

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Talotekniikka

Tutkintotyö

Petri Jokinen

ENERGIANKULUTUSTIETOJEN KERÄÄMINEN
PUOLUSTUSHALLINNON RAKENNUSLAITOKSESSA

Työn ohjaaja
Työn teettäjä

Tampere 2006

DI Veijo Piikkilä
Puolustushallinnon rakennuslaitos, Tampereen paikallistoimisto,
valvojana tekn. Aarne Salo

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Talotekniikka

Jokinen, Petri	Energiankulutustietojen kerääminen Puolustushallinnon rakennuslaitoksessa
Tutkintotyö	47 sivua + 3 liitesivua
Työn ohjaaja	DI Veijo Piikkilä
Työn teettäjä	Puolustushallinnon rakennuslaitos, Tampereen paikallistoimisto. Valvojana tekn. Aarne Salo
Marraskuu 2006	
Hakusanat	AMR, kaukoluenta, RYHTI, kulutusseuranta

TIIVISTELMÄ

Tässä työssä selvitettiin mahdollisuuksia toteuttaa energiankulutuksen mittaus kaukoluettavalla mittausjärjestelmällä Puolustushallinnon rakennuslaitoksessa. Lisäksi selvitettiin, kuinka mittarilukemien tallennus luentajärjestelmästä rakennuslaitoksen käyttämään RYHTI-kulutusseurantaohjelmaan kannattaisi suorittaa. Tiedonsiirron luotettavuus ja järjestelmän helppokäyttöisyys olivat tärkeimmät järjestelmälle asetetut vaatimukset. Kattavaa taloudellista vertailua järjestelmien välillä ei suoritettu.

Työssä esiteltiin ja vertailtiin yleisimpiä kaukoluentaratkaisuja. Asetettujen kriteerien perusteella työn lopputuloksena päädyttiin suosittelemaan rakennuslaitokselle kaukoluennan järjestämistä radiotaajuustiedonsiirtoon perustuvaa järjestelmää käyttäen. Kulutusseurantaohjelmaan liittyminen ehdotettiin suoritettavaksi yksinkertaisen tekstitiedoston välityksellä.

Tässä työssä esiteltyjen ominaisuuksien lisäksi toteutettavan järjestelmän valintaan vaikuttavat kaukoluentajärjestelmään siirtymisen aiheuttamat kustannukset. Kustannusten tarkka arviointi ei ollut mahdollista tämän työn yhteydessä eikä niiden vaikutusta lopputuloksiin ole otettu huomioon.

TAMPERE POLYTECHNIC

Electrical Engineering

Building Services Engineering

Jokinen, Petri

Energy Consumption Data Collation in the Construction

Establishment of Defence Administration

Engineering thesis

47 pages + 3 appendices

Thesis Supervisor

Veijo Piikkilä (MSc)

Commissioning Company

the Construction Establishment of Defence

Administration, Local Office of Tampere. Supervisor

Technician Aarne Salo

November 2006

Keywords

AMR, remote meter reading, RYHTI, consumption
monitoring

ABSTRACT

The aim of this engineering thesis was to study possibilities to create a remote meter reading system for the Construction Establishment of Defence Administration. Also possible ways to connect RYHTI-consumption monitoring program with the chosen system were studied. Reliability of data transfer and easy usage of the system were the main selection criteria for the remote meter reading system. Extensive financial comparison between systems was not conducted in this thesis.

Most common remote reading systems were presented and compared in the thesis. As a conclusion radio frequency based remote reading system was recommended to be realized. Data transfer between the remote reading system and the consumption monitoring program was recommended to put into practice via a simple text file.

On top of the features presented in this thesis the selection of the remote reading system is influenced by the financial costs caused by the transition. The exact evaluation of the costs was not possible in the context of this thesis and their part with the decision has not been taken into account.

ALKUSANAT

Tämän tutkintotyön aihe alkoi muodostua kesällä 2006, kun olin kesätoissā Puolustushallinnon rakennuslaitoksen Tampereen paikallistoimistossa. Ilmeni, ettā rakennuslaitoksen on lāhitulevaisuudessa siirryttävä energian mittauksessa uuteen aikaan ja jonkinlaisesta automaattisten mittarinlukujärjestelmien vertailusta voisi olla heille hyötyä. Tāhän tilaisuuteen oli tartuttava ja aiheeseen liittyvän tutkintotyön suunnittelu alkoi toden teolla.

Työn ohjaajana on toiminut DI Veijo Piikkilā Tampereen ammattikorkeakoulusta ja Puolustushallinnon rakennuslaitoksen puolesta työn valmistumista on valvonut sähköpäällikkö Aarne Salo. Heille esitān parhaimmat kiitokseni työhön liittyvistä hyvistä neuvoista ja ohjeista. Samoin kiitān kaikkia työni valmistumiseen vaikuttaneita henkilöitä ja kotiväkeā saamastani tuesta. Myös rakennuslaitoksen Tampereen paikallistoimiston koko henkilökunta ansaitsee kiitoksen hyvästä kohtelusta ja erinomaisista elämänohjeista.

Tampereella 17. marraskuuta 2006

Petri Jokinen
Myllypurontie 1
33450 Siivikkala

LYHENTEET

AIM	Active Information Management, aktiivinen tiedonhallinta
AMR	Automatic Meter Reading, automaattinen mittarinluenta
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
DLMS/COSEM	Distribution Line Message Specification/COmpanion Specification for Energy Metering
DTMF	Dual Tone Multi Frequency, äänitaajuus
EMNet	Energy Metering Network, Tekmanni Oy:n kehittämä automaattinen mittausjärjestelmä
GPRS	General Packet Radio Service, pakettikytkentäinen radioyhteys
GSM	Global System for Mobile communications, toisen sukupolven matkapuhelinjärjestelmä
LAN	Local Area Network, lähiverkko
LON	Local Operating Network, yleiskäyttöinen kenttäväyläratkaisu
PLC	Power Line Communication, sähköverkkotiedonsiirto
PLT-22	Power Line Transceiver, sähköverkossa toimiva lähetin-vastaanotin
PSTN	Public Switched Telephone Network, yleinen puhelinverkko
RS232	Recommended Standard 232
SMS	Short Message Service
SQL	Structured Query Language, ohjelmointikieli
TCP/IP	Transmission Control Protocol, kuljetusprotokolla; Internet Protocol, verkkoprotokolla

