikkialla sellaisin kustannuksin, että palvelusta voi tulla kannattavaa. Energiateollisuus ry:ssä on laadittu kulutusmittauksia koskevia suosituksia, mutta ne eivät riittävästi ota huomioon muiden osapuolten tarpeita eikä niitä ole pakko noudattaa.

Viranomaiset ja lainsäädäntö asettavat vain muutamia hajanaisia vaatimuksia mittarien toiminnallisuudelle. Tullihallitus vaatii, että sulautetun sähköntuotannon mittauksessa käytetään kaksisuuntaista mittausta, joten esimerkiksi nettomittaus ei ole sallittua. Sähkömarkkinalainsäädäntö edellyttää, että verkkoyhtiöt pitävät käytössä sähkölämmitysasiakaiden kaksiaikatariffin ja kaksiaikamittauksen sekä sitä, että kilpailuilta markkinoilta sähköä ostavat yli 3 x 63 A:n asiakkaat tuntimitataan.

Riittävät minimivaatimukset puuttuvat laskutusmittausjärjestelmien ja -palveluiden toiminnallisuuden ja rajapintojen suhteen. Valmistajakohtaisten protokollien käyttö mittarin luvussa ja järjestelmien välillä rajoittaa kilpailua ja haittaa kehitystä ja tietojen siirtoa järjestelmien välillä. Ei ole riittävästi määritelty, mitä tietoja asiakkaan kuuluu saada, miten ja mihin enimmäishintaan. Pelätään myös sitä, että mittaustietojen omistusoi-

keutta, luottamuksellisuutta ja tietoturvaa koskevat pelisäännöt ja vaatimukset eivät ole riittävän tarkoituksenmukaisia ja selkeitä.

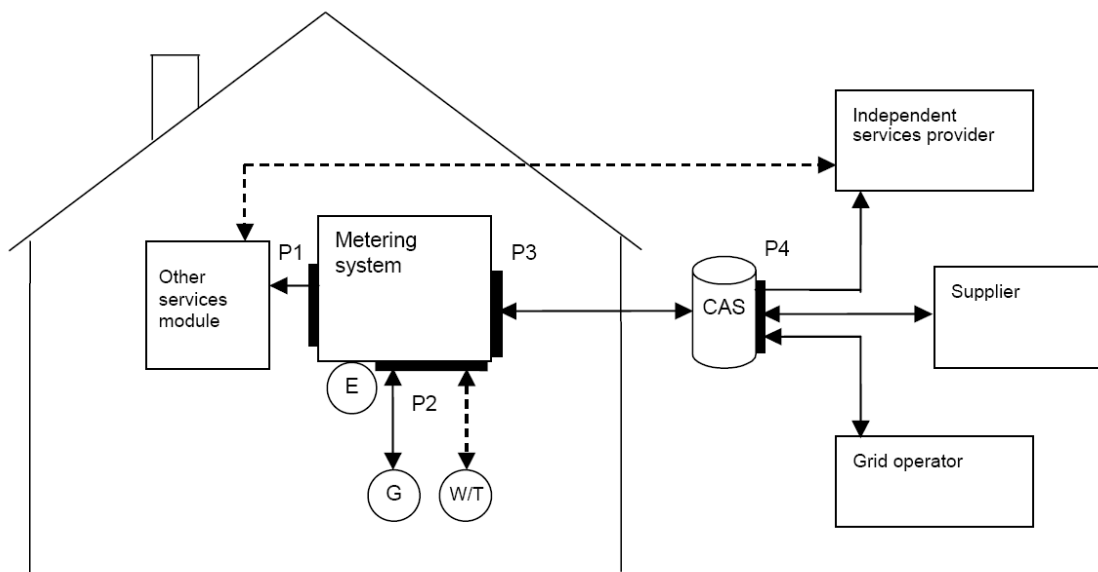
Yhteisten minimivaatimusten puute hidastaa mittareiden, mittaustoiminnan ja mittaus-tietoja hyödyntävien palveluiden kustannustehokkuuden paranemista. Markkina-alueiden pirstominen verkkoyhtiön kokoisiksi ei edistä kehitystä eikä kustannustehokkuutta. Suomikin on liian pieni useimpien tällaisten tuotteiden ja palveluiden markkina-alueeksi. Tarvitaan siis kansainvälisiä yhteisiä minimivaatimuksia. Niiden avulla kulu-tusmittaroinnista voi muodostua infrastruktuuri, joka palvelee kustannustehokkaasti monia mittaustietoja tarvitsevia osapuolia. Yhteisten minimivaatimusten tuomat mitta-kaavaedut mahdollistavat myös huomattavia kustannussäästöjä itse mittausliiketoimin-nassa.

Eräissä maissa on laadittu kansallisia toiminnallisia minimivaatimuksia, esimerkiksi Alankomaissa [NEN 2007], Italiassa [Villa 2007], [ERGEG 2007, s. 49] ja Australiassa [NERA 2008A]. Minimivaatimukset sisältävät seuraavanlaisia asioita:

- mitkä tiedonsiirtorajapinnat pitää olla ja mitä tietoja niissä tulee siirtyä
- mittarien ja mittausjärjestelmän muiden laitteiden ohjelmistojen päivitettävyyttä
- tietojen aikaleimausta ja sen tarkkuutta
- tietojen epätarkkuutta
- mittausten aikaresoluutiota, kuten valmiutta tuntimittauksiin tai 15 minuutin ai-kaerotteluun
- mittausten lukutaajuutta (esim. että mittari on luettava vähintään kerran viikossa)
- mittariin tai tietojenkeruulaitteeseen tallennettavien tietojen minimimäärää ja mitattujen kuormituskäyrien tallennuspituutta
- tietoja mittarin ohjausten ja tariffien tilasta
- jännitteen laadun ja keskeytysten seuranta
- tietoturvaa
- ilmaisu mittareiden toiminnan häirinnästä
- mahdollisuutta kauko-ohjata pääkytkintä ja rajoittaa maksimitehoa
- kuorman ohjausmahdollisuutta
- mittarin toimintojen jäljitettävyyttä
- mittarista asiakkaalle näytön ja/tai tiedonsiirtoväylän kautta menevää tietoa.

Kuvassa 1 esitetään alankomaiden standardin NTA 8130:2007 määrittelemät rajapinnat:

- P1 Yksisuuntainen rajapinta, jonka kautta mittari lähettää kulutus-, ohjaus- ja tariffitietoja samassa kohteessa oleville muille järjestelmille.
- P2 Rajapinta, jonka kautta luetaan samassa kohteessa olevia muita mittareita (kaasu, vesi, lämpö).
- P3 Mittarin ja lukujärjestelmän välillä olevat rajapinnat.
- P4 Rajapinta, jonka kautta mittaustietoja saavat niiden tarvitsijat (jakeluverkkoyhtiö, sähkön vähittäismyyjä ja erilaiset mittaustietoja hyödyntävien palveluiden tuottajat).



Kuva 1. Mittausjärjestelmän rajapinnat [NEN 2007].

Euroopan sähkö ja kaasumarkkinoita valvovien viranomaisten ryhmä ERGEG [ERGEG 2007] suosittelisi, että valvovat viranomaiset määrittelevät minimivaatimukset kulutusmittausjärjestelmien toiminnallisuudelle ja että mittaupalvelun toteuttajalle tulisi jättää päätettäväksi se, millä teknisillä ratkaisuilla nämä vaatimukset toteutetaan. Minimivaatimukset tarvitaan riippumatta siitä, onko kyseisessä maassa mittarointi monopolitoimintaa vai kilpailun piirissä. Ryhmä myös katsoo, että on vaikea vetää kaikkiin maihin soveltuvia yleisiä johtopäätöksiä, koska eri maissa valvovien viranomaisten toimivalta ja velvollisuudet vaihtelevat samoin kuin sähkömarkkinoiden tila.

Myös isot sähköyhtiöt, esimerkiksi Endesa, ovat määritelleet mittareille omat toimintoja ja rajapintoja koskevat vaatimuksensa, joilla taataan, että eri valmistajien mittarit sopivat yhteen heidän järjestelmänsä kanssa [Denda 2007]. Monet isot mittarivalmistajat ovat lähteneet tuottamaan Endesaa vaatimusten mukaisesti yhteensopivia mittareita. Yhdistyneessä kuningaskunnassa energian vähittäismyyjät ovat yhdessä laatineet ehdo-

tuksen toiminnallisista minimivaatimuksista [ERA 2007]. Yhteiset minimivaatimukset tarvitaan parantamaan mittaustietojen saatavuutta ja niiden tuottamisen kustannustehokkuutta.

3.3.4 Pelisäännöt ja ratkaisumallit

Niillä asiakkailta, joiden taseet lasketaan tuntimitatun todellisen kulutuksen perusteella, eivät sähkömarkkinoiden pelisäännöt ole esteenä mittaustietojen hyödyntämiselle muutoin kuin sikäli, että ne voivat olla yhtenä syynä siihen, että loppuasiakkaat joutuvat maksamaan mittauspalveluista verrattain korkeita hintoja.

Nykyisen sähkömarkkina-asetuksen 3 x 63 A:n ja sitä pienemmille asiakkaille pakolliseksi määräämä kuormituskäyrämenettely estää kilpailun kyseisten asiakkaiden kuormien ohjattavuuteen perustuvilla sähkötuotteilla. Vähittäismyyjien keskenään erilainen kohteleminen ja käytännössä vajavainen vähittäismyynnin ja jakelun eriyttäminen jo sinällään haittaavat sekä todellisen kilpailun että kysynnän jouston kehittymistä näiden pienasiakkaiden osalta.

Aikaohjauksia käytetään Suomessa hyvin laajalti, ja verkkoyhtiöt on veloitettu tarjoamaan aikaohjauksia. Aikaohjaukset ovat Suomessa käytännössä usein epätahdissa taselaskennan aikavyöhykkeisiin. Tällä on saatu vähennettyä suurta tehomuutosta aikavyöhykkeen muuttuessa. Samalla tosin estetään vähittäismyyjien kilpailua. Sekä kiinteäaikaisten aikaohjauksien kritiikitön suosiminen että sähköön vähittäismyynnin kilpailun esteet voivat hidastaa kulutusmittauksiin perustuvien palveluiden kehittymistä.

Eräänä esteenä mittaustietojen käyttöön perustuvien palveluiden kehittämiseksi on pelko siitä, että pelisäännöt ja niiden valvonta voivat muuttua yllättävästi niin, että ne pienentävät investoinnin tekijän hyötyjä. Aikaisempia kokemuksia suunniteltujen muutoksien vaikutuksista ei useimmiten myöskään ole. Pelisääntöjen ja valvonnan kehittämisen tulisi siis olla riittävän avointa ja kaikille osapuolille ennakoitavaa.

3.3.5 Tietoliikenteen kustannukset ja palvelun laatu

Tietoliikennelaitteiden ja tietoliikenteen osuus on helposti suurin laajamittaisen laskutusmittaroinnin kustannuksista, vaikka käytetään halpoja tietoliikennepalveluja. Tietoliikenneyhteyksiä ja samalla niiden kustannuksia ei silti pahemmin jaeta muiden etäpalveluiden kanssa muuta kuin silloin, kun teleoperaattori hoitaa kaiken kulutuskohteesta alkaen.

Asiakkaalla saattaa muista syistä olla kulutusmittarin luvun kannalta riittävät tietoliikenneyhteydet, mutta mittaroinnista vastuussa oleva osapuoli ei niitä käytä, vaan asiakas joutuu välillisesti maksamaan mittarointiin sisältyvän rinnakkaisen yhteyden. Sovelluksen, kuten mittaroinnin, ja sen tietoliikenteen tiukka kytkeminen toisiinsa saattaa siis lisätä kustannuksia ja haitata molempien kehitystä.

Tietoliikenneyhteyden jakaminen usean eri palvelun kesken mahdollistaa kustannussäästöjä. Lähes kaikki kyseeseen tulevat etäpalvelut mahtuvat yhdessä yhdelle kaapekaistaiselle tietoliikenneyhteydelle. Eri etäpalveluilla on kuitenkin erilaiset vaatimukset käytettävyyden ja vasteajan suhteen. Laskutusmittauksille yleensä riittää, että mittarit saadaan luettua kerran päivässä. Ohjattavia kuormia tai pientuotantoa järjestelmän häiriöreservinä käytettäessä on sen sijaan välttämätöntä, että suurin osa ohjattavista kohteista antaa vasteen ohjaukseen muutaman minuutin sisällä ohjauspäätöksestä. Kulutuksen laskutusmittaukset voidaan helposti hoitaa muita tarpeita palvelevien tietoliikenneyhteyksien taustakuormana, mutta kulutuksen laskutusmittauksia palveleva tietoliikenneyhteys ei välttämättä täytä muiden etäpalveluiden vaatimuksia.

Tietoliikenneoperaattorit tarjoavat eriytettyä palvelun laatua vain paljon kalliimmalla hinnalla kuin kulutusmittauksiin liittyvät etävalvonta- ja etäohjauspalvelut kestäisivät. Yhtenä syynä tähän näyttäisi olevan se, että halpojen tietoliikennepalveluiden laadun eriyttäminen edellyttäisi kaikkien operaattoreiden yhteistyötä tarvittavien tekniikoiden (lähinnä IPv.6) käyttöönotossa (joko vapaaehtoisesti tai viranomaisvaatimuksin), eikä se näytä tapahtuvan lähiaikoina, vaikka tarvittavat tekniikat ovat jo pääpiirteissään yleisesti saatavilla. On odotettavissa, että nykyistä kehittyneempien tietoliikennetekniikoiden yleinen käyttöönotto vaikuttaa myös siihen, mitä mittausten etälukujärjestelmillä voidaan kustannustehokkaasti tehdä.