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

LYHENTEET

SISÄLLYSLUETTELO	6
1 JOHDANTO	8
2 PUOLUSTUSHALLINNON RAKENNUSLAITOS	9
3 AUTOMAATTISEEN MITTARINLUKUUN SIIRTYMISEN EDUT	10
3.1 Täsmälaskutukseen siirtyminen.....	10
3.2 Energiensäästö	11
3.3 Poikkeamien havaitseminen	11
3.4 Kulutustietojen helppo ja tarkka keräys sekä tietojenkäsittely.....	12
4 TIEDONSIIRRON TIETOTURVA	13
5 MARKKINOILLA OLEVIA JÄRJESTELMIÄ.....	14
5.1 Nykyinen toimintatapa	14
5.2 Standardit.....	15
5.3 MBus ja Modbus	16
5.4 Enermet Oy.....	17
5.4.1 Sähköverkko LON-tiedonsiirtoväylänä.....	18
5.4.2 Enermetin LON-järjestelmä	18
5.4.3 PSTN	21
5.5 Kamstrup A/S	22
5.5.1 Vapaa radiotaajuus	23
5.5.2 GSM ja GPRS.....	25
5.6 Mitox Oy	27
5.8 Comsel System Oy	29
6 JÄRJESTELMIEN VERTAILU	30
6.1 MBus- ja Modbus-väylät	31
6.2 LON pienjänniteverkossa	32
6.3 Vapaa radiotaajuus	33
6.4 PSTN, GSM ja GPRS sekä LAN	34
6.5 Tekmanni EMNet	35
6.7 Mittarinluvun ulkoistaminen	35
7 KULUTUSSEURANTA-OHJELMAAN LIITTYMINEN.....	37
7.1 Tilanne tällä hetkellä	37
7.2 RYHTI-ohjelma.....	37
7.3 Liittymismahdollisuudet.....	38
8 PÄÄTELMÄT	39
8.1 Pulssimittaus vai sarjaliikenne	39
8.2 Mittarinlukujärjestelmä	40

8.3 KulutusRYHTI-ohjelmaan liittyminen.....	42
9 YHTEENVETO	43
LÄHTEET	44
LIITTEET	

1 Lukulomake-esimerkki

2 KulutusRYHTI-ohjelman esimerkinäkymä

1 JOHDANTO

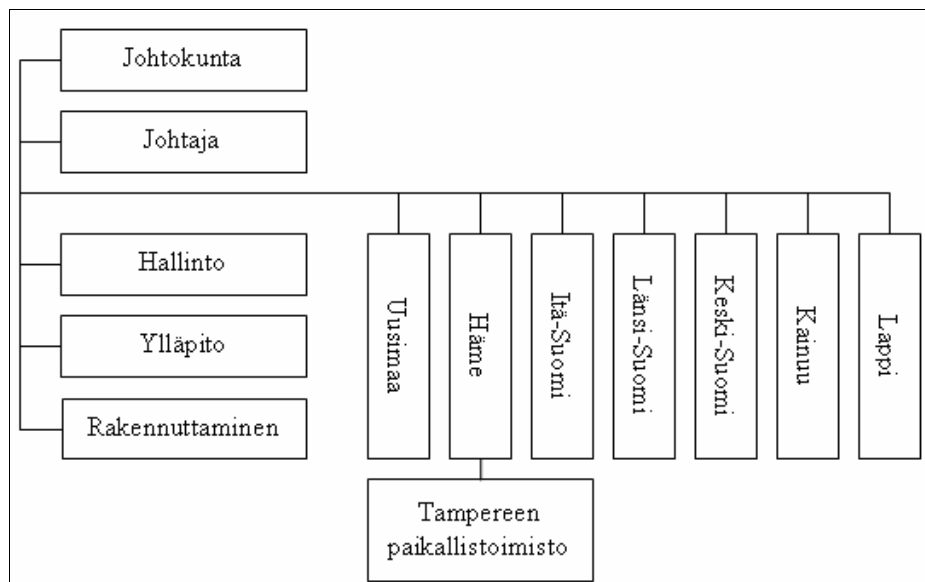
Tässä työssä on tarkoitus selvittää mahdollisuuksia toteuttaa sähkö- ja lämpö-energian sekä vedenkulutuksen mittaus automaattisella, kaukoluettavalla mittarinlukujärjestelmällä. Painopiste selvityksessä on markkinoilla olevien järjestelmien tiedonsiirtotapojen vertailussa. Kohteena mittarinluvun toteutukselle on Puolustushallinnon rakennuslaitoksen Tampereen paikallistoimiston hoitamat varuskunta- ja varikkoalueet.

Rakennuslaitoksen hoitamilla alueilla voi olla puolustusvoimien lisäksi muitakin energian käyttäjiä, joiden kesken koko alueen kulutus tulisi pystyä jakamaan mieluiten toteutuneen kulutuksen mukaan. Tällä hetkellä mittareiden luenta rakennuslaitoksen alueilla toteutetaan manuaalisesti mittarinlukukierroksien aikana. Kierrokset tehdään lämpöenergian ja vedenkulutuksen osalta kuukausittain ja sähköenergian osalta kerran vuodessa. Nykyisellä toimintatavalla rakennussittainen, todelliseen kulutukseen perustuva laskutus energian ja veden käyttäjiltä on mahdoton toteuttaa. Sen sijaan kuluttajien ja rakennuslaitoksen välillä on tehty vuosittain tarkistettava sopimus, jossa kulutus on arvioitu. Sopimuksen mukainen energiamaksu peritään käyttäjiltä kuukausittain ja vuoden lopussa asiakkaalle toimitetaan tasauslasku, jonka suuruus vaihtelee arvion tarkkuuden mukaan.

Puolustushallinnon rakennuslaitoksella on käyttöönottoaiheessa Insinööritoimisto Olof Granlund Oy:n kehittämä RYHTI-kulutusseurantaohjelma. Tampereen paikallistoimiston osalta jokaiselta hoidettavalta alueelta kukin rakennus on perustettu ohjelman tietokantaan. Kulutustietojen keräämisen nykytilanne on, että jokaisen rakennuksen lämpö- ja sähköenergiamittarin sekä vesimittarin mittarinlukema on kirjattava ohjelmaan yksitellen. Tässä työssä on tarkoitus tutkia mahdollisuuksia kerätä kulutustiedot tietokantaan entistä helpommin ja samalla minimoida ihmistyövoiman käyttö.