3.3.6 Tietojen omistus ja käyttöoikeudet sekä tietosuojaja

Mahdollisuuksia hyödyntää mittaustietoja rajaavat tietojen omistusta, käyttöoikeutta ja tietosuojaa koskevat näkökohdat. Loppukäytön energiankäyttöön liittyvistä palveluista hyötyy loppuasiakas, joten keskeistä on se, että loppuasiakkaalla olisi mahdollisimman laajat oikeudet itseään koskeviin tietoihin. Näiden palveluiden toteuttamista luultavasti haittaa mittaustietoihin liittyvien oikeuksien keskittäminen sellaisille osapuolille, joilla itsellään ei ole suoranaista intressiä loppuasiakkaan energiankäytön todelliseen tehostamiseen (jakeluverkkoyhtiö tai mittausspaliyhtiö). Tietojen omistusta ja käyttöoikeuksia sekä tietosuojaa käsitellään tarkemmin luvussa 5.1 Lainsäädäntö.

3.3.7 Mittaustietojen laatu ja tietoturva

Kaikkien osapuolten tulee voida luottaa mittaustietojen oikeellisuuteen. Esimerkiksi laskutukseen käytettyjen mittauslukemien alkuperän tulisi olla varmuudella jäljitettävissä eikä mittaustietoja saa kadota tiettyä määrää enempää. Tämä tarkoittaa, että tietojen siirto ja käsittely on toteutettava niin, että mittaustietojen alkuperä ja muuttamattomuus on varmistettu ja että tietoja ei hukata esimerkiksi tiedonsiirron häiriöiden takia. Myös alkuperäisten mittaustietojen hävittäminen tulee estää, silloinkin kun tiedot jostakin syystä jatkokäsittelyä varten korvataan estimaateilla. Kulutuksen maksajan tulisi aina halutessaan saada selvitys siitä, mitkä tiedot perustuvat mihinkin mittariin, ja miltä ajankohdalta ja mitkä tiedot on estimoitu ja miten. Eri osapuolilla voi olla halua muuttaa laskuja itselleen edullisemmiksi ja se olisi helppoa, jos mittaustuloksia voisi manipuloida tai hävittää muiden huomaamatta.

Tietojen käyttöoikeudet ja salaus on myös hallittava tarkoituksenmukaisella tasolla. Yksityisiä asiakkaita tai yrityksiä koskevia yksityiskohtaisia mittaustietoja on mahdollista käyttää laittomasti hyödyn saavuttamiseen. Yksilön tai yrityksen toimintojen rytmin ja aktiivisuuden seuraaminen kulutusmittauksista voi kertoa sen, milloin jokin rikos on mahdollista tehdä jäämättä kiinni. Kulutusmittauksista kilpailija saattaa kyetä päättämään tuotantolaitoksen käyttöasteen.

Kulutusmittausten laadunvarmistuksen ja tietoturvan toteuttamisesta kerrotaan muun muassa viitteessä [Elforsk 2006].

3.3.8 Tiedonsiirron protokollat

Mittarin ja lukujärjestelmän välinen tiedonsiirto

Avoimien mittarinlukuprotokollien käyttö on harvinaista ja puutteellista muun muassa Euroopassa ja Suomessa. Riittävä yhteensopivuus yleensä puuttuu eri valmistajien välillä ja usein myös saman valmistajan eri mittarisukupolvien välillä. Laajentaminen ja toimintojen lisääminen on tämän takia yleensä kallista ja vaikeasti kilpailutettavissa. Kulutusmittareiden lukuun liittyviä tiedonsiirron protokollastandardeja on takasteltu mm. viitteessä [Badano 2006].

Avoimen mittarinlukuprotokollien standardit ovat eri alueilla erilaiset: Pohjois-Amerikassa käytetään ja kehitetään ANSI C.12 -standardeja, joiden pohja on kehitetty IEEE:n puitteissa varsin neutraalisti, kun taas Euroopassa avoimet standardit kuuluvat IEC 62056 ja IEC 61334 -sarjoihin ja ovat tulleet IEC TC13:n kautta, jossa suuret valmistajat ovat vaikuttaneet varsin vahvasti. DLMS User Association <http://www.dlms.com>

jakaa tietoa IEC 62056 DLMS/COSEM -tiedonsiirtoprotokollasta. DLMS/COSEM-protokollan alla käytettäväksi suositelluista protokollista toinen on TCP-UDP/IP. Edellä mainittuja standardeja ei voi sujuvasti käyttää LonWorks-tiedonsiirtoverkkoissa, joita varten on mittarinlukuun oma LonMark Functional Profile -profiili, katso <http://www.lonmark.org>. Merkittävät valmistajat kuitenkin käyttävät LON-verkoissa omia mittarinlukuprotokollia, jotka pystyvät siirtämään moninkertaisesti avointa LonMark- profiilia enemmän tietoja sähköverkon LON-tiedonsiirron niukalla siirtokaistalla. LonWorks-tekniikan heikkoutena on myös se, että se vaatii puutteellisesta kerrostamisesta johtuen omat sovellustason protokollat, joiden kehitys ei riittävän hyvin pysy monien sovellusalojen kehityksen mukana. Mittarinlukujärjestelmien ostajat eivät ole yhdessä riittävästi vaatineet mittarinlukuprotokollien avoimuutta eli sitä, että protokollan kaikki piirteet ovat julkisia ja vapaasti käytettävissä. Viitteessä [NERA 2008A] s. 180–184 on pohdittu mittarinlukuprotokollien standardien ja yhteensopivuuden tilannetta ja havaittu asia niin tärkeäksi ja ongelmalliseksi, että on päädytty suosittelemaan työryhmää selvittämään ja suunnittelemaan sitä, miten niitä koskevien Australian kansallisten kulutusmittareiden minimivaatimusten määrittämisen suhteen edetään.

Uutena haasteena on mittaustiedon esityksen ja mittarinluvun avointen standardien integrointi ja harmonisointi uusien sähkölaitosautomaation standardien kanssa, jotka aikakriittistä tiedonsiirtoa lukuun ottamatta käyttävät allaan TCP/IP-tiedonsiirtoa. Näitä ovat IEC 61850, IEC 61400-25, IEC 61968 ja IEC 61970 -standardit, jotka ovat maailmanlaajuisesti korvaamassa vanhat sähkölaitosautomaation tiedonsiirto-standardit.

Mittauksen tietosiirron protokollista ja tekniikoista kerrotaan esimerkiksi viitteessä [Turanscaia 2007]. Sen mukaan järjestelmät suuntautuvat TCP/IP-protokollapinon käyttöön, sähköverkon tiedonsiirtoa käytetään sähkömittarien tiedonsiirron viimeisellä kilometrillä, DLMS/COSEM TCP/IP on sähköverkon tiedonsiirrossa kustannustehokkain ratkaisu, ZigBee:tä tullaan käyttämään vesi, kaasu ja lämpömittareiden kaukoluvun tarvitsemassa paikallistiedonsiirrossa, ZigBee- ja TCP/IP-verkkojen väliin tarvitaan yhdyskäytävä (gateway).

3.3.9 Tiedonsiirtomediat

Tärkeimmät mittarinluvun tiedonsiirtotekniikat ja topologiat on lyhyesti kuvattu viitteen [Kester 2008] liitteessä. Topologiona on mainittu vertaisverkko, tähti ja mesh, jossa yksittäiset mittarit voivat välittää viestejä eteenpäin. Etätiedonsiirron tekniikkoina kuvataan langattomat GSM, GPRS, 3G, WiMax, matalatehoiset radioverkot, WiFi sekä langalliset vuokrattu linja, valintainen puhelinverkko, sähköverkon tiedonsiirto ja laajakais-tayhteydet kuten ADSL. Paikallistiedonsiirron tekniikoista kuvataan langattomat WiFi,

Bleutooth, ZibgBee, Z-wave, suljetut valmistajien omat langattomat tekniikat sekä langalliset sähköverkon tiedonsiirto ja parikaapeli.

Etätiedonsiirto mittarien ja mittarinlukujärjestelmän välillä

GSM/GPRS on eniten uusissa AMR-toteutuksissa käytetty etätiedonsiirron tiedonsiirtoverkko, koska GSM/GPRS-verkko peittää Suomessa yli 99 % kulutuskohteista. Sisätiloissa olevissa mittarikaapeissa se voi kuitenkin edellyttää lisäantennin asennuksen. GSM/GPRS-verkon odotetaan olevan käytössä vähintään nyt asennettavien mittarien käyttöä. Yhtenä ongelmana GSM/GPRS-verkkojen käytössä on ollut se, että operaattoria ei ole voinut mittarin asennuksen jälkeen vaihtaa, koska se olisi edellyttänyt SIM-kortin vaihtokäyntiä, joka tulisi aivan liian kalliiksi. Teknisesti tämä kilpailun este liepee helposti poistettavissa, jos teleoperaattorit niin haluaisivat.

GSM/GPRS-verkkojen tiedonsiirto soveltuu hyvin vain hitaisiin kuormanohjaustoimintoihin, joissa ohjauksen komennot voidaan lähettää etukäteen esimerkiksi edellisenä yönä tai ainakin noin tuntia ennen ohjauksen toteutumista. GSM/GPRS-tiedonsiirron käyttäminen AMR-järjestelmissä välittömiin ohjauksiin on melko yleistä, mutta jossakin määrin kyseenalaista. Siitä, että ohjauksien perillemenoajat vaihtelee suuresti, väitetään olevan jopa hyötyä. Ongelmaksi voi kuitenkin muodostua se, että vaihtelu riippuu GSM/GPRS-verkon kuormituksesta. Perillemenoajan vaihtelu johtuu siitä, että GSM- ja GPRS-verkoista puuttuu aito jakelulähetys ja tarkoitukseen soveltuva liikenteen priorisointi. Lisäksi GPRS-liikenne käyttää niitä aikavälejä, jotka jäävät GSM-liikenteeltä yli.

Kun mittauskohteita on tiheässä, tulee yleensä jonkin verran halvemmaksi ratkaisu, jossa sähköverkon tiedonsiirrolla tai lyhyen kantaman radioverkolla siirretään tietoja mittarin ja keskittimen välillä. Keskittimen ja lukujärjestelmä keskustelevat esimerkiksi GSM/GPRS-verkon kautta. Jos keskittimen luo on joku tarkoitukseen soveltuva verkko-yhtiön oma tiedonsiirtoyhteys muista syistä, on usein edullisempaa käyttää sitä.

Valmistajakohtaiset tekniikat ja protokollat ovat haitanneet kulutusmittarointia erityisesti sähköverkon tai lyhyen kantaman radion kautta tapahtuvan tiedonsiirron osalta, mutta myös yleisemmin. Espanjalainen sähköyhtiö Iberdrola on koontanut hankkeen, jossa määritellään ja testataan uusi, avoin ja valmistajariippumaton arkkitehtuuri sähköverkon kautta tapahtuvaan tiedonsiirtoon käyttäen EN CENELEC 50065 -standardin taajuuskaistaa A, joka on sähköyhtiöille varattu taajuuskaista.

Olemassa olevia asiakkaiden omia internet-yhteyksiä (esim. xDSL, WLAN, LAN) käytetään kulutusmittarien luvussa hyvin vähän. Yhteyksien selvittely joka asiakkaan osalta erikseen tulee helposti liian kalliiksi.

Paikallisessa tiedonsiirrossa voidaan käyttää tapauksesta riippuen erilaisia medioita ja niiden yhdistelmiä: radioverkkoja (kuten ZigBee), Ethernet-verkkoa (LAN), mittausväylää kuten MBUS tai sähköverkon tiedonsiirtoa.

Paikallinen tiedonsiirto kaasu-, vesi- ja kaukolämpömittareista

Tässä tarkastellaan tiedonsiirtoa kaasu-, vesi- ja kaukolämpömittareista tiedonkeruulaitteeseen, joka siirtää tiedot edelleen. Monet sähkönkulutusmittarit on tehty tarvittaessa toimimaan tällöisenä tiedonkeruulaitteena. Kustannuksiltaan edullisinta lieneekin tällä hetkellä se, että kaasu-, vesi- ja kaukolämpömittarit luetaan sähkönkulutusmittarin kautta, koska tällöin ei tarvita erillisiä tiedonkeruulaitteita ja rinnakkaisia etätiedonsiirtoyhteyksiä. Perinteisesti kulutustiedot on luettu pulssiliitäntöjen (S0) kautta. Väyläliitännät, esimerkiksi Modbus, M-Bus tai Ethernet, ovat luotettavampia ja järjestelmien ylläpidon kannalta vaivattomampia sekä mahdollistavat pelkän yksittäisen kulutustiedon lisäksi monien erilaisten tarpeellisten tietojen siirron saman liitännän kautta. Siksi ne ovat syrjäyttämässä pulssiliitännät. Lyhyen kantaman lisenssivapaa langaton tiedonsiirto, kuten ZigBee, voi tulla mittarien välistä kaapelointia halvemmaksi. Göteborg Energi [Arnewid 2007] on kertonut hankkeestaan, jossa kaikki sen sähkön, kaasun, veden ja kaukolämmön mittarit tulevat etäluettaviksi ZigBee-radioverkolla.

Mittarin liittyminen kulutuskohteen järjestelmiin

Edellä kerrottiin mittarin liitännästä mittarinlukujärjestelmään. Sen lisäksi varsinkin suurehkoille asiakkaille tarkoitetuissa mittareissa on usein joko kiinteästi tai lisämoduulissa tiedonsiirtoliitäntä paikalliseen tieto- tai automaatiojärjestelmään. Tämä liitäntä voi olla:

- pulssilähtö (S0)
- sarjaväylä
- Modbus
- M-Bus
- Ethernet
- lyhyen kantaman langaton verkko, kuten ZigBee, Bluetooth, MeshNET jne.

Pulssilähtö on vielä yleinen, mutta epäluotettava ja hyvin rajoittunut sekä järjestelmien ylläpitoa hankaloittava tiedonsiirtotapa. Väylämuotoiset tiedonsiirtotavat on suositeltavampia. Vaihtoehtoisia standardeja on liikaa.

4. Mahdollisia palvelumalleja ja hyödyntämistapoja

Seuraavassa tarkastellaan mahdollisia tapoja hyödyntää kulutusmittausjärjestelmien tuottamia tietoja ja tarjoamia ohjausmahdollisuuksia. Tässä esitettyjen lisäksi voi toki olla muitakin hyödyntämistarpeita.

4.1 Energian käytön analysointi ja tehostamispalvelu

Energian käytön tehostamisen ohjelmistot ja asiantuntijat analysoivat erilaisia mittaus-tietoja ja muita kiinteistöjä koskevia tietoja apuna auttaen sitä, millaisiin toimenpiteisiin missäkin kohteessa kannattaisi ryhtyä. Kohteiden valinnan tarkempia jatkotarkasteluja varten olisi hyvä olla automaattista. Aikaa ja työtä säästyy paljon ja analyysien tarkkuus paranee, jos riittävän tarkkaan eroteltuja mittaustietoja on valmiina saatavissa useam-malle viime vuodelle. Toimenpiteiden vaikutuksen riittävän luotettavaksi toteamiseksi saatetaan tarvita myös mahdollisimman samanlainen ja mahdollisimman laaja vertailu-ryhmä, jolle ei vielä kokeen aikana tehdä kyseisiä toimenpiteitä.

4.2 Energiansäästösojimus

Energian käytön tehostamispalvelun tuottaja voi tehdä asiakkaansa kanssa sopimuksen, jossa palvelun tuottaja saa korvauksena sovittun suuruisen osuuden (esimerkiksi 50 %) niistä kustannussäästöistä, joita palvelun tuottajan toimenpiteillä saadaan aikaan.

4.3 Sähkön yhteishankinta

Sähkön yhteishankinta tarkoittaa sitä, että kuluttajaryhmä tai sen edustaja hankkii säh-kön yhdessä yhteisellä sopimuksella. Tehohuippu ja energia muodostuvat kuluttajien yhteisestä tehosta ja energiasta. Ohjauksella valvotaan, että tilattua kulutushuippua ei ylitetä.

4.4 Kiinteistöjen hallinta ja energianhallintapalvelu

Kulutusmittaustietoja voidaan hyödyntää kiinteistöjen energianhallintajärjestelmissä, energian käytön ja hankinnan optimoinnissa sekä kiinteistön käytön seurannassa ja vi-kadiagnosissa. Näihin tarkoituksiin tarvitaan varsin ajan tasalla olevia ja aikaerottelul-taan verraten tarkkoja mittaustietoja, tällöin kulutusmittaustiedot tulee saada suoraan

laskutusmittarista. Energiateollisuuden suositus [ET 2008] käsittelee myös kaukolämpömittarin ja mittausjärjestelmän liityntöjä kiinteistön automaatiojärjestelmään. Sitä mukaellen kuvataan liitteessä 1 kaukolämpömittarin käyttöä kiinteistöautomaation ohjaustietona.

Ajan tasalla olevia minuuttitason tietoja tarvitaan energian käytön säätöjen takaisinkytkennäksi rakennusautomaatiojärjestelmissä. Ajan tasalla olevien mittaustietojen avulla on myös suoraviivaista tarvittaessa selvittää kokeilemalla eri laitteiden energiankulutus. Myös korjaavat toimenpiteet voidaan aloittaa viiveittä, ja toimenpiteiden vaikutus nähdään heti. Viivästettyjen tietojen avulla kokeileminen ja korjaustoimenpiteet ovat huomattavasti hitaampia ja työlämpiä. Viiveet huonontavat takaisinkytkettyjen säätöpiirien suorituskykyä dramaattisesti aiheuttaen epästabiiliusongelmia ja kyvyttömyyttä reagoida tilanteiden vaihteluihin. Seurauksena on kiinteistöissä sekä energian ja rahan haaskausta että epätarkoituksenmukaisia ja epämukavia olosuhteita. Jos kulutusmittaustietoja ei saada laskutusmittarista, joudutaan usein vastaavan kulutustiedon saamiseksi asentamaan oma kulutusmittari sarjaan. Kulutustiedon saaminen suoraan laskutusmittarista on kuitenkin teknisesti halvempaa ja muutenkin suotavaa. Kaksinkertaisilta laitteilta, asennuksilta, ylläpidolta ja tilalta vältytään. Erot eri mittareiden tulosten kesken eivät tuota hankaluuksia.

Myös sähkökaupan ja hintaohjausten kannalta ajan tasalla oleva kulutusmittaustieto ainakin 3–10 minuutin aikaerottelulla on tarpeen saada suoraan mittarista kulutuskohteen rakennusautomaatiojärjestelmään, katso esimerkiksi [Koponen 2006]. Kulutuksen ajoitus on kyettävä säätämään ja optimoimaan myös tuntien sisällä. Kulutuskohteen energiataseen dynamiikka on kyettävä mallintamaan sekä kulutuksen ennustamista että optimointia varten. Yleinen suunnitteluperiaate dynaamisten järjestelmien mallinnuksessa ja säädössä on, että mittauksen aika-askelen tulee olla noin kymmenesosa nopeimmasta tarkasteltavasta aikavakiosta. Rakennusten ilmanvaihtoa koskevat määräykset johtavat siihen, että ilmanvaihdon dynamiikan aikavakio on tyypillisesti rakennuksessa 0,5–1 tuntia. Kunnollisesti eristetyssä rakennuksessa ilmanvaihdon merkitys energiataseeseen on hallitseva, ja muut tärkeät aikavakiot ovat pitempiä. Tämän näkökohdan osalta kulutusmittauksen aikaerottelun tulisi olla viisi minuuttia tai parempi.

4.5 Energian vähittäismyyntiin liittyvät palvelut (analysointi, hintaohjaukset, suorat ohjaukset)

Energian vähittäismyyntiin liittyviä palveluja ovat

- asiakkaan ja myyjän kannalta edullisimman energiatuotteen valinta
- eri myyjien tuotteiden vertailu asiakkaan energian käytön ja ohjausmahdollisuuksien suhteen
- kulutuksen analysointi, mallintaminen ja ennustaminen edellä mainittuja tarkoituksia varten
- erilaiset kuormanohjaustuotteet.

Energiatuotteiden vertailussa on aina otettava huomioon epävarmuus tulevaisuuden suhteen. Säätä, kulutusta ja markkinahintoja ei tiedetä tarkasti etukäteen, ja sopimukset tehdään vuosiksi tai vähintään kuukausiksi. Sopimusten kilpailuttaminen kovin taajaan hyödyttää yleensä vain välikäsiä ja tulee usein kalliiksi sekä myyjille että asiakkaille.

Sähkön vähittäismyyntiin kuormanohjaustuotteita on kolme päätyyppiä: 1) suorat kuorman ohjaukset, 2) aikaohjaukset ja 3) hintaohjaukset. Kaikilla pyritään ratkaisuun, jossa asiakas, myyjä ja koko sähköjärjestelmä yhdessä hyötyvät mahdollisuuksista ohjata asiakkaan kuormia tai muita ohjattavia energiaresursseja. Kaikenlaiset kuormanohjaukset on voitava todentaa. Tuntimittaus riittää todentamaan sellaiset ohjaukset, joilla ei pyritä tunnin sisällä tapahtuviin kuorman siirtoihin.

Suorat ohjaukset toteutetaan perinteisesti siten, että ohjaussignaali tuodaan kohteeseen kulutusmittarin kautta. Tällöin mittarissa täytyy olla paikallinen lähtö ohjaussignaalia varten, ja mittausjärjestelmän tiedonsiirron tulee kyetä lähettämään ohjauskomento hyvin moneen kohteeseen samanaikaisesti. Perinteisesti tällaiset ohjauskomennot siirretään sähköverkon kautta tapahtuvalla tiedonsiirrolla. Uusissa mittareissa ollaan entistä enemmän matkapuhelinverkkojen varassa, joten riippuvuus kasvaa matkapuhelinverkkojen käytettävyyteen ja siirtoaikoihin ohjauksen massajakelussa. Suomen eriytetyillä sähkömarkkinoilla suoria kuormanohjauksia ei nykyisillä pelisäännöillä juuri voi käyttää sähkömarkkinoiden tarpeisiin; poikkeuksena ovat pienet sähköyhtiöt, joissa ei ole tarvinnut eriyttää sähkön myyntiä ja jakelua toisistaan. Eri tyyppisten kuormanohjauksen ja kysyntäjoukon ratkaisujen tarve kasvaa, joten sähkömarkkinoiden pelisääntöjä on syytä kehittää sellaiseksi, että suoratkin ohjaukset voidaan nykyistä paremmin hyödyntää sekä sähkömarkkinoilla että sähköjärjestelmän häiriöreserveinä.

Aikaohjauksissa aika on jaettu erihintaisiin vyöhykkeisiin, joilla on kullakin oma energian hinta. Myös jakelun hinta riippuu usein aikavyöhykkeestä. Suomessa käytetään kiinteäaikaista aikaohjausta eli hinnan muutoksen ajankohdat on kiinnitetty etukäteen eikä sähkömarkkinoiden kulloinenkin tilanne siis vaikuta ohjauksiin. Suomen nykyinen sähkömarkkinalainsäädäntö ei salli tilanneriippuvaa aikavyöhykkeiden ajoitusta ainakaan niin, että asiakas ja myyjä voisivat siitä hyötyä. Monet aikaohjausmittareista ohjaavat aikavyöhykkeitä paikallisen kellon perusteella, mutta monet ovat myös etäohjattavissa, tosin niin, että asiakkaita ei voi ohjauksissa eritellä myyjäkohtaisesti. Aikaohjaus edellyttää siis kulutuksen mittausta ja laskutusta ohjauksen aikavyöhykkeiden mukaan eriteltynä (ainakin periaatteessa, tosin käytännössä näin ei aina tarkkaan ottaen tapahdu). Lisäksi edellytetään ohjaussignaaleja kellon tahdistamiseen tai aikavyöhykkeen vaihtoon.

Markkinahinnan tunneittaisia vaihteluja seuraava tariffi edellyttää tuntimittausta sekä hintatietojen tuomista kohteeseen. Spot-markkinoiden hinnat määräytyvät edellisenä päivänä ja ovat julkisesti internetin kautta luettavissa. Hintatietoja ei siis ole välttämättä siirtää laskutusmittarin kautta. Hintaohjauksien tehokas toteuttaminen edellyttää yleensä sitä, että kohteessa on energianhallintajärjestelmä, joka optimoi energian ja lämpö- yms. varastojen käyttöä.

Suomessa asiakas ei voi valita kaukolämmön tai maakaasun myyjää muutoin kuin vaihtamalla asuinpaikkaansa toisen yhtiön alueelle. Myyjien vertailuun ei siis ole tarvetta. Kaukolämmön kulutuksen ohjauskin on vielä harvinaista, mutta saattaa jonkin verran lisääntyä. Kaukolämpö- ja kaasuverkkojen avaaminen kilpailulle sähköverkon tapaan muuttaisi tilannetta, sikäli kuin se olisi käytännössä toteutettavissa.

Australialaisessa tutkimuksessa [NERA 2008B] on arvioitu älykkään mittaroinnin ja kysyntäjouston tuomia mahdollisuuksia uusien tariffityyppien luomiseksi, kuten käyttöaikatariffi (time of use), kriittisen tehohuipun hinnoittelu ja suora kuormanohjaus. Tutkimuksessa mainitaan muutama näkökohta ja epävarmuustekijä tariffien kehitykseen liittyen:

- Kuluttajan kannalta on erityisen tärkeää tietää käyttöaikatariffien rakenne ja kriittisen kuormituksen hinnoittelu kullakin alueella.
- Todennäköinen asiakkaiden muutosmäärä nykyisistä tariffeista käyttöaika- tms. tarffiin.
- Todellista tietoa kotitalouksien herkkyydestä uusiin tariffeihin siirtymisestä ei ole. Australian nykyisten AMR-koekeilujen odotetaan tuovan näkemystä tähän asiaan.

- Tulevaisuuden todelliset kuormitusprofiilit eivät ole tiedossa. Ne muuttuvat vuosittain sääolojen ja kulutustottumusten mukaan.
- Epävarmuutta laskelmiin tuovat myös ympäristönsuojelunäkäkohdat. Tietoisuutta energiatehokkudesta lisäävät sekä uudet mittarointitekniikat että julkinen tiedotus.

Viime kädessä saatavissa olevat edut riippuvat kuormitusprofiilin muutoksesta, joka taas riippuu uusista hinnoittelutuotteista ja niiden ennustettavasta vaikutuksesta kuormitusten muutokseen [NERA 2008B].