2 PUOLUSTUSHALLINNON RAKENNUSLAITOS

Puolustushallinnon rakennuslaitos on puolustusministeriön alainen laitos, joka vastaa puolustusvoimien kiinteistöjen rakennuttamisesta, ylläpidosta ja energia- palveluista. Rakennuslaitoksen keskusyksikkö sijaitsee Helsingissä ja alueorganisaatiot sillä on Uudellamaalla, Hämeessä, Länsi-Suomessa, Itä-Suomessa, Keski-Suomessa, Kainuussa ja Lapissa. Alueorganisaatiot koostuvat aluetoimistoista ja niiden alaisista paikallistoimistoista. Henkilöstöä rakennuslaitos työllistää noin 1 280 ja liikevaihto vuonna 2004 oli noin 124 miljoonaa euroa./32/ Laitoksen organisaatiokaavio on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1 Puolustushallinnon rakennuslaitoksen organisaatiokaavio /35/

Puolustuskiinteistöt muodostuvat noin 8 000 erillisestä rakennuksesta, joiden yhteenlaskettu pinta-ala on noin 3,4 miljoonaa neliometriä. Varuskunnissa rakennetun ympäristön muodostavat rakennukset, tiet, lentokentät, satamat ja laiturit. Rakennuslaitos rakennuttaa ja ylläpitää myös eri aselajien luolat, johtokeskukset, tutka-asetat, suojarakenteet ja polttoaineiden jakelupisteet./33/

Vuonna 2003 astui voimaan puolustushallinnon kiinteistöuudistus, jonka yhteydessä puolustusministeriön hallinnassa ollut kiinteistövarallisuus siirrettiin Senaatti-kiinteistöille, Kapiteeli Oy:lle, Kruunuasunnot Oy:lle, Metsähallitukselle,

Ilmailulaitokselle ja Tiehallinnolle/32/. Pääosa kiinteistökannasta siirtyi Senaatti-kiinteistöille, joka vuokraa tilat puolustusvoimille ja vastaa kiinteistöjen investointi- ja omistajatehtävistä. Puolustushallinnon rakennuslaitos puolestaan vastaa puolustushallinnon kiinteistötoimen asiantuntija- ja hankintatehtävistä sekä palvelutuotannon järjestämisestä/33/.

Rakennuslaitos vastaa rakennusten energiahuollosta eli lämpö- ja sähköenergian ja veden toimituksesta sekä niihin liittyvien verkostojen kunnossapidosta. Jatkuvasti kasvavat energiakustannukset ja ympäristökysymykset ovat johtaneet myös rakennuslaitoksessa toimiin energiankäytön tehostamiseksi. Käytännön toimia on määritelty energian säästösuunnitelmissa ja opastusta kiinteistöjen käyttäjille on järjestetty energiansäästöjen saavuttamiseksi. Konkreettinen tavoite on puolustuskiinteistöjen lämpöenergian kulutuksen pienentäminen vuoden 1995 tasosta 15 % vuoteen 2010 mennessä./36/

Tampereen paikallistoimisto

Tampereella toimii Hämeen aluetoimiston alainen paikallistoimisto. Tampereen paikallistoimiston hoidossa on 18 erilaista varuskunta-, varikko- ja viestiasema-aluetta. Alueiden koko vaihtelee muutaman rakennuksen viestiasemasta noin sadan rakennuksen varuskunta-alueisiin. Maantieteellisesti alueet sijoittuvat Tampereen ympäristöön 12–130 km:n etäisyydelle paikallistoimistosta.

3 AUTOMAATTISEEN MITTARINLUKUUN SIIRTYMISEN EDUT

3.1 Täsmälaskutukseen siirtyminen

Automaattisen mittarinlukujärjestelmän käyttöönoton myötä todelliseen kulutukseen perustuvan energialaskutuksen toteuttaminen on mahdollista. Loppukäyttäjän kannalta on eduksi, kun joskus suuriksikin kasvavista, vuoden loppuun ajoittuvista tasauslaskutuksista päästään eroon./26/

Rakennuslaitoksen hoitamilla alueilla tapahtuu myös sisäisiä muutoksia. Rakennusten käyttötarkoitus saattaa muuttua tai toiminta loppua kokonaan jopa kesken vuoden. Samoin rakennuksen käyttäjä voi vaihtua sopimuskauden aikana. Nykyään tällaisissa tapauksissa laskutus kuitenkin jatkuu edellisen vuoden lopussa tehdyn sopimuksen mukaisesti, eikä muutoksiin pystytä reagoimaan. Kun käytössä on täsmälaskutus, jossa käyttäjä maksaa todellisen kuukausittaisen kulutuksensa mukaan, muutostapauksissa laskutus päivittyy lähes itsestään. Rakennuslaitoksen tehtäväksi jää vain varmistaa muutosten oikeellisuus eli vikojen poissulkeminen./5/

3.2 Energiansäästö

Automaattinen sähkömittareiden luenta mahdollistaa mittarinlukemien luentasyklin lyhentämisen tarvittaessa tunteihin. Tarkka tieto kulutuksesta ja sen ajoittumisesta mahdollistaa kulutuksen ohjauksen ajalle, jolloin tehonsiirto verkostossa ei ole suurimmillaan./26/

Puolustusvoimien rakennuksissa kulutuksen vähentäminen on käytännössä hankalaa toiminnan luonteen vuoksi. Lähes ainoaksi energiansäästötavaksi jää vanhojen laitteiden korvaaminen vähemmän kuluttavalla uudella tekniikalla. Automaattisen mittarinluvun mahdollistama, lähes jokaisen rakennuksen mittarointi kuitenkin mahdollistaa jonkinlaisen vertailun. Jos samankokoisten ja käyttötarkoituksiltaan vastaavien rakennusten energian- ja vedenkulutuksissa on suuria eroja, syiden selvitys voi paljastaa energiatehokkuuteen vaikuttavia puutteita./5/

3.3 Poikkeamien havaitseminen

Energian- ja vedenkulutustietojen lähes reaaliaikainen seuraaminen paljastaa mahdolliset epätavalliset poikkeamat kulutuksessa. Erityisesti vedenjakelussa voi helposti tapahtua putkirikkoja, jolloin vettä voi päästä hukkaan satoja kuutiometrejä. Kun käytössä on automaattinen mittarinlukujärjestelmä,

selvitystöihin voidaan ryhtyä jo ennen kuin vahingot pääsevät kasvamaan sietämättömiksi./2/

Sähköenergian mittauksen osalta automaattisen mittarinluvun etuihin kuuluu mahdollisuus liittää järjestelmään sähköverkon tilaa analysoivia lisäominaisuuksia./26/ Monissa järjestelmiin soveltuvissa mittareissa on sähkökatkosrekisterit, joiden perusteella sähköntoimituksen keskeytykset voidaan todentaa. Sähköverkon kuntoa seuraamalla ja sähkökatkot rekisteröimällä voidaan jakeluverkon kuntoa arvioida luotettavasti. Huollon tarve voidaan ennakoida ajoissa, eikä verkko ehdi rappeutua peruuttamattomasti.

3.4 Kulutustietojen helppo ja tarkka keräys sekä tietojenkäsittely

Automaattiseen mittarinlukuun siirtyminen vaatii mittauskaluston uusimista. Uudet staattiset sähkömittarit mittaavat kulutusta tarkasti verrattuna vanhoihin mekaanisesti toimiviin sähköenergiamittareihin./26/ Edistystä on tapahtunut myös lämpöenergia- ja vesimittarien osalta. Mittaustapa on muuttumassa perinteisestä mekaanisesta mittauksesta ultraäänimittaukseen. Ultraäänimittaus perustuu kahden, putken ulkopinnalle asennetun ultraääntä lähettävän ja vastaanottavan anturin toimintaan. Ultraäänisignaali etenee eri nopeudella virtauksen mukaan kuin sitä vastaan. Syntyvä vastaanotettavien signaalien aikaero voidaan muuttaa virtaussuureksi./23/

Kulutustietojen kerääminen manuaalisesti mittarit lukemalla sitoo aina huoltohenkilön työpanoksen. Huolimattomuusvirheiden mahdollisuus on myös aina olemassa ihmisten kirjatessa tiedot muistiin. Automaattiseen mittarinlukuun siirryttäessä huoltomies voi keskittyä sekä itsensä että työnantajan kannalta mielekkäämpään työhön.