ESMAN laatiman ohjeen [Kester 2008] kysynnän joustoa käsittelevässä luvussa arvioidaan kysyntäjoustolla ja älykkäällä mittaroinnilla saavutettavia etuja. Kotitalouksien suurimpia kulutuskohteita ovat sähkölämmitys, lämpöpumppu ja ilmastointi/jäähdytys. Nämä ovat otollisia kohteita kysyntäjoustolle, sillä kyseiset kohteet voidaan kytkeä pois tapauksesta riippuen jopa pariaksi tunniksi ilman mukavuushaittoja. Arvioinnin tekee haastavaksi se, että aikaisemmat hinnoittelut ja kuormitusprofiilit eivät uudessa tilanteessa pidä paikkaansa.

Viitteessä [Gag Gemini 2008] arvioidaan suuriksi mahdollisuudet Euroopassa pienentää huipputehoa, säästää energiaa ja rahaa sekä vähentää päästöjä kysynnän jouston, palautetiedon ja opastuksen avulla. Tärkeimpien esteiden nähdään liittyvän AMR:ään ja sen hitaaseen käyttöönottoon.

4.6 Hajautettujen energiaressurssien yhdistäminen sähkömarkkinoille (aggregaatio)

Hajautettuja energiaressursseja ovat sähkön jakeluverkkoon liitetty sähkön tuotanto sekä ohjattavat kulutus ja varastot. Tämä toiminta sisältää monia asioita, joita edellä kerrottiin energian vähittäismyyntiin liittyvien palveluiden kohdalla. Näiden lisäksi laskutusmittaustietoja voidaan mahdollisesti hyödyntää hajautettujen kohteiden etävalvontaan, -käyttöön ja -kunnossapitoon.

Hajautetulle tuotannolle halutaan usein kaksisuuntainen energianmittaus, jolla pystytään erittelemään, paljonko energiaa mihinkin suuntaan on kulkenut. Kustannussyistä olisi toivottavaa, että tuotannon laskutusmittaukset voitaisiin hoitaa yhdessä etävalvonnan tarpeiden kanssa samoilla tiedonsiirtoyhteyksillä. Monet rinnakkaiset etäyhteydet samaan kohteeseen tulevat kalliiksi.

4.7 Verkkoyhtiölle asetetut energiansäästön edistämismittaukset ja niihin liittyvät palvelut

Perinteisesti energiayhtiöille on annettu velvoitteita energian käytön tehostamiseen. Kun sähkömarkkinat avattiin kilpailulle, näitä velvollisuuksia siirrettiin jakeluverkkoyhtiöille. Ongelmana tässä on se, että verkkoyhtiöllä ei ole imagokysymyksiä lukuun ottamatta juuri mitään omaa etua asiakkaidensa energiatehokkuuden parantamisesta. Itse asiassa asiakkaiden energiansäästö aiheuttaa verkkoyhtiölle yleensä kustannussäästöjä paljon isommat tulojen menetykset, sillä verkkotariffit ovat voimakkaasti energiapainotteisia verrattuna kustannusvastaavuuteen, jotta kuluttajilla olisi isommat kannustimet säästää energiaa. Näin ollen aktiivisuus ja toiminnan vaikuttavuus riippuvat hyvin paljon siitä, miten tärkeäksi kukin verkkoyhtiö yleisen edun katsoo. Toisaalta neutraaluis voi olla myös etu sikäli, että verkkoliiketoiminnalla ei ole omaa intressiä osallistua kilpailunalaisten energiapalveluiden tuottamiseen. Lisäksi verkkoyhtiön vahvuutena energian käytön tehostamisessa on asiakassuhteen jatkuvuus, koska kulutuspiste ei voi vaihtaa verkkoyhtiötä.

4.8 Yleiskäyttöinen kulutusmittausinfrastrukturi

Monet osapuolet tarvitsevat kulutusmittauksia moniin erilaisiin tarkoituksiin. Tietoliikennekaista on nykyisin halpaa ja halpenee entisestään, mutta mittausten kaukolukuun ja etäohjauksiin soveltuvat tietoliikenneyhteydet eivät ole halventuneet yhtä nopeasti. Asennustilaa on usein niukasti. Asentajien ja ylläpitäjien matkat hajallaan oleviin kohteisiin tulevat kalliiksi. Näistä syistä johtuen on mahdollista parantaa mittauspalvelujen kustannustehokkuutta tuottamalla ne nykyistä enemmän yhteisillä järjestelmillä ja organisaatiolla. Samalla toiminnan laajuus voi kasvaa, jolloin saadaan mittakaavaetuja. On myös helpompi hyödyntää synergioita erilaisten etävalvonta ja -ohjauspalveluiden sekä esimerkiksi energia- ja tietoliikenneverkkojen rakennus-, ylläpito- ja käyttöpalveluiden kanssa. Jos mittauspalveluiden kustannuksien aleneminen välittyisi mittauspalveluiden käyttäjille, se lisäisi runsaasti näiden palveluiden kysyntää, koska monet mittauspalvelut ovat varsin kustannusherkkiä.

Se, että julkisten tietoliikenneverkkojen halpojen palveluiden laatua ei vielä voi juuri eriyttää, estää joidenkin palveluiden toteuttamisen pelkästään niiden varassa. Tarpeiden priorisointi ja yhteyksien varmistukset on siis ainakin toistaiseksi edullisempaa hoitaa yhteisen mittausinfrastruktuurin sisällä. Yhteisen mittausinfrastruktuurin hyötymahdollisuudet johtuvat melko suurelta osin siitä, että mittarinlukuun ja etäohjauksiin tarvittavien tietoliikenneyhteyksien päätelaite- ja käyttökustannukset ainakin vielä muodostavat isoissa toteutuksissa hyvin suuren osan mittauspalvelun kokonaiskustannuksista.

Kaikesta tästä huolimatta yleiskäyttöistä mittausinfrastruktuuria ei vielä ole juurikaan muodostunut seuraavista syistä:

- Mittaustietojen esitystavat eivät ole olleet riittävän yleiskäyttöisiä, joustavia, avoimia ja edullisia käyttää.
- Mittaustietojen saanti on toistaiseksi tullut niin kalliiksi, että mittaustietoja ei vielä kovin laajasti hyödynnetä.
- Olemassa olevat rinnakkaiset mittausorganisaatiot ovat halunneet pysyä olemassa eivätkä ne useimmiten toteuta mittarointia yhteistyössä keskenään.
- Asiakas maksaa viime kädessä kaikki kulut, mutta ei yleensä juuri voi päättää kuluihin vaikuttavista asioista. Verkkoyhtiöllä on mittarointiin yksinoikeus eikä verkkoyhtiötä voi vaihtaa.

Monet infrastruktuuriin perustuvat palvelut voivat kehittyä vasta sitten, kun infrastruktuuri on jo olemassa. Infrastruktuuri kehittyy vasta, kun esteet on poistettu tai kierretty ja hyödyntävät palvelut ovat riittävän pitkällä. Kun muutos lähtee käyntiin, se voi olla varsin nopea.

4.9 Yhteinen virtuaalitietokanta kulutusmittaustiedoille

Mittaustietoja hyödyntävien palveluiden kehittämistä ja ylläpitoa helpottaa, jos kaikki tarvittavat lähtötiedot ovat saatavissa saman järjestelmäliittännän kautta. Tietoja hyödyntävälle ohjelmalle mittaustiedot voisivat näkyä yhtenä tietokantana. Todellisuudessa tiedot olisivat hajautettuna eri paikkoihin. Esimerkiksi: mittareista ei yleensä kannata lukea lukujärjestelmään muuta kuin ne tiedot, joita tarvitaan johonkin käyttöön. Kaikkien mittarissa tallessa olevien tietojen lukeminen säännöllisesti lukujärjestelmän mittaus-tietokantaan tallennettavaksi tulisi hyvin kalliiksi.

Tietojen hyvin suuri määrä ja hajautus hitaiden tiedonsiirtoyhteyksien taakse aiheuttaisivat luultavasti hakuihin huomattavaa hitautta, joka olisi otettava huomioon sekä virtuaalitietokannan että sitä hyödyntävien sovellusten toteutuksessa. Yhteisen virtuaalitietokannan toteutuksen on oltava sellainen, että tietojen käyttöoikeudet pystytään hallitsemaan ja riittävä tietoturva varmistetaan. Tietojen luottamuksellisuuden ja käyttöoikeuksien tulee olla selvillä ennen kuin niitä voidaan tarjota.

5. Reunaehdot

5.1 Lainsäädäntö

5.1.1 Mittaustietoja koskeva lainsäädäntö

Mittaustietojen käyttöön ja saatavuuteen vaikuttavaa lainsäädäntöä ovat

- Sähkömarkkinalaki (386/1995) ja sen päivitykset
- Sähkömarkkina-asetus (518/1995) ja sen päivitykset
- Taseselvitystä ja sähkölaskuja koskevat KTM:n normipäätökset
- Maakaasumarkkinalaki (508/2000),
- Valtioneuvoston asetus maakaasumarkkinoista (622/2000)
- EMV:n määräys maakaasuenergiaa ja maakaasun siirtoa koskevien laskujen erittelystä (7.12.2000 314/01/2000)
- Henkilötietolaki (523/1999).

Kaukolämmön kulutuksen mittaustietoja koskevia säännöksiä ei ole.

Energiapalveludirektiivi sisältää kulutusmittauksiin liittyviä vaatimuksia energian jakelun- ja myynnin yhtiöille.

5.1.2 Lähtökohtia energiamittaustiedon käyttämiselle lainsäädännössä

Lainsäädännössä lähtökohtana on, että mittauslaitteistolla kerätyn mittaustiedon omistaa mittalaitteiston omistaja tai haltija. Tämän periaatteen tulkinnassa on syytä ottaa huomioon henkilötietolaissa määrätyt ihmisten oikeudet informoinnista ja itseään koskevien tietojen tarkastamisesta. Siitä huolimatta periaate saattaa olla jossakin määrin vaikeasti tulkittavissa ja tulkinnasta riippuen haitata energiankäyttäjän edun toteutumista ja mittalaitteistojen hyödyntämistä. Syynä tähän ovat seuraavat asiat: 1) kulutusmittaukset ovat sähkömarkkinalainsäädäntömme mukaan jakeluverkkoyhtiön velvollisuus ja sen seurauksena monopolitoimintaa, jonka kaikki kustannukset ja hyödyt viime kädessä kohdistuvat mittaus- ja verkkotariffeissa energiaa käyttävään asiakkaaseen; 2) on tavallista, että mittauslaitteiston omistaa joku muu kuin jakeluverkkoyhtiö, sillä useimmat kulutusmittaukset on osittain tai kokonaan ulkoistettu mittauspalveluyrityksen tai teleoperaattorin hoidettaviksi; 3) kaukolämmön mittaustoimintaa säätelevää sähkömarkkinalain kaltaista lainsäädäntöä ja siihen liittyvää valvontaa ei ole, koska kaukolämpöliiketoiminta katsotaan kilpailun alaiseksi toiminnaksi. Monopolitoiminnan ja kilpaillun toi-

minnan sotkeutumien toisiinsa saattaa tässä tilanteessa johtaa toteutustekniikan, toiminnallisuuden ja kustannusten kannalta huonoihin ratkaisuihin, kun asiaa tarkastellaan yhteiskunnan ja loppuasiakkaan näkökulmasta.

Mittaustieto on ihmisten osalta henkilötietoa, jonka käyttöä säännellään henkilötietolaissa (523/1999). Henkilötiedolla tarkoitetaan kaikenlaisia luonnollista henkilöä taikka hänen ominaisuuksiaan tai elinolosuhteitaan kuvaavia merkintöjä, jotka voidaan tunnistaa häntä tai hänen perhettään tai hänen kanssaan yhteisessä taloudessa eläviä koskeviksi. Henkilötiedot kuuluvat yksityisyyden suojan piiriin, jonka rajoituksista on säädettävä laissa. Henkilötietojen luovutuksesta säädetään lailla, jonka mukaan luvallista on mm.

- Rekisteröidyn suostumus tai toimeksianto
- Rekisteröidyn elintärkeän edun vuoksi tarpeellinen luovutus yksittäistapauksessa
- Rekisterinpitäjälle laissa säädetty tehtävä
- Konsernin sisäinen tiedon luovutus sisäiseen käyttöön
- Rekisterinpitäjän toimeksianto laskutukseen ym. liittyen
- Tietosuojalautakunnan poikkeuslupa
- Historiallinen tai tieteellinen tutkimus
- Tilastointi.

Rekisteröidyllä on lainsäädännön mukaan seuraavat oikeudet:

- Informointi henkilötietojen käsittelystä
- Tarkastusoikeus
- Oikeus kieltää suoramainonta, etämyynti ja muu suoramarkkinointi.

Tietoturvallisuuden suhteen edellyksenä on

- Tietojen suojaaminen
- Vaitiolovelvollisuus
- Tietojen hävittäminen.

5.1.3 Energiapalveludirektiivi

Energiapalveludirektiivissä (Direktiivi 2006/32/EY) vaaditaan muun muassa seuraavaa:

Jäsenvaltion tulee varmistaa, että energiayhtiöt eivät toimillaan estä tai rajoita energia-tehokkuuden markkinoiden kehittymistä ja että verkkoon kytketyn energian siirto- ja jakelutariffeissa ei ole rakenteita, jotka kannustavat lisäämään energian käyttöä. Energiayhtiöiden tulee pyydettyä toimittaa tietoja asiakkaidensa energiankäytöstä erikseen nimetyille taholle.

Energiayhtiöiden on toteutettava vaihtoehtoisesti jokin seuraavista palveluvelvoitteista:

- varmistettava kilpailukykyisesti hinnoiteltujen energiapalvelujen saatavuus ja edistäminen asiakkailleen
- varmistettava kilpailukykyisesti hinnoiteltujen ja puolueettomasti toteutettujen energiakatselmusten ja/tai muiden energiatehokkuustoimien saatavuus
- sijoitettava rahastoon tai rahoitusmekanismiin vastaava summa.

Nämä toimenpiteet tulee panna toimeen ilman mitään markkinahäiriötä siten, että kaikilla toimijoilla on tasapuolinen asema markkinoilla. Vaihtoehtoisesti jäsenvaltio voi ottaa käyttöön vapaaehtoisia sopimuksia edellyttäen, että niillä saadaan vastaava vaikutus.

Jäsenvaltion on varmistettava, että verkkoon kytketyille loppukäyttäjille tarjotaan mittareita, jotka tarkasti näyttävät todellisen kulutuksen ja antavat tietoa kulutuksen ajoittumisesta, siinä määrin kuin tämä on teknisesti mahdollista, kustannuksiltaan kohtuullista ja suhteessa mahdolliseen energiansäästöön. Kun tehdään uusi liittymä uuteen tai peruskorjattavaan rakennukseen, on em. mittaria aina tarjottava. Laskuissa tulee esittää todelliset energian hinnat, todellinen kulutus, kulutuksen vertailu edellisen vuoden kulutukseen ja mikäli mahdollista vertailu saman käyttäjäryhmän kulutukseen.

Direktiivi ei kerro, miten velvoitteet jaetaan verkkoyhtiön ja vähittäismyyntiyhtiön välillä, vaan asettaa velvoitteet näille yhteisesti. Kilpaillut sähkömarkkinat perustuvat jakelun ja myynnin eriyttämiseen, jolloin on välttämätöntä tarkentaa, kehen velvoitteet kohdistuvat. Verkkoyhtiö on neutraali ja pysyvä taho. Vähittäismyyntiyhtiöille omien asiakkaiden energiatehokkuuden parantaminen voi olla keino menestyä kilpailussa.

5.1.4 Mittalaitedirektiivi

Mittalaitedirektiivin 2004/22/EY liitteen 1 olennaisissa vaatimuksissa edellytetään energian laskutusmittauksilta mm. seuraavaa:

- Mittaustulos näytetään joko näytöllä tai tulosteella (liitteen 1 kohta 10.1).
- Mittauslaitteen tulee olla suunniteltu näyttämään mittaustulos molemmille osapuolille (kohta 10.4).
- Kuluttajalla pitää ilman apuvälineitä olla pääsy lukemaan näyttö, josta pitää näkyä se mittaustulos, johon lasku perustuu (kohta 10.5).

5.1.5 Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi

Rakennusten energiatehokkuutta koskevassa direktiivissä 2002/91/EY ei suoranaisesti mainita mittauksia. Sekä rakennuksen tosiasiallisen energiatehokkuustilanteen kuvaaminen että todellisen kulutuksen mukainen laskuttaminen edellyttävät käytännössä kuluksmittauksia. Niinpä yhteyttä kulutusmittauksiin on seuraavissa direktiivin kohdissa:

(16) Sertifiointimenettelyä voidaan tukea ohjelmilla, joilla edistetään tasapuolisia mahdollisuuksia energiatehokkuuden parantamiseen. Tämä voi perustua sidosryhmäorganisaatioiden ja jäsenvaltion nimeämän tahon välisiin sopimuksiin, ja se voidaan toteuttaa niiden energiapalveluyhtiöiden (Energy Service Companies, ESCO) toimesta, jotka suostuvat sitoutumaan määriteltyjen investointien toteuttamiseen. Jäsenvaltioiden olisi valvottava hyväksytyjä sertifiointiohjelmia ja huolehdittava niiden jatkotoimista, ja niiden olisi myös helpotettava kannustinjärjestelmien käyttöä. Menettelyn tuloksena annettavassa todistuksessa olisi mahdollisuuksien mukaan kuvattava rakennuksen tosiasiallinen energiatehokkuustilanne, ja sitä voidaan tarkistaa tämän mukaisesti. Julkisten viranomaisten rakennusten ja rakennusten, joissa kansalaiset käyvät usein, olisi toimitettava esimerkkeinä siten, että niissä otetaan ympäristö- ja energianäkökohdat huomioon, ja tästä syystä niille olisi suoritettava energiasertifiointi säännöllisin väliajoin. Energiatehokkuutta koskevien tietojen levittämistä kansalaisille olisi tehostettava asettamalla rakennusten energiatodistukset selvästi näkyville. Sisälämpötiloja koskevien virallisten suositusten ja todellisuudessa mitattujen lämpötilojen näkyville asettamisen pitäisi vähentää lämmitys-, ilmastointi- ja ilmanvaihtojärjestelmien väärää käyttöä. Tämän pitäisi osaltaan edistää sitä, että vältetään tarpeetonta energiankäyttöä ja säilytetään ulkoilman lämpötilaan nähden miellyttävä sisäilmasto.

(20) Lämmityksestä, ilmastoinnista ja lämpimästä vedestä aiheutuvien kustannusten laskuttaminen rakennusten asukkailta todellisen kulutuksen mukaisesti voi edistää energiansäästöä asuntoalalla. Asukkailla olisi oltava mahdollisuus säädellä omaa lämmön ja lämpimän veden kulutustaan sikäli kuin tällaiset toimenpiteet ovat kustannustehokkaita.

5.1.6 Sähköjärjestelmän käyttövarmuutta koskeva direktiivi

Sähköjärjestelmän käyttövarmuutta koskeva direktiivi 2005/89/EY mainitsee edistyneet mittausjärjestelmät yhtenä mahdollisena keinona parantaa sähkön kysynnän ja tarjonnan välisen tasapainon ylläpitoa.

5.1.7 EY:n sähkö- ja kaasumarkkinoiden kolmas lakipaketti

Ehdotetuissa uusissa sähkö- ja kaasumarkkinadirektiiveissa on toimenpiteitä kuluttajien suojelemiseksi. Tarkoituksena on taata, että kotitalousasiakkaatkin

- saavat ilmaiseksi käyttöönsä kulutustietonsa ja voivat valtuuttaa energian myyjänsä saamaan nämä tiedot
- saavat tietoonsa joka kuukausi todellisen toteutuneen kulutuksensa ja kustannuksensa ilman lisämaksuja
- voivat vaihtaa myyjää minä aikana vuotta tahansa ja saavat taseselvitetyt edellisen myyjän laskut korkeintaan kuukausi viimeisen toimituksen päättymisestä.

Kattavia sitovia ohjeita soveltamisesta voi olla tulossa.

Katso http://ec.europa.eu/energy/electricity/package_2007/index_en.htm.

5.2 Liiketoimintojen organisointi

Energiaan ja sen mittauksiin liittyvät liiketoimintamallit ovat viime aikoina merkittävästi muuttuneet sekä yritysten toimesta että lainsäädännön muutosten ohjaamina. Energia-ala on jaettu kilpailun alaisiin liiketoimintoihin ja luonnollisiin monopoleihin, joita pyritään eriyttämään, jotta kilpailu nykyistä paremmin vapautuisi kilpailun piirissä olevissa toiminnoissa. Toimintoja on ulkoistettu mittakaavaetujen ja erikoistumisen saavuttamiseksi. Näillä muutoksilla on tavoiteltu ja saatu aikaan kustannustehokkuutta monissa toiminnoissa. Toistaiseksi nämä samat muutokset ovat kuitenkin huomattavasti vaikeuttaneet mittaroinnin ja kuormienohjaustoimintojen toteuttamista kokonaisuuden ja loppuasiakkaan kannalta kustannustehokkaasti. Syynä on se, että näissä toiminnoissa kustannustehokasta olisi monien osapuolien tarpeiden hoitaminen samalla järjestelmällä, jolloin kustannukset saataisiin jaettua.

Liiketoimintojen pilkkominen ja eriyttäminen tekee mahdolliseksi toiminnan tehokkaan optimoinnin paikallisesti. Kokonaisuuden edun mukaisesti monelta osapuolen yhteistoimintaa edellyttäviin uusiin ratkaisuihin pilkotuilla toiminnoilla on kuitenkin usein vaikea päästä. Neuvotteluosapuolia on liian monta, jotta päästäisiin sopimukseen siitä, miten kustannukset ja hyödyt jaetaan. Lisäjäykkyyttä tuo se, että mittarointi on meillä ja monissa muissa maissa osa monopoliliiketoimintaa, jolta ainakin toistaiseksi puuttuu yhteisen edun suuntaisia kannustimia ja valvontaa. Kovin hyviä valmiiksi koeteltuja ratkaisuja näihin ongelmiin ei vielä ole. Mittaustoimintoihin liittyy siis teknisten haasteiden lisäksi myös huomattavia liiketoimintojen organisointiin, pelisääntöihin ja valvontaan liittyviä haasteita ja mahdollisuuksia loppuasiakasta ja yhteiskuntaa hyödyntävään toimintojen tehostamiseen.

5.3 Reunaehtojen muutostarpeet

Toivottavaa olisi, että lainsäädännössä ja liiketoimintamalleissa ei olisi sellaisia piirteitä, jotka estävät mittaustietojen hyödyntämistä tai lisäävät mittaustietojen tarjonnan kustannuksia.

Tyypillisesti lähes puolet AMR-järjestelmän kokonaiskustannuksista järjestelmän koko elinkaaren aikana johtuu tietoliikenteestä. Periaatteessa on mahdollista säästää kustannuksia käyttämällä yhteistä tietoliikenneinfrastruktuuria palvelemaan useita eri tarkoituksia. Tämä kuitenkin edellyttää sitä, että tietoliikennepalvelun laatua voidaan eriyttää vastaamaan kunkin käyttötarkoituksen vaatimuksia. Tämän toteuttamiseksi jäljellä olevat tekniset esteet lienevät verraten vähäisiä ja helposti ratkaistavissa. Tarvittava palvelutason eriyttäminen edellyttää kuitenkin sitä, että kaikki operaattorit yhteisesti ottavat nuo tekniset muutokset käyttöön. Tämän aikaansaaminen pelkästään nykyisillä liiketoimintamalleilla on osoittautumassa kovin hitaaksi.

Mittaustietojen ja ohjauspalveluiden hyödyntämisessä toiminnan laajuudesta on huomattavaa etua. Nykyisin mittakaavaetuja ei voida saavuttaa, koska kukin verkkoyhtiö toteuttaa kulutuksen laskutusmittaukset omalla tavallaan. Niinpä yksikkökustannuksia pienentävät AMR-järjestelmien toiminnallisuuden ja ulkoisten rajapintojen riittävien minimivaatimusten aikaansaanti ja harmonisointi Pohjoismaiden ja Euroopan tasolla.

Laskutusmittaustoimintaan ja mittaustietojen hallintaan liittyy yksinoikeuksia ja sitä, että yksinoikeuksien tukemana osallistutaan kilpailun piirissä oleviin toimintoihin. Näiden yksinoikeuksien riittämätön rajaaminen ja puuttuva valvonta voivat vaikuttaa haitallisesti mittaustietojen saatavuuteen ja hintaan sekä edelleen mittaustietoja hyödyntävien palveluiden kehittymiseen ja edelleen mittaustietojen kysyntään. Myös epäselvyydet ja käsitysten erot mittaustietojen omistus- ja käyttöoikeuksista sekä tietoturvaratkaisuista tulisi poistaa.

6. Mittaustietojen tarpeet rakennuskannan energia-analyyseissa

Edellä on kuvattu kulutusmittausjärjestelmiin kohdistuvia mittaustietojen ja ohjaustoimintojen tarpeita yleisesti. Seuraavassa tarpeita tarkastellaan pelkästään automaattisten energia-analyysien näkökulmasta.

Aikaerottelu

Vuosikulutuksista ja kuukausikulutuksista voidaan havaita vain suuret poikkeamat rakennuksen energiankulutuksessa, mutta ei saada vihjeitä poikkeamien syistä, palautetta korjaavien toimenpiteiden vaikutuksista eikä myöskään ehditä ajoissa reagoida poikkeamiin. Yleensä tarvitaan vähintään tuntikulutusten rekisteröintiä, jotta mittauksista aletaan erottaa eri tekijöiden vaikutuksia ja jotta päästään käsiksi rakennuksen energiataseen dynamiikkaan. Sähkökulutuksen mittauksien osalta olisi yleensä eduksi, että tarkempia analyyseja varten olisi tarvittaessa saatavissa minuuttitason tietoja (kohteesta riippuen 1–10 minuutin aika-askel). Mittausten aikaleimojen tarkkuus ja käytetty aikakanta on tiedettävä.

Kerralla tarvittavien tietojen määrä

Analyyseissa on tarvetta tarkastella tietoja viikon tai useamman mittaisina kokonaisuuksina, koska rakennusten käytöllä on yleensä tietty selvä viikkorytmi ja vuorokausirytm. Täysien viikkojen mittaisissa tarkasteluissa nämä rytmit saadaan esiin, ja niistä aiheutuvat virheet saadaan eliminoitua analyyseista.

Tiedon saannin viive

Yleensä automaattisten analyyysien tuloksia ei käytetä välittömästi eikä muutaman päivän viiveestä tietojen luvussa siksi ole suurta haittaa. Automaattiset analyysit voivat kuitenkin tuottaa hälytyksiä esimerkiksi virheellisistä tai energiaa haaskaavista toimenpiteistä, vesivuodoista tai muista vioista, jotka edellyttävät nopeampaa reagointia vahinkojen minimoimiseksi. Silloin on suotavaa, että mittaustiedot saadaan analysoitaviksi vuorokauden sisällä mittauksesta. Myös silloin, kun rakennuksen on havaittu vaativan tarkempaa analyysia, pitäisi tarkentavat mittaukset olla mahdollista saada analysoitaviksi päivittäin.