Virheet kulutusseurantaohjelmaan tietoja siirrettäessä kyetään minimoimaan, kun ihmistyön osuus jää tiedonsiirrossa mahdollisimman vähälle. Mittarilukemien viennin kulutusseurantaohjelmaan tulisi olla mahdollisuuksien mukaan automa-

tisoitu. Automaattisista mittarinlukujärjestelmistä osa voidaan liittää suoraan käytössä olevaan kulutusseurantaohjelmaan, toisissa taas mukana toimitetaan järjestelmään kuuluva sovellusohjelma./38;9/

Lähitulevaisuudessa Puolustushallinnon rakennuslaitoksessa pyritään siirtymään RYHTI-ohjelman kulutusseurantasovelluksen täysipainoiseen käyttöön, jolloin alueella luetut mittarilukemat voidaan siirtää suoraan ohjelman tietokantaan. Ohjelmasta saadaan tarvittaessa kulutusraportteja ja kulutusarvio koko vuoden kulutuksesta. Ohjelman ansiosta on myös mahdollista tarkastella energiankulutus-tietoja tarvittaessa koko valtakunnan tasolla. Samoin energialaskun lopullinen maksaja pääsee halutessaan seuraamaan ja vertailemaan omaa kulutustaan muiden vastaavien kulutuspisteiden kanssa.

4 TIEDONSIIRRON TIETOTURVA

Puolustushallinnon rakennuslaitoksen asiakkaana puolustusvoimat asettaa rajoituksia käsiteltävien tietojen julkisuudesta. Puolustusvoimilla on oma, julkisesta Internet-verkosta erotettu intranet, johon myös rakennuslaitos on liittynyt. Tässä verkossa voidaan siirtää myös luottamuksellista tietoa, ilman pelkoa tiedon joutumisesta ulkopuolisten käsiin. Toisaalta asiointi rakennuslaitokselle palveluita tuottavien yritysten kanssa vaatii nykyään myös Internetin käyttöä. Tilanne on johtanut kahden rinnakkaisen, eri tietokoneilla käytettävän verkon rakentamiseen rakennuslaitoksen toimistoihin.

Energiankulutustietojen siirtoon mahdollisesti rakennettavan kiinteistöautomaatio-verkon liittäminen puolustusvoimien intranetiin vaatisi selvityksiä, joiden käsittelyn vaatima aika herättää kiinnostuksen Internetin mahdollisuuksiin. Erityisesti kulutustietojen tarkasteluun paikasta riippumatta Internet tarjoaa mielenkiintoisia mahdollisuuksia. Myös tietojen lähettäminen sähköpostin liitetiedostona on varteen otettava vaihtoehto.

Itse kulutustiedon haku mittarilta voidaan toteuttaa langattomasti radioitse erilaisten johdollisten tiedonsiirtotapojen lisäksi. Radiotaajuustiedon siirtoon liittyy aina epäily viestien joutumisesta väärin käsiin, käytetään sitten GSM-järjestelmää (Global System for Mobile communications) tai vapaata radiotaajuutta. Mittarilukematieto ei kuitenkaan yleensä ole salaista tietoa, joten puolustusvoimien puolelta estettä radiotaajuisten tiedon siirtoon ei ole/6/. Myös radioitse siirrettävä tieto on salattua, joten selväkielistä mittausdataa ei ulkopuolisten käsiin voi joutua/12/. Poikkeustapauksina voidaan pitää kohteita, joiden turvaluokitus saattaa estää jopa energiankulutustietojen siirron ilmateitse/6/.

5 MARKKINOILLA OLEVIA JÄRJESTELMIÄ

5.1 Nykyinen toimintatapa

Tällä hetkellä Puolustushallinnon rakennuslaitoksen Tampereen paikallistoimiston alueella kulutustietojen kerääminen on toteutettu mittarinlukukierroksilla. Veden ja lämpöenergian osalta mittarit luetaan kuukausittain. Rakennuksittaiset sähkömittarit luetaan kerran vuodessa, minkä lisäksi sähköenergian myyjä toimittaa koko aluetta koskevan ostopisteen kulutustiedot yleensä kerran kuukaudessa.

Tiedot kerätään rakennuksittain sähköiselle lomakkeelle, joka laaditaan yleensä Microsoftin Excel-ohjelmalla. Lomake toimitetaan sähköpostitse Tampereen paikallistoimistoon. Myös sähkölaskusta löytyvä kulutustieto siirretään toimistolla Excel-taulukkoon, jonka perusteella voidaan laatia ennuste vuoden kokonaiskulutuksesta vuoden jälkimmäisellä puoliskolla. Samoin lämmön- ja vedenkulutus arvioidaan seurannan perusteella tasauslaskutusta varten.

RYHTI-ohjelmassa on mahdollisuus tulostaa lukulomake (liite 1), joka sisältää tietyn alueen ja energiamuodon luettavat mittarit. Lähitulevaisuudessa mittarinlukukierrokset on tarkoitus tehdä tulosteen mukaan lukemat lomakkeelle täyttäen. Kierroksen päätyttyä lukemat siirretään kulutusseurantaohjelman tietokantaan ulkonäöltään identtisellä, sähköisellä lomakkeella.

5.2 Standardit

Energianmittaukseen on vuosien mittaan kehitetty useita standardeja. Useimpien ongelmana on soveltuvuus vain tietyn energiamuodon, kuten sähkön tai lämmön, mittaukseen. Standardit ovat myös perustuneet ainoastaan yhden tiedonsiirtomedian käyttöön, mikä on rajoittanut järjestelmien suunnittelua ratkaisevasti. Olemassa on myös ”kansainvälisiä”, käytännössä kuitenkin vain tietyllä maantieteellisellä alueella käytössä olevia standardeja./10/

Uuden vuosituhannen alussa on kuitenkin kehitetty uusi kansainvälinen standardi, DLMS/COSEM (Distribution Line Message Specification/Companion Specification for Energy Metering). Vuonna 2002 julkaistiin sitä koskeva standardisarja IEC 62056 sähköenergian mittauksen osalta ja EN 13757-1 muita energiamuotoja koskevana. Standardin on kehittänyt DLMS User Association, jonka jäsenistö koostuu mittarien valmistajista ja energiayhtiöistä. Muiden muassa ABB, Enermet ja Saudi Electricity Company ovat olleet mukana standardin kehityksessä järjestön kautta./10/