Kaikki kulutusmittaukset yhdessä

Energia-analyyseihin tarvitaan kaikkien suureiden (sähkö, lämpö, kaasu, vesi) kulutusmittaukset, jotta energiatase saadaan sulkeutumaan mahdollisimman hyvin. Eri mittauksien aikaleimojen on oltava samassa ajassa.

Ohjaukset

Rakennuksen energiataseen dynamiikasta saadaan tietoa vain silloin, kun se on muutostilassa. Muutoksia voivat aiheuttaa energian syötön keskeytykset tai rajoitukset, joko vikojen aiheuttamina tai ohjattuina. Niinpä energia-analyyseissa ohjausmahdollisuudesta on joskus hyötyä. Mittaustietojen mukana tarvitaan myös tiedot ohjauksien ja tariffien tilasta mittausjakson aikana.

Mittaustietojen yksilöinti

Tarvitaan varmuus siitä, että mittaustiedot edustavat oikeaa kohdetta. Väärää kohdetta edustavat mittaustiedot voivat lisätä analyysien kustannuksia ja työmäärää merkittävästi, vaikka sopivilla automaattisilla analysoineilla voidaankin manuaalista tarkastelua nopeammin saada selville se, että mittaustulokset eivät ole ilmoitetusta kohteesta. Mittauskohteiden yksilöinti tulisi siis olla sellaista, että vaaraa virhetulkinnoista ei ole ja että vaara väärinsyötetyistä kohteen identifiointitiedoista on mahdollisimman pieni.

Mittaustietojen laatu

Sille, paljonko mittaustiedoissa saa olla puuttuvia, virheellisiä tai estimoituja tietoja, tulee olla selvät raja-arvot. Puuttuvia ja selvästi virheellisiä tietoja korvataan yleisesti estimoiduilla tiedoilla. Sekä virheelliset, epäilyttävät että estimoidut suureet tulee ilmaista mittaustietojen mukana. Mittaustietoja käyttävän analysointipalvelun on voitava varmistaa ja yksityiskohtaisesti jäljittää mittaustietojen alkuperä. Lähtötietojen huono laatu huonontaa suoraan analysointitulosten laatua. Tietojen puuttuminen ja estimoidut tiedot voivat vääristää analysoinnin tulosta pahasti. Näin ollen on tärkeää tietää tarkasti, mitkä tiedot analysoitavassa aikasarjassa ovat todellisia mittaustietoja. Samoin on tärkeää, että täysin virheettömiä viikon aikasarjoja on tarkastelun kohteista riittävästi kattamaan kiinnostavat ajankohdat.

Tietojen esitysmuoto, avoimuus ja standardit

Osapuolten välisissä rajapinnoissa tapahtuvaan tietojensiirtoon tarvitaan esitysmuotoa, joka on kaikille osapuolille avoin ja vapaasti käytettävissä. Rajapinnan käyttö ei saa edellyttää lisenssimaksuja millekään osapuolelle. Tiedonsiirron tulisi mahdollisimman

paljon perustua yleisesti käytettyihin kaikkien vapaasti käytettävissä oleviin standardeihin, kuten TCP/IP ja XML.

Muut kuin kulutusmittaukset

Energia-analyyseissa voi olla hyötyä mittauskohteen alueen valoisan ajan pituuden ja ulkolämpötilojen mittaustiedoista, joita jakeluverkkoyhtiöllä on. Olisi siis eduksi, jos näitäkin tietoja olisi helposti ja halvalla saatavissa kulutusmittaustietojen mukana.

Mittaustietojen hinta

Jotta kulutusmittaustietoihin perustuvia analyysipalveluita voisi syntyä ja kehittyä, tarvitaan varmuus siitä, että tarvittavat mittaustiedot ovat riittävän halvalla saatavissa riittävän pitkälle tulevaisuuteen. Hinnan olisi oltava sellainen, että syntyy riittävästi sekä mittaustietojen tarjontaa että kysyntää mittakaavaetujen saavuttamiseksi.

7. Mittaustietojen saatavuus

7.1 Saatavuuden parantamismahdollisuudet

Kulutusmittaustietojen saatavuus ei vielä nykyisin ole riittävän hyvä automaattisia analysointipalveluja ajatellen. Saatavuus on paranemassa. On kuitenkin vielä paljon, mitä voidaan ja kannattaa tehdä saatavuuden parantamiseksi. Kulutusmittausjärjestelmäinvestoinneista ei saada täyttä hyötyä, jos niitä ei suunnitella ottamaan huomioon myös kuluttajien ja energia-analyysien tarpeita. Seurauksena on usein kalliita rinnakkaisia järjestelmiä ja rajapintoja sekä palveluiden toteuttamatta jättämistä. Tarvittavien mittaustietojen saatavuuden turvaamiseksi tarvitaan yhteiset toimintoja ja ulkoisia rajapintoja koskevat minimivaatimukset kulutusmittausjärjestelmille. Näiden vaatimusten on otettava huomioon kaikkien osapuolten tarpeet. Kun vaatimukset on saatu sovittua, kestää niiden kaikki kohteet kattava toteutuminen vielä monia vuosia. Sillä välin on toimittava niiden mittaustietojen varassa, jotka kulloinkin ovat siedettävien kustannuksien saatavissa.

Mittaustietojen saatavuuden parantamiseen tähtää osaltaan Ruotsissa vuonna 2008 käyttöön suunniteltu EMIX-järjestelmä (Energy Market Information Exchange). Se toimii keskitettynä välittäjänä mittaustietojen tuottajien ja tarvitsijoiden välillä, ja siihen liittyminen tulee olemaan pakollista.

7.2 Tiedonsiirtorajapintojen yhtenäistäminen

Kulutusmittaustietojen saatavuutta huonontavat osaltaan eri järjestelmien välisten yhteisten tiedonsiirtorajapintojen puute. Kukin jakeluverkkoyhtiö tai laskutusmittauksia tuottava yritys voi itse päättää, missä muodossa mittaustiedot tarjoaa. Useimmat käytössä olevat kulutusmittaustiedon siirtoon käytetyt protokollat on tarkoitettu vain tiettyä tarkoitusta palvelevien tietojen siirtoon ja soveltuvat huonosti muihin tarkoituksiin. Esimerkiksi Ediel-protokolla, katso <http://www.ediel.org>, on kryptinen eikä sovellu hyvin juuri muihin tarkoituksiin kuin sähkökaupan isojen toimijoiden väliseen tiedonsiirtoon. Sielläkin sitä korvaamaan suunnitellaan XML-pohjaisia (eXtensible Markup Language) esitysmuotoja. Ediel-sanomia käytetään Pohjoismaissa sekä Alankomaissa ja Saksassa, mutta eri maiden välillä on Ediel-sanomissa ja niiden käytössä huomattavia eroja, katso [Kärkkäinen 2005, s. 62–63]. Tanskassa uusien sähkökaupan järjestelmien toteutuksessa rajapintojen toteutuksen pohjana ei ole enää Ediel vaan Keski-Euroopassa käytetty ebIX, katso <http://www.ebix.org>. ebIX-sanomia käytetään sekä sähköä että maakaasun markkinoilla. ebIX perustuu UMM- (UN/CEFACT Modelling Methodology) mallinnusmenetelmään ja UML-kieleen (Unified Modelling Language). UML-määrittelyistä voidaan automaattisesti tuottaa vastaavat XML-sanomarakenteet. Mittausten ja muiden aikasarjojen siirtoon on tarkoitettu Utility Time Series Message UTILTS, katso [ebIX 2004].

XML on verraten selväkielinen, oliopohjainen esitysmuoto, ja sille on mahdollista luoda ja on myös luotu varsin joustavia, yleiskäyttöisiä ja ilmaisuvoimaisia laajennuksia mitaustietojen siirtoon. Usein XML-laajennukset kuitenkin määritellään kopioimalla sellaisenaan rakenteita olemassa olevista protokollista, jolloin näiden jäykkyys suurelta osin siirtyy myös kyseiseen XML-laajennukseen.

Jossakin määrin on käytetty myös seuraavia yleiseen kulutusmittaustietojen siirtoon tehtyjä esitysmuotoja:

- Norjalaisen SINTEFin, <http://www.sintef.no> kehittämät ODEL v.2.0 ja siihen perustuva XML-laajennus ODEL v.2.1. Niitä käytetään Norjassa ja hiukan muuallakin aikasarjatietojen siirtoon kuluttajan kanssa sekä tietojärjestelmien sisällä. Esimerkiksi EDIEL-sanomille on vastineet.
- Siirtotiedoston rakennemäärittely v.2.0 [Takala 1995].

Automaattisten energia-analyysien kannalta ei ole oleellista, mikä käytetty esitysmuoto on, kunhan se on:

- avoin
- vapaasti kaikkien käytettävissä
- yhteinen ja kaikkien osapuolten käyttämä
- kykenee sujuvasti ja jäsenneltyinä kokonaisuuksina esittämään eri tarkoituksiin tarvittavat erilaiset kulutusmittaustiedot yksilöintitietoineen.

Nykyinen tilanne, jossa kukin verkkoyhtiö saa päättää esitysmuodon, vaikeuttaa tietojen saamista käyttöön.

Edellä kerrottu koskee lähinnä tiedonsiirtoa kulutusmittausjärjestelmien tietokannoista energia-analyysien tuottajille. Yhtenäisiä tiedonsiirtorajapintoja tarvitaan myös tiedonsiirtoon kulutusmittarista talon automaatiojärjestelmiin ja paikalliselle PC:lle tai näyttölaitteelle. Vielä nykyisin käytetään usein pulssitiedonsiirtoa (S0), joka ei kuitenkaan kykene siirtämään kaikkea tarvittavaa tietoa ja jossa pulssikoot ja niiden ylläpito tuottavat usein hankaluuksia ja lisäkustannuksia. Parempi olisi käyttää jotakin tai joitakin yhteisesti sovittuja tiedonsiirtoväyliä.

Sähkölaitosautomaatiossa ollaan lähes maailmanlaajuisesti siirtymässä avoimiin oliopohjaisiin IEC 61850 ja IEC 61970 -tiedonsiirtostandardeihin ja niihin perustuviin standardeihin. Tärkein syy on se, että yhteensopivuus ja helppo liitettävyys on nykyisin paljon tärkeämpää kuin tiedonsiirtokaistan minimointi. Samasta syystä IEC 61850 ja IEC 61970 -tietomallit yhtenäistetään, koska yhteisestä UCA-taustasta (Utility Control

Architecture) huolimatta niitä on välillä standardoinnissa kehitetty toisistaan erillään. Muiden mukana myös mittautustiedoille ja muille sähköverkon ja sen käyttäjän rajapintaan liittyville asioille on kasvava tarve saada IEC 61850 -yhteensopivat tietomallit. Standardien kehitystarpeisiin pyrkivät vastaamaan standardointikomiteat ja standardien käyttäjäryhmät, kuten: IEC TC13 (Equipment for electrical energy measurement, tariff and load control, customer information, payment, local and remote data exchange), TC57 (Power System Control and Associated Communication), IEEE-SA SCC21, IEEE-SA SCC31, IEEE-SA SCC36 (IEEE-SA = the Institute of Electrical and Electronics Engineers Standards Association) ja ANSI C12 sekä DLMS User Association, AMRA ja OpenAMI, linkit vastaavasti <http://www.dlms.com>, <http://www.amra-intl.org> ja <http://sharepoint.ucausersgroup.org/OpenAMI/default.aspx>.

EPRIn (Electric Power Research Institute) IntelliGrid-projektissa <http://www.epri-intelligrid.com> kehitetään muun muassa tiedonsiirtoarkkitehtuuria tulevaisuuden älykkäille sähköverkoille. Hankkeen lähtökohdat on varsin laajasti kerrottu hankkeen verkkosivuilla olevassa julkisessa aineistossa. Muun muassa eri tarkoituksiin liittyen myös olemassa olevia periaatteessa avoimia tiedonsiirtoprotokollia on lueteltu ja suositeltu. Mukana ovat myös mittautustiedon siirtoon liittyvät protokollat. Katso esimerkiksi:

http://intelligrid.info/IntelliGrid_Architecture/Environments/Env18_Customer_to_ESP.htm

ja

http://intelligrid.info/IntelliGrid_Architecture/Environments/Env15_DER_Monitoring_and_Control.htm.

Edellä oleva painottuu sähköinfrastruktuurin toimijoiden välisiin ja sisäisiin rajapintoihin. Mittautustietoja on tarvetta siirtää myös energian käyttäjien automaatio- ja tietojärjestelmiin sekä niistä pois. Näin ollen on tärkeää mittautustiedon esitysmuotojen yhteensopivuus myös sinne päin. IEC 61850 -protokollien lähtökohtina ovat TCP/IP-protokollan ja tiedonsiirron kerrosmallin käyttö aina kun se on mahdollista, sekä uusin Manufacturing Message Specification MMS -määrittely. IEC 61850 -tietomallit on määriteltä UML-kielellä, joten ne voidaan tarvittaessa automaattisesti konvertoida XML:ään. Erityisesti järjestelmien rajapinnoissa kannattaa, jos mahdollista, käyttää protokollia, joissa tietomallit ovat selkeästi erillään muista protokollan tasoista. Teollisuusautomaation, rakennusautomaation ja kotiautomaation väylästandardeja on varsin monta. Keskeisimpiä kerrotaan mm. viitteessä [Badano 2006].

8. Yhteenveto ja johtopäätökset

Etäluennassa olevien kulutusmittareiden määrä lisääntyy koko ajan. Myös tarpeet hyödyntää kulutusmittaustietoja kasvavat. Monet tarpeet ovat kustannusherkkiä. Uusilla toimintatavoilla on mahdollista tuottaa kulutusmittaustietoja niitä tarvitseville nykyistä oleellisesti kattavammin ja halvemmalla. Kustannustehokkaisiin toimintatapoihin siirtymiselle on kuitenkin monia esteitä, kuten olemassa olevien järjestelmien ja organisatiomallien muutoksia hidastava vaikutus, tiedonsiirtorajapintojen avoimuuden ja yleiskäyttöisyyden puutteet, asiakaslähtöisyyden puute sekä kehitystarpeet pelisäännöissä ja liiketoimintamalleissa. On vaikea ennustaa, mitä ratkaisuja ja missä järjestyksessä tullaan ottamaan käyttöön. Kunnolla alkuun päästyään kulutusmittaustietojen tuottaminen ja hyödyntäminen saattavat lisääntyä hyvinkin nopeasti.

Yleisesti ottaen konkreettisten suositusten antaminen edellyttäisi asian tarkempaa selvittämistä ja tutkimista. Muutamia keskeisiä yksityiskohtia olisi kuitenkin melko nopeasti kehitettävä:

- Yhteiset toiminnalliset minimivaatimukset kulutusmittausjärjestelmille. Vaatimusten taustaksi tarvitaan arvio toiminnallisuuksien kustannuksista ja hyödyistä. Vaatimusten tulisi mieluiten olla ylikansallisia.
- Em. vaatimukseen tulisi sisältyä pakollinen paikallinen mahdollisuus tiedonsiirtoliitännään mittarista asiakkaan järjestelmiin. Kyseisen liitännän kautta tulisi saada minuuttitason kulutustiedot sekä laskutusmittauksessa käytettävä aika ja mahdolliset muut kuormien ohjaukseen vaikuttavat tiedot.
- Hintakatot monopoliluonteisille mittauspalveluille.
- Tutkia ja kehittää kannustimia, jotka ohjaavat verkkoyhtiöitä myös mittauspalveluiden osalta palvelemaan hyvin asiakkaita ja muita kulutusmittaustietoja hyödyntäviä osapuolia.
- Tietojen saatavuuteen, käyttöoikeuksiin ja luottamuksellisuuteen liittyviä ratkaisuja ja pelisääntöjen tarkennuksia.

Yhteisten kulutusmittauspalvelua koskevien minimivaatimusten puuttuminen voi tulla asiakkaille ja yhteiskunnalle kalliiksi, koska:

- Jo olemassa olevien etäluettavien kulutusmittareiden nopea korvaaminen on tarpeettoman kallista. Mittareiden käyttöiän tulisi olla vähintään kymmenen vuotta.
- Suomessa sähkön kulutusmittareista yli 20 % on jo etäluennassa ja lisää asennetaan.

- Asennettavien mittareiden puuttuvat ominaisuudet ja epäyhtenäiset rajapinnat saattavat oleellisesti huonontaa mittaustietojen saatavuutta siedettävien kustannuksin. Tämä voi estää mittaustietoja hyödyntävien palveluiden kehittymistä.
- Sama määrittelytyö tehdään moneen kertaan ja riittämättömin resurssein.
- Määrittelyjen epäyhtenäisyys ja standardoinnin puute lisäävät toteutuskustannuksia, koska mittakaavaedut menetetään ja kilpailuttaminen vaikeutuu.

Lähdeluettelo

[Arnewid 2007] Thomas Arnewid, Göteborg, the first ZigBee City? esitelmä, Göteborg Energi, toukokuu 2007.

http://www.zigbee.org/en/events/documents/May2007_Open_House_Presentations/01_Keynote_Arnewid.pdf

[Badano 2006] Standardisering inom AMR, December 22, 2006, 69 s. (report received from Elforsk)

[Badano 2007] Next Generation AMM systems, Elforsk report 07:66, Elforsk, Sweden, December 2007, 82 s. (available also to Nordic AMR Forum members)

[BERR 2008] Department of Business Enterprise & Regulatory Reform, Smart Metering, A letter to Energy Metering and Billing Stakeholders, UK, 23 April 2008, 3 s.

[Bharat 2007] Bruce A. Bharat & Christophe Dugas, Water Utilities can now Embrace the Power of AMI, Metering International Issue 2: 2007, s. 22–23.

[Blauvelt 2007] Euan Blauvelt, The Global Water Meter Market in 2007, Metering International Issue 2: 2007, s. 24, 27–28.

[Crossley 2007] Advanced Metering for Energy Supply in Australia, principal author David Crossley, a report prepared for Total Environment Centre by Energy Futures Australi Pty Ltd, Australia 17 July 2007, 98 s.

[Darby 2006] Sarah Darby, The effectiveness of feedback on energy consumption, a review for DEFRA of the literature on metering, billing and direct displays. Environmental Change Institute, University of Oxford, April 2006, 21 s.

[Denda 2007] Endesa's approach to unified automatic metering, Metering International Issue 1 2007, s. 58–60.

[de Ferrieres 2007] Francois-Annet de Ferrieres & Yves Rosseau, AMM for France, the complete case. Metering Europe 2007, Vienna, 2–4 October 2007. 21 esitelmäkappa.

[Digitoday 2008] Digitoday Online, Tampereelle sähkömittarien etäluentaa, 17.4.2008.

[ebIX 2004] Message handbook for Ebix, Implementation guide for Utility Time Series Message, September 2004, 51 s. + liitteet 7 s. <http://fwww.ebix.org>.

[Elforsk 2006] Kvalitetssäkring och datasäkerhet hos mätvärden, Informationssäkerhet och risker, Elforsk rapport 06:18, Februari 2006. Raporttia myy Elforsk, <http://www.elforsk.se> .

[energywatch 2007] Smart Meters – Costs and Consumer Benefits, Report to energywatch by Eoin Lees Energy, July 2007, 26 s. sekä kaksisivuinen 31.7. 2007 julkaistu täydennys.

[ERA 2007] Smart Metering Operational Framework Proposal and Options – Summary, Energy Retail Association, UK, August 2007.

[ERGEG 2007] Smart Metering with a Focus on Electricity Regulation, Ref: E07-RMF-04–03, 31 October 2007. 62 s.

[ET 2008] Kaukolämmön mittaus, Energiatoteellisuus, Suositus K13/2008, 62 s.

[Gapgemini 2008] Demand Response: a decisive breakthrough for Europe, How Europe could save Gigawatts, Billions of Euros and Millions of tons of CO₂. 2008, 32 s.

[Heikkinen 2008] Keskustelut ja mailinvaihto Jarmo J. Heikkinen ja VTT, 2008.

[Kamstrup 2006] Carl-Erik Anthonsen, Hillerød Utility & Mikael Hansen, Kamstrup A/S, Remote reading of Europe's biggest Multi Metering AMR system – located in Denmark, Roskilde Hillerød, Multi-Metering and AMR, Copenhagen 10–12 October 2006, 23 s.

[Kamstrup 2007] Ground breaking project in Roskilde and Hillerød, Cases Roskilde Hillerød and Gävle, Kamstrup A/S, December 2007, 3 s.

[Kester 2008] Josco C.P. Kester & Maria José Gonzáles Burgos (toim.), European Smart Metering Guide, Energy Efficiency and the Customer, Edition 2008, version 0.2 DRAFT, 20 March 2008. 100 s. (Valmis raportti julkaistaan verkossa ESMA sivuilla: <http://www.esma-home.eu>.)

[Kirjavainen 2007] Marko Kirjavainen & Anssi Seppälä, Sähkön pienkuluttajien etäluettavan mittaroinnin päivitetty tila, Enease Oy, Helsinki, 19.11.2007, 19 s. <http://julkaisurekisteri.ktm.fi/>

[Koponen 2006] Pekka Koponen, Seppo Kärkkäinen, Juho Farin & Hannu Pihala, Markkinahintasiinaaleihin perustuva pienkuluttajin sähkön käytön ohjaus.

Loppuraportti. VTT Tiedotteita 2362, Espoo 2006. 66 s. + liitt. 8 s.
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2006/T2362.pdf>

[Koponen 2007] Pekka Koponen (toim.), Luis Diaz Saco, Nigel Orchard, Tomas Vorisek, John Parsons, Claudio Rochas, Adrei Z. Morch, Vitor Lopes & Mikael To-geby, Definition of Smart Metering, ESMA Deliverable D3. Final Draft, 27 July 2007. (Valmis raportti julkaistaan verkossa ESMA:n sivuilla: <http://www.esma-home.eu>)

[Kärkkäinen 2005] Seppo Kärkkäinen, Mikko Jalonen, Pekka Koponen, Hannu Pihala, Andrei Z. Morch, Ove S. Grande, Hanne Saele, Casper Kofod, Lennart Larsson & Per Wigren, A Survey of metering requirements, load profile applications and data systems of electricity retail market in the Nordic countries. VTT Project report PRO3/P304906. 30.12.2005.

[Kärkkäinen 2006] Seppo Kärkkäinen, Pekka Koponen, Antti Martikainen & Hannu Pihala, Sähkön pienkuluttajien mittaroinnin tila ja luomat mahdollisuudet. Tutkimusraportti Nro VTT-R-09048-06, VTT, Espoo, 2.10.2006, 63 + 7 s.
<http://julkaisurekisteri.ktm.fi/>

[NEN 2007] Netherlands Technical Agreement NTA 8130:2007, Minimum set of functions for metering of electricity, gas and thermal energy for domestic customers. Netherlands Standardization Institute (NEN), August 2007, 25 s.

[NERA 2007] Cost Benefit Analysis of Smart Metering and Direct Load Control: Phase 1 Overview Report, Report for the Ministerial Council on Energy Smart Meter Working Group, Sydney NSW Australia, September 2007. 132 s. + liitteet n. 117 s. Raportti löytyy verkkosivuilta <http://www.mce.gov.au>.

[NERA 2008A] Adrian Kemp, Ann Whitfield, Brendan Quach, Yuliya Hedynach & Tara D'Souza, Cost Benefit Analysis of Smart Metering and Direct Load Control: Overview Report for Consultation, Report for the Ministerial Council on Energy Smart Meter Working Group, NERA Economic Consulting, Sydney NSW Australia, 29 February 2008. 212 s. Raportti löytyy verkkosivuilta <http://www.mce.gov.au>.

[NERA 2008B] Ann Whitfield, Adrian Kemp, Daniel Young, Tara D'Souza, Katherine Lowe & Yuliya Hedynach. Cost Benefit Analysis of Smart Metering and Direct Load Control, Work Stream 4: Consumer Impacts, Phase 2 Consultation Report, NERA Economic Consulting, Australia, 29 February 2008, 199 s. Raportti löytyy verkkosivuilta <http://www.mce.gov.au>.

[Ohlsson 2008] keskustelu Lars Ohlsson, Göteborg Energi, 11.6.2008.

[Owen 2007] Gill Owen & Judith Ward, Smart Meters in Great Britain: the next steps?, July 2007.

[Takala 1995] Juha Takala, Siirtotiedoston rakennemäärittely. Versio 2.0. VTT, Espoo, 1995. VTT Tiedotteita 1623, 25 s.

[Turanscaia 2007] Elena Turanscaia, Are you ready to meet the future? Metering International Issue 3 2007, s. 22–23.

[Villa 2007] Ferruccio Villa, Smart metering regulation: what's going on in Italy. Metering Europe 2007, Vienna, 2–4 October 2007. 26 esitelmäkalvoa.

Liite 1: Lämpöenergian mittaus

Lämpöenergia mitataan vesivirrasta vesimittarin ja kahden lämpötila-anturin (meno-paluvirtaus) avulla. Mittausdata käsitellään laskurilaitteessa, jossa vesivirran ja lämpötilaeron peruseella voidaan määrittää läpimennyt energia ajan suhteen. Jos aika-askel on riittävän lyhyt, läpi mennyt energia voi kuvata myös hetkellistä tehoa.

Etäluenta ja tiedonsiirto

Lämmönmyyjä omistaa lämpöenergian mittauslaitteet ja mittauslaitteissa olevan tiedon sekä vastaa niiden toiminnan oikeellisuudesta ja tietojen asianmukaisesta käytämisestä. Jotta lämmönmyyjä voi vastata koko mittauksen oikeellisuudesta ja luotettavasta toiminnasta, on vain lämmönmyyjällä oikeus suorittaa kaikki mittauslaitteisiin tehtävät asennukset mukaan lukien tiedonsiirron vaatimat liitynnät. Mittaustiedon luovuttamiskohdan ja ehdot määrittää lämmönmyyjä. Asiakkaalle annetun tiedonsiirtoyhteyden kautta asiakkaalla ei saa olla mahdollisuutta muuttaa mittarin metrologisia arvoja tai parametreja.

Etäluennalla voidaan normaalisti lukea joko tunneittaista tai kuukausittaista mittaustietoa, ja järjestelmää valittaessa mittaustietoja tulee voida hyödyntää monilla eri tavoilla.

Etäluentaan siirtymisen syitä voi olla mm.:

- mittauksen oikeellisuuden varmistaminen
- lukemien saannin nopeutuminen ja varmistuminen
- kulutusseurantaraportoinnin laadun paraneminen
- asiakaspalvelun paraneminen
- imago.

Mitä mittaustietoja luetaan:

- laskutuksen kannalta oleelliset tiedot
- mittauksen oikeellisuuden seurannan kannalta oleelliset tiedot
- asiakaspalvelun kannalta oleelliset tiedot.