DLMS User Associationin tarkoituksena on ollut määritellä valmistajista, tiedonsiirtomedioista ja mitattavasta energiamuodosta riippumaton rajapinta mittarin ja tietojenkäsittelyjärjestelmän välille. Suurin etu uudessa standardissa on, että sen myötä kenen tahansa valmistajan mittarit ja tietojenkäsittelyohjelmat pystyvät toimimaan saumattomasti samassa järjestelmässä. Samoin kaikkien energiamuotojen mittarit ovat liitettävissä suoraan samaan järjestelmään./10/

Standardi mahdollistaa useiden energian käyttäjää sekä energian toimittajaa kiinnostavien tietojen siirron. Pelkän lukematiedon keruun lisäksi esimerkiksi tarifinohjaus ja sähkönlaadun analysointi on mahdollista toteuttaa DLMS/COSEM-standardia tukevalla järjestelmällä. Vanhanaikainen pulssitieto sen sijaan pystyy siirtämään tietoa ainoastaan tietyllä ajanjaksolla kulutetusta energiasta./10/

DLMS/COSEM-standardin huonona puolena on se, että se ei ole käytössä Suomessa. Erityisesti kotitalouskäyttöön tarkoitetuissa mittareissa standardi on

todettu liian raskaaksi käyttää. Suomessakin on markkinoilla standardia tukevia teollisuusmittareita, mutta laajaan käyttöön standardi ei ole levinnyt niilläkään markkinoilla./37/

Muun kuin mittaustiedon (kuten sähkön laatu, hälytykset ja ohjaukset) keräys mittareilta on mahdollista myös ilman DLMS/COSEM-standardia. Tällöin kuitenkin joudutaan mukailemaan olemassa olevia standardeja, mistä väistämättä seuraa yhteensopivuuden menetys muiden valmistajien tuotteiden kanssa. Erityisen tyypillistä valmistajan omien ”standardien” kehittäminen on juuri kotitalouksien mittauksissa, jossa yleisesti hyväksytyjä standardeja ei ole olemassa. Ainakin osa valmistajista on kuitenkin valmis luovuttamaan käyttämänsä protokollat kolmannen osapuolen käyttöön, jos yhteensopivia laitteita halutaan kehittää./37/

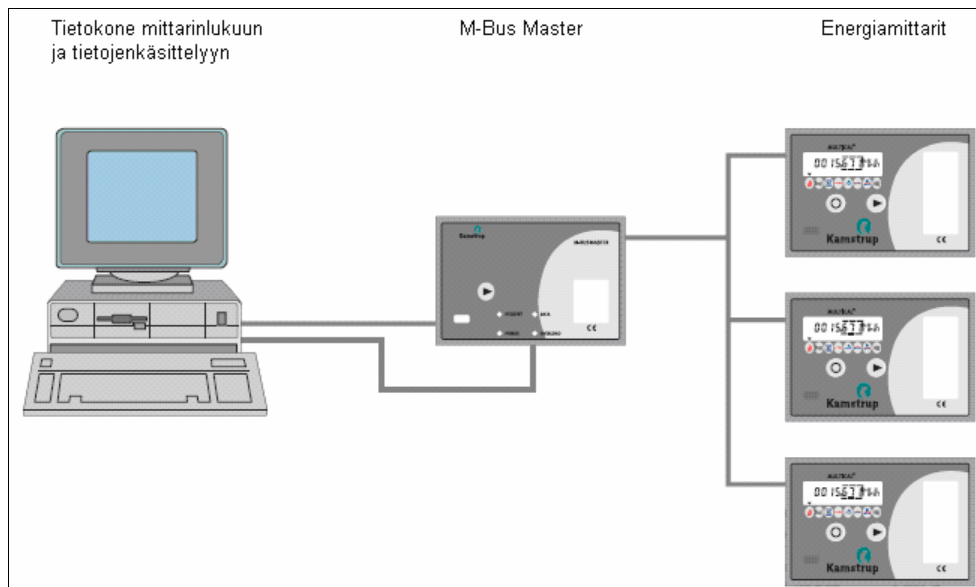
5.3 MBus ja Modbus

Nykyisissä kaukoluettavissa mittareissa on yleensä liitännät MBus- tai Modbus-verkkoon. Useimmiten mittarin rakenne on modulaarinen, jolloin tiedonsiirtoväylän ja -protokollan valinta onnistuu helposti pelkkää tiedonsiirtokorttia vaihtamalla.

MBus- ja Modbus-verkot ovat kenttäväyliä, joissa tieto siirretään digitaalisena signaalina sarjamuodossa. Tiedonsiirtomediana voi olla esimerkiksi RS232- tai RS485-kaapeli (Recommended Standard), Ethernet-verkko tai parikierretty kaapeli. MBus- ja Modbus-kenttäväylät toimivat master-slave -periaatteella, eli isäntänä toimiva yksikkö hallinnoi verkkoa ja kerää tiedot kaikilta orjilta. Isännältä tiedot voidaan siirtää käsittelyä varten mittarinlukujärjestelmään./8/

Ilman toistimia Modbus-väylän maksimipituus on noin 1 200 metriä, toistimia käytettäessä pituutta voidaan kasvattaa noin 10 kilometriin. MBus-masteriin voidaan liittää noin 1 000–1 800 metrin väyläkaapeli. Väyläkaapelin enimmäispituuden lisäksi järjestelmän laajuutta rajoittaa väylään liitettävien orjien

eli mittarinlukupäätteiden lukumäärä. Molempiin kenttäväyliin voidaan liittää enintään 250 orjalaitetta ilman liikenteen kasvamista liian suureksi./14;21/
Kuvassa 2 on Kamstrup A/S -yhtiön näkemys MBus-pohjaisesta mittarinluku-järjestelmästä.



Kuva 2 Kamstrup A/S:n MBus-mittarinluku-järjestelmä. Vasemmalla etäluentaan ja tietojenkäsittelyyn käytettävä tietokone, keskellä mittareilta tiedot keräävä MBus-isäntäyksikkö ja oikealla energiamittareihin liitetyt MBus-orjat. /21/

5.4 Enermet Oy

Enermet Oy on kotimainen sähköenergiamittareiden valmistaja. Se on kehittänyt myös oman automaattisen mittarinluku-järjestelmän, AIM AMR -järjestelmän (Active Information Management, Automatic Meter Reading). Enermetin järjestelmän tiedonsiirtotavaksi voidaan valita GSM, GPRS, LAN, PSTN sekä pien- tai keskijännite-PLC (Power Line Communication)./11;12/ Seuraavassa tiedonsiirtoväylistä on esitelty LON-protokolla (Local Operating Network) pienjänniteverkossa sekä PSTN (Public Switched Telephone Network).

5.4.1 Sähköverkko LON-tiedonsiirtoväylänä

Pienjänniteverkon käyttö mittarinluvun tiedonsiirrossa kuulostaa erinomaiselta vaihtoehdolta, onhan sähkölinja jo valmiiksi rakennettu rakennuksiin, joissa energia- ja vesimittareita on. Enermetin AIM-järjestelmässä pienjänniteverkkoa voidaan käyttää LON-protokollan tiedonsiirtoväylänä.

Valmiiksi olemassa olevana kaapelointina sähköverkko sopii tiedonsiirtoon kohteissa, joihin LON-verkko perustetaan jälkiasennuksena. Tietoa siirretään 125–140 kHz:n taajuudella tiedonsiirtonopeudella 5 kbps. Siirtotien pituus voi olla enintään 300 m. Ongelmia saattaa aiheuttaa sähköverkon johtimien lukumäärän vaihtelu jopa rakennuksen sisällä ja ulkoiset häiriöt, joita vastaan sähköverkossa ei ole varauduttu asennuksen alkuperäisen tarkoituksen vuoksi./1/

Laitteet liitetään fyysiseen tiedonsiirtoväylään väyläsovittimien avulla. Sähköverkkoon liitettävissä olevia väyläsovittimia on markkinoilla kolme versiota./1/ Näistä Enermetin järjestelmässä käytetään mallia PLT-22 (Power Line Transceiver).

5.4.2 Enermetin LON-järjestelmä /11/

Enermetin pienjänniteverkon kautta tietoa siirtävään LON-järjestelmään voidaan liittää mittareita erillisen mittauspäänteen kautta tai käyttää valmiiksi PLT-22-lähettimen-vastaanottimen sisältäviä mittareita. Mittauspäänteen lisäksi järjestelmään asennetaan keskitin, jonka välityksellä mittausjärjestelmän ja mittauspäänteen välisen tietoliikenneyhteyden muodostus onnistuu.

Väylän laajentuessa voi olla tarpeen yhdistää kaksi erilaista tiedonsiirtomediaa, esimerkiksi signaali- ja sähköverkko, toisiinsa. Tällöin on käytettävä reititintä, joka pystyy sovittamaan eri tiedonsiirtonopeudet ja -mediat toisiinsa. Lisäksi pääntelaitteen ja keskittimen välisen etäisyyden kasvaessa riittävästi signaali vaimenee

niin, että ilman sitä vahvistavaa toistinta viesti ei vastaanottajaa tavoita. Toistimen avulla tiedonsiirtoetäisyyksiä voidaan kasvattaa jopa 300–500 metrillä.

Integroitu mittari ja mittauspäätte

Enermetin valmistama sähkömittari E120Lt-10NV (kuva 3) on virtamuuntajaan kytkettävä pätö- ja loistehomittari. Mittariin voidaan liittää käyttövesi- ja lämpöenergiamittarit S0-standardin mukaisten pulssitulojen kautta, jolloin sähkömittarin luennan yhteydessä myös muiden energiamuotojen kulutustiedot voidaan lukea.

Energianmittauksen lisäksi mittari valvoo mm. sähkön laatua ja sähkökatkoja, joista se muodostaa rekisterin lokitiedostoon. Integroitu tiedonsiirtomoduuli käyttää avointa LONTalk-protokollaa, mikä mahdollistaa mittarin käytön kaikissa kyseistä protokollaa tukevissa järjestelmissä.

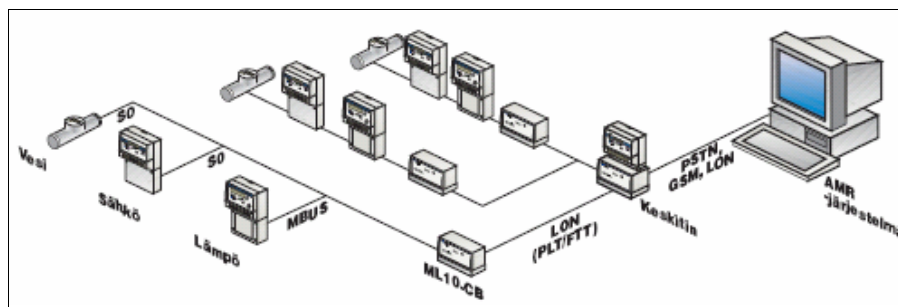
Kuvassa 3 olevaa mittauspäätettä ML10-CB voidaan käyttää sähkö- ja lämpöenergia- sekä vesimittareiden etäluentaan LONTalk-protokollaa hyödyntäen. Päätte kytketään jo käytössä oleviin tai uusiin sähkö- ja vesimittareihin S0-standardin mukaisen pulssitulon kautta, lämpöenergiamittaria varten päätteessä on olemassa yksi MBus-liitäntä. Näin mittauspäätte mahdollistaa kiinteistön kaikkien energiankulutusmittausten liittämiseen samaan järjestelmään.



Kuva 3 Vasemmalla Enermetin LONTalk-tiedonsiirtomoduulilla varustettu E120Lt-10NV-sähkömittari, oikealla ML10-CB-mittauspäätte. /11/

Mittauspääte toimii 70–95 kHz:n tai 125–140 kHz:n taajuusalueella. Ensin mainittu taajuusalue on tarkoitettu kiinteistöjen ulkopuoliseen tiedonsiirtoon, esimerkiksi rakennuksen ja jakelumuuntajan väliseen tietojen vaihtoon. Jälkimmäinen taajuus sopii kiinteistöjen sisäiseen tiedonsiirtoon esimerkiksi teollisuudessa tai kaupan alalla.

Päätteessä on itsediagnostiikkatoiminnot ja sähkön toimitusta valvova sähkökatkolaskuri. Laitteen käyttö ja ohjelmointi on mahdollista kaikissa LONTalk-protokollaa tukevissa järjestelmissä. Mittauspääteen käyttö mittausjärjestelmän osana on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4 Mittauspääte ML10-CB mittausjärjestelmän osana /11/

Keskitin

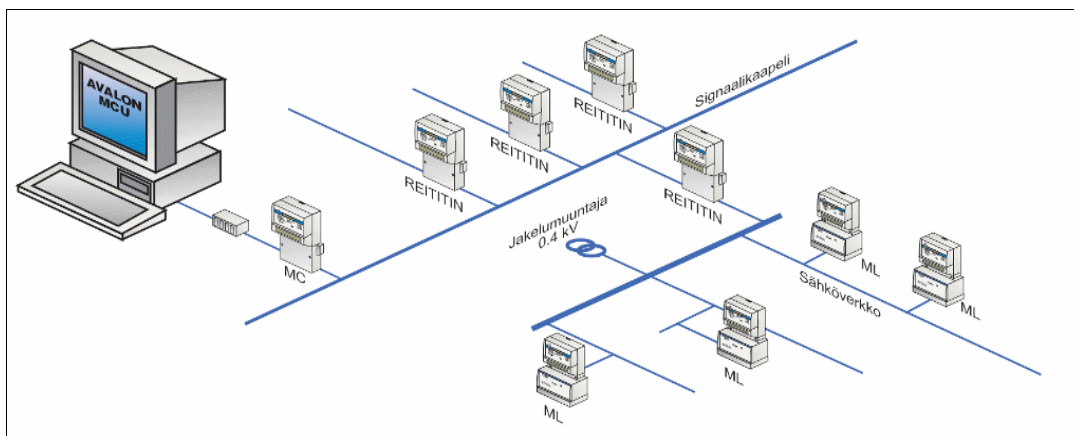
Enermetin keskitinmalli EMPC100 toimii AIM-järjestelmässä välittäjänä järjestelmän mittauspääteiden ja keskustietokoneen välillä. Keskitin myös valvoo laadunvalvontaohjelman avulla sähkönjakelun laatua jatkuvasti ja rekisteröi kaikki määrätyn rajat ylittävät sähkönjakelun poikkeamat.