Miten usein mittareita luetaan ja miten tiheästi mittarilukemia tallennetaan, vaihtoehtoina esim.

- kuukausitiedot
- vuorokausitiedot
- tuntitiedot.

Tiedonsiirtotekniikassa huomioon otettavaa:

- eri tekniikoiden antamat mahdollisuudet ja rajoitukset
- järjestelmävaatimukset, rajapinnat muihin järjestelmiin (asiakastieto- ja laskutusjärjestelmät)
- mittaustiedon toimittaminen asiakkaalle.

Lämpöenergian mittauslaitteiden sisältämää tietoa on mahdollista hyödyntää myös kaukolämpöasiakkaan kiinteistöautomaation tms. tarpeisiin. Tällöin on otettava kuitenkin huomioon, että

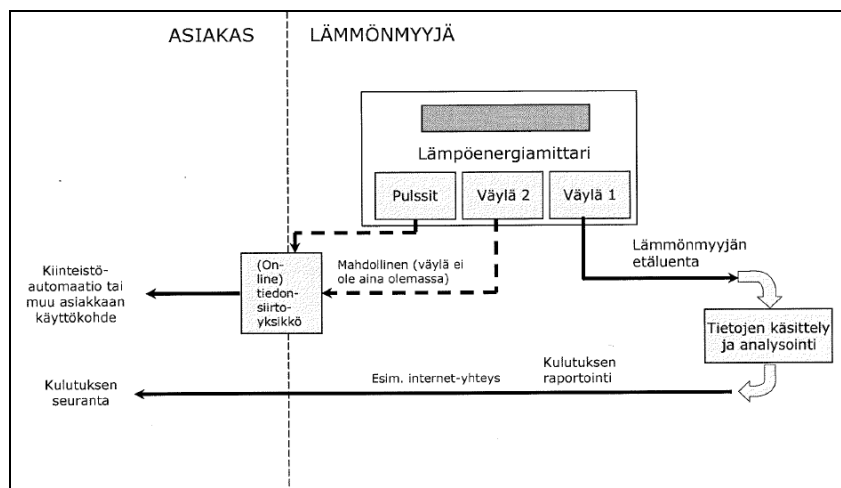
- lämmönmyyjä vastaa mittauslaitteista ja kaikista niihin tehtävistä asennuksista
- mittauslaitteiden tiedonsiirto-ominaisuudet ovat lämmönmyyjän käyttöä varten. Etäluentamahdollisuus asiakkaan tarpeisiin huomioidaan asiakkaan kanssa tehtävässä sopimuksessa
- mikäli asiakas ei tosiasiaassa tarvitse on-line mittaustietoa, lämmönmyyjä voi tarjota käsiteltyä ja analysoitua mittaustietoa asiakkaan käyttöön.

Lämmönmyyjä sopii tarvittaessa asiakkaan kanssa mittauslaitteiden tietojen hyödyntämisestä asiakkaan tarpeisiin. Sopimusta tehtäessä on huomioitava mm.

- miten pitkäksi ajaksi tiedonsiirto mahdollistetaan tehtävällä sopimuksella
- millä edellytyksillä sopimus voidaan irtisanoa tai jatkaa
- miten varaudutaan tai hoidetaan tulevat mittarinvaihtotapahtumat.

Jotta lämmönmyyjä voi taata tiedonsiirron toimivuuden myös asennushetken jälkeen, on tärkeää, että kumpikin osapuoli tiedostaa tällaisen palvelun vaatimukset. Mittauslaitteiden sopivuus saattaa edellyttää yleistä hintatasoa kalliimpien mittauslaitteiden käyttöä, jolloin mittauslaitteiden hintaeroon tulee varautua sopimuksessa.

Kuvassa 1-1 esitetään yksi periaatteellinen tiedon siirtotapa asiakkaan luentayhteyden muodostamiseen.



Kuva 1-1. Esimerkki asiakkaan luentayhteyden muodostamisesta [ET 2008].

Mittaustieto asiakkaan kannalta

- Mittaustiedon pitäisi olla koko ajan saatavilla vähintään tuntitasolla. Jos mittaustietoa käytetään rakennuksen automaatiojärjestelmän ohjaukseen (on-line), tarvittava mittaustiedon poimintaväli on huomattavasti lyhyempi.
- Mittarin protokollan pitäisi olla yleispätevää. Vaikka lämmönoimittaja vaihtaisi mittarin, kuluttajan pitäisi pystyä lukemaan uutta mittaria samoin kuin aiemminkin.
- Jos kuluttajalla ja lämmön toimittajalla on eri käsitys mittaustiedon oikeellisuudesta, pitää olla menetelmä, miten oikeellisuus todennetaan ja tarvittaessa korjataan.
- Asiakas voi tarjota lämmönoimittajalle lämmönjakokeskuksen sekundääripuolen meno- ja paluulämpötilat ja ulkolämpötilamittauksen.

Tekijä(t) Koponen, Pekka, Pykälä, Marja-Leena & Sipilä, Kari		
Nimeke Mittaustietojen tarpeet ja saatavuus rakennuskannan automaattisten energia-analyyseiden näkökulmasta		
Tiivistelmä Hankkeen Rakennusten sähköisen energiamerkin ja -monitoroinnin avoin palvelualue (eCertification) tarkoituksena on yhdistää tiedot, jotka koskevat rakennuskantaa, energiankulutusta, energiakatselmuksia ja tarkentavia mittauksia sekä näitä tietoja hyväksikäyttäviä energiatehokkuutta arvioivia ja parantavia ohjelmistoja ja palveluja. Lämpö- ja sähköenergian sekä veden kulutusmittareista saatava tieto on yksi keskeisistä tietolähteistä. Raportissa esitetään älykkäiden kulutuksen mittarointijärjestelmien tilanne Suomessa ja muualla maailmassa. Tarkastellaan mittaus- ja ohjaustietojen hyödyntämisen tarpeita, mahdollisuuksia ja esteitä sekä mittauksia tuottavia ja hyödyntäviä palvelun tarjoajia. Mittaustietojen hyödyntämistapoja ja palvelumalleja arvioidaan. Vallitsevasta lainsäädännöstä ja liiketoimintamalleista aiheutuvia reunaehtoja luetellaan. Sen jälkeen tehdään katsaukset mittaustietojen tarpeisiin rakennuskannan energia-analyyseissä sekä mittaustietojen saatavuuteen. Havaitaan, että yhteisten kulutusmittausten saatavuutta, sisältöä ja tiedonsiirto-rajapintoja koskevien minimivaatimusten puuttuminen voi merkittävästi haitata energiatehokkuuden arviointia ja parantamista ja siten tulla asiakkaille ja yhteiskunnalle kalliiksi.		
ISBN 978-951-38-7216-8 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		
Avainnimeke ja ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1455-0865 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		Projektinumero 10306
Julkaisuaika Kesäkuu 2008	Kieli Suomi, engl. abstr.	Sivuja 62 s. + liitt. 3 s.
Projektin nimi eCertification		Toimeksiantaja(t) Tekes, VTT, Buildercom Oy, Fatman Oy, Fidelix Oy, FläktWoods Oy, HKR, Kamstrup A/S, Ouman Oy, Porin kaupunki, Pöyry Building Services Oy, Tac Oy, väestörekisterikeskus
Avainsanat needs and availability of AMR data, energy performance evaluation of buildings		Julkaisija VTT PL 1000, 02044 VTT Puh. 020 722 4520 Faksi 020 722 4374



Series title, number and
report code of publication

VTT Research Notes 2438
VTT-TIED-2438

Author(s) Koponen, Pekka, Pykälä, Marja-Leena & Sipilä, Kari		
Title Needs and availability of AMR data in energy performance evaluation of buildings		
Abstract <p>The objective of the project "Open ICT based platform for energy efficiency evaluation of buildings" is to provide data from existing databases on building properties, energy consumption, energy reviews, complementing measurements etc. for energy efficiency evaluation software and services. Consumption measurements of electricity, heat and water are one of the central sources of information.</p> <p>The report presents and discusses: 1) the situation of smart consumption metering systems in Finland and in other countries, 2) needs, possibilities, barriers and service models to utilise metered data, 3) framework formed by legislation and business models, and 4) needs and availability of metered data for energy efficiency analysis of buildings. Conclusion is drawn that lack of common minimum requirements regarding the availability, communication interfaces and content of metered data is a barrier to energy efficiency analysis and improvement and can thus have expensive consequences.</p>		
ISBN 978-951-38-7216-8 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		
Series title and ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1455-0865 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		Project number 10306
Date June 2008	Language Finnish, engl.abstr.	Pages 62 p. + app. 3 p.
Name of project eCertification		Commissioned by Tekes, VTT, Buildercom Oy, Fatman Oy, Fidelix Oy, FläktWoods Oy, HKR, Kamstrup A/S, Ouman Oy, Porin kaupunki, Pöyry Building Services Oy, Tac Oy, väestörekisterikeskus
Keywords needs and availability of AMR data, energy performance evaluation of buildings		Publisher VTT Technical Research Center of Finland P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland Phone internat. +358 20 722 4520 Fax +358 20 722 4374

VTT Tiedotteita – Research Notes

- 2417 Leinonen, Arvo. Wood chip production technology and costs for fuel in Namibia. 2007. 66 p. + app. 21 p.
- 2418 Kirkinen, Johanna, Soimakallio, Sampo, Mäkinen, Tuula, McKeough, Paterson & Savolainen, Ilkka. Turvepohjaisen F-T-dieselin tuotannon ja käytön kasvi-huonevaikutukset. 2007. 45 s.
- 2419 Martikainen, Antti, Pykälä, Marja-Leena & Farin, Juho. Recognizing climate change in electricity network design and construction. 2007. 106 p. + app. 29 p.
- 2420 Leviäkangas, Pekka, Hautala, Raine, Räsänen, Jukka, Öörni, Risto, Sonninen, Sanna, Hekkanen, Martti, Ohlström, Mikael, Venäläinen, Ari & Saku, Seppo. Benefits of meteorological services in Croatia. 2007. 71 p. + app. 2 p.
- 2421 Hostikka, Simo, Korhonen, Timo, Paloposki, Tuomas, Rinne, Tuomo, Matikainen, Katri & Heliövaara, Simo. Development and validation of FDS+Evac for evacuation simulations. Project summary report. 2007. 64 p.
- 2422 Vestola, Elina & Mroueh, Ulla-Maija. Sulfaatinpelkistyksen hyödyntäminen happamien kaivosvesien käsittelyssä. Opas louhoskäsittelyn hallintaan. 2008. 58 s. + liitt. 13 s.
- 2424 Ilomäki, Sanna-Kaisa, Simons, Magnus & Liukko Timo. Kohti yritysten vuorovaikutteista kehitystoimintaa. 2008. 45 s.
- 2425 Talja, Asko, Vepsä, Ari, Kurkela, Juha & Halonen, Matti. Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi. 2008. 95 s. + liitt. 69 s.
- 2426 Nylund, Nils-Olof, Aakko-Saksa, Päivi & Sipilä, Kai. Status and outlook for biofuels, other alternative fuels and new vehicles. 2008. 161 p. + app. 6 p.
- 2427 Paiho, Satu, Ahlqvist, Toni, Piira, Kalevi, Porkka, Janne, Siltanen, Pekka & Tuomaala, Pekka. Tieto- ja viestintäteknologiaa hyödyntävän rakennetun ympäristön kehitysnäkymät. 2008. 60 s. + liitt. 34 s.
- 2430 Rinne, Tuomo, Tillander, Kati, Vaari, Jukka, Belloni, Kaisa & Paloposki, Tuomas. Asuntosprinklaus Suomessa. Vaikuttavuuden arviointi. 2008. 84 s.
- 2431 Nikkola, Juha, Mahlberg, Riitta, Siivonen, Jarmo, Pakkala, Anne, Lahtinen, Reima & Mahiout, Amar. Alumiinin pintaominaisuudet ja pintakäsittelyt. 2008. 49 s.
- 2432 Teknologiaopolut 2050. Teknologian mahdollisuudet kasvihuonekaasupäästöjen syvien rajoittamistavoitteiden saavuttamiseksi Suomessa. Taustaraportti kansallisen ilmasto- ja energiastrategian laatimista varten. Ilkka Savolainen, Lassi Similä, Sanna Syri & Mikael Ohlström (toim.). 2008. 215 s.
- 2434 McKeough, Paterson & Kurkela, Esa. Process evaluations and design studies in the UCG project 2004–2007. 2008. 45 p.
- 2435 Salmela, Hannu, Toivonen, Sirra & Pekkala, Petri. Tapaustutkimus kuljetusrasituksista Trans-Siberian radalla. 2008. 59 s.
- 2436 Lindqvist, Ulf, Eiroma, Kim, Hakola, Liisa, Jussila, Salme, Kaljunen, Timo, Moilanen, Pertti, Rusko, Elina, Siivonen, Timo & Väikkynen, Pasi. Technical innovations and business from printed functionality. 2008. 73 p. + app. 6 p.
- 2437 Tiusanen, Risto, Hietikko, Marita, Alanen, Jarmo, Pátkai, Nina & Venho, Outi. System Safety Concept for Machinery Systems. 2008. 53 p.

 Julkaisu on saatavana

 VTT
 PL 1000
 02044 VTT
 Puh. 020 722 4520
<http://www.vtt.fi>

Publikationen distribueras av

 VTT
 PB 1000
 02044 VTT
 Tel. 020 722 4520
<http://www.vtt.fi>

This publication is available from

 VTT
 P.O. Box 1000
 FI-02044 VTT, Finland
 Phone internat. + 358 20 722 4520
<http://www.vtt.fi>