Keskitin lukee mittauspääteiden tiedot määrätyn luentajakson mukaisesti useilta mittauspääteiltä LONWorks-verkon kautta ja lähettää ne edelleen valittua tiedonsiirtoväylää pitkin automaattisen mittarinlukujärjestelmän tietokoneelle.

Toistimet ja reitittimet

Toistimien avulla pyritään varmistamaan automaattisen mittarinluvun tiedonsiirron virheettömyys etäisyyksien pidentyessä mittauspäätteiden ja keskittimen välillä. Otolisissa olosuhteissa tiedonsiirtoetäisyyttä voidaan kasvattaa jopa 500 metriä toistimien avulla. Enermetin ERE2-toistin käyttää tiedonsiirtoon sähköverkon kaikkia kolmea vaihetta ja signaali vahvistetaan Enermetin omalla toistoalgoritmilla.

Reitittimet ovat LONWorks-verkon passiivisia osia, joten niiden lisääminen jo olemassa oleviin mittausjärjestelmiin on mahdollista ilman järjestelmän päivittämistä. Enermetin MCE-reititin pystyy sovittamaan toisiinsa sähköverkko- ja signaalikaapelitiedonsiirtomediat. Toinen reitittimen tehtävä on verkon optimointi, joka laajemmissa järjestelmissä parantaa tiedonsiirron tehokkuutta, luotettavuutta ja nopeutta. MCE-reititin on yhteensopiva kaikkien LONTalk-protokollaa käyttävien järjestelmien ja laitteiden kanssa. Kuvassa 5 MCE-reititin on esitetty osana automaattista mittarinlukujärjestelmää.



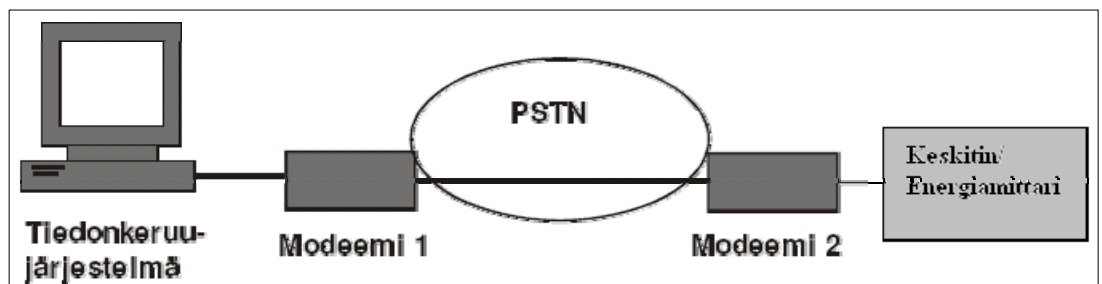
Kuva 5 Enermetin MCE-reititin mittarinlukujärjestelmässä /11/

5.4.3 PSTN /24/

PSTN-verkko on kansainvälisten, yhteenliitettyjen puhelinverkkojen muodostama järjestelmä. Alkuvaiheessa puhelinverkossa siirrettiin vain puhetta analogisena

signaalina, mutta nykyään verkon digitalisointi on edennyt pitkälle ja tiedonsiirtomahdollisuudet ovat laajentuneet.

PSTN-tiedonsiirtoverkko koostuu keskustietokoneesta, johon on asennettu automaattinen mittarinlukujärjestelmä, ja puhelinverkon alku- ja loppupäässä sijaitsevista modeemeista. Keskittimellä varustetusta järjestelmästä voidaan lukea jopa satojen energiamittarien lukemat yhdellä soitolla. Tämä ominaisuus on omiaan alentamaan tiedonsiirtokustannuksia verrattuna tilanteeseen, jossa yhteys pitäisi muodostaa jokaiselle mittauspääteelle yksitellen. Kuvassa 6 on esitetty PSTN-tiedonsiirtoverkon rakenne.



Kuva 6 PSTN-tiedonsiirtoverkko /24/

Kiinteistössä valmiina olevan puhelinlinjan hyväksikäyttö tiedonsiirtomediaan vähentää kustannuksia automaattiseen mittarinlukuun siirryttäessä. Sen sijaan puhelinliittymän hankkiminen varta vasten mittarinluentatarkoitukseen on kustannuksiltaan niin mittava investointi, että järkevämpää on panostaa muihin tiedonsiirtomediatoihin.

5.5 Kamstrup A/S

Kamstrup A/S on kaukolämpömittauksen osalta Suomen johtava järjestelmätoimittaja. Suomessa yrityksen toimittamia järjestelmiä on käytössä 40 000 mittauspisteessä, maailmanlaajuisesti järjestelmiä on toimitettu 500 000 mittauspisteeseen./13/

Suomeen Kamstrup A/S:n mittareita on tuotu aiemminkin, mutta oman toimiston voimin yritys on toiminut Suomessa 1990-luvun lopulta asti. Tuolloin Kamstrup A/S osti Enermet Oy:n kaukolämpömittarituotannon, mikä helpotti Suomen markkinoille pääsyä./4/

Kamstrupin mittarien kaukoluentaan voidaan käyttää vapaata radiotaajuutta, PLC-tiedonsiirtoa, GSM-verkkoa, MBus-väylää, DTMF-äänitaajuutta (Dual Tone Multi Frequency) ja TCP/IP-protokollaa./13/ Seuraavassa järjestelmistä on esitelty vapaa radiotaajuus sekä GSM (Global System for Mobile communications) ja GPRS (General Packet Radio Service).

5.5.1 Vapaa radiotaajuus

Kamstrup A/S tarjoaa energian- ja vedenkulutuksen kaukolukuun radioluenta-ratkaisua. Järjestelmä soveltuu erityisesti kohteisiin, joissa mittarinluvun ei tarvitse tapahtua tunneittain, vaan riittävä luentatahti on esimerkiksi kerran kuukaudessa. Järjestelmä vähentää myös tiedonsiirtoinvestointeja, kun tieto siirtyy langattomasti lähettimeltä vastaanottimelle./17/

Järjestelmä koostuu EVL-lämpöenergia- ja virtausmittareihin kytkettävästä, lähettimenä toimivasta radiomoduulista, ja vastaanottimena toimivasta MULTITERM WorkAbout-käsitermiinalista. Lisäksi tarvitaan PcTerm-vastaanotto-ohjelmisto, jonka avulla käsitermiinalin keräämät lukematiedot voidaan siirtää tietokoneelle. Järjestelmään voidaan liittää myös asiakastietokantaohjelma PcBase ja mittausreitit ennakkosuunnitteluun tarkoitettu PcTermRoute./15/

RF EVL-radiomoduuli toimii vapaasti käytettävissä olevalla 433 MHz taajuudella. Moduuli liitetään mittarin RS232-ulostuloon. Siinä on myös kaksi lisäpulssituloa, joihin voidaan liittää esimerkiksi sähkö- ja vesimittarit. Tämä mahdollistaa sekä sähkö- että lämpöenergia- ja vedenkulutustietojen lukemisen yhdellä kertaa, jos mittarit sijaitsevat samassa rakennuksessa toistensa läheisyydessä./15/

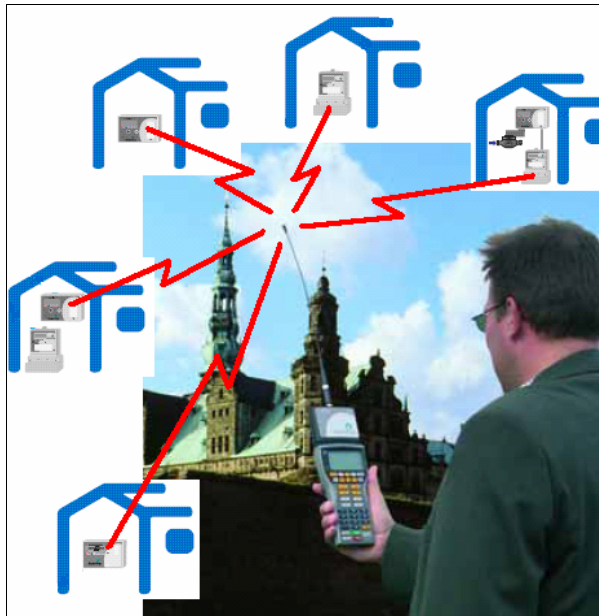
Kuvassa 7 on esitetty kaukoluennassa tarvittavat laitteet.



Kuva 7 Radioluennassa tarvittavat laitteet. Ylhäällä Kamstrupin radioluentaan soveltuvia lämpömäärä- ja virtausmittareita, alhaalla vasemmalla radiomoduuli, alhaalla oikealla käsiterminaali MULTITERM WA. /16/

Mittaus tapahtuu käytännössä liikkumalla käsiterminaalin kanssa alueella, jossa luettavat mittarit sijaitsevat. Radiomoduulin kantama on maksimissaan noin 200 metriä. Radiomoduuli lukee mittarilukemat kerran tunnissa ja tallentaa ne muistiinsa. Käsiterminaali vastaanottaa radiomoduulin lähettämän signaalin, joka sisältää tiedot moduulin muistista. Tästä johtuen lukematieto voi olla enintään tunnin vanha. Mikäli halutaan lukemahetken mittarinlukema, radiomoduuli lukee todellisen lukeman mittarilta ja lähettää sen käsiterminaaliin. Luenta-aika vaihtelee 12 ja 23 sekunnin välillä riippuen siitä, luetaanko tiedot suoraan mittarilta vai radiomoduulin muistista./15;17/

Kuvassa 8 näkyy Kamstrupin kaukoluentajärjestelmän toimintaperiaate.



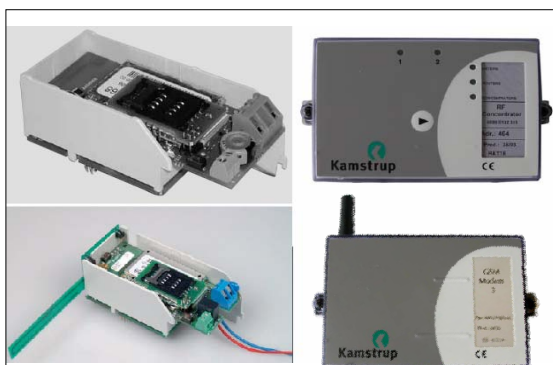
Kuva 8 Kamstrupin kaukoluentajärjestelmän toimintaperiaate. Mittareihin asennetut radiomoduulit lähettävät lukemasignaalin MULTITERM WA-käsiterminaaliin. /17;18/

Käsiterminaaliin on mahdollista esiohjelmoida mittausreitti, joka helpottaa tietojen keräystä erityisesti yhdestä pisteestä luettavien mittarien määrän kasvaessa. Terminaaliin syötetään luettavien mittarien tunnistenumerot halutussa lukujärjestyksessä. Kun lukualueelle saavutaan, terminaali valitsee havaitsemistaan signaaleista luettavat tiedot reitin mukaisessa järjestyksessä. Mittarinlukukierroksen päätyttyä käsiterminaaliin tallennetut mittarilukemat on vielä siirrettävä tietokoneelle käsittelyä varten./18/

5.5.2 GSM ja GPRS

GSM on matkapuhelinstandardi, joka mahdollistaa puheen lisäksi datan siirtämisen langattomasti matkapuhelinverkkoa hyväksi käyttäen./24/ Kamstrup A/S valmistaa sähkö- ja lämpöenergian sekä vedenkulutuksen mittaukseen kaukoluentajärjestelmää, joka on vapaan radiotaajuustiedonsiirron ja GSM-tekniikan yhdistelmä.

Järjestelmässä keskitin kerää kaikkien energia- ja vesimittarien lukematiedot radio-moduulin lähettämän signaalin välittämänä. Kamstrupin valmistama keskitinmalli RF Concentrator hoitelee jopa 680 mittauspisteen mittarinluennan ja tallentaa vastaanottamansa mittarilukemat muistiinsa. Keskittimeen liitetään GSM-modeemi, jonka välityksellä yhteys keskustietokoneeseen voidaan synnyttää./22/
Kuvassa 9 on esitetty Kamstrupin valmistamia GSM-verkon kautta tapahtuvaan kaukoluentaan käytettäviä laitteita.



Kuva 9 Kamstrupin GSM-tiedonsiirtolaitteita. Vasemmalla GSM-moduulit GSM5i ja GSM5i/RF, oikealla keskitin RF Concentrator ja modeemi GSM Modem 5. /22;19;20/

Langaton, GSM-taajuudella kulkeva yhteys mahdollistaa laitteiden reaaliaikaisen käytön. Reaaliaikaisuuden ansiosta järjestelmän käytettävyys ja laitteiden hallinta tehostuu. Suojattu tiedonsiirtoyhteys sekä mittareiden ohjaus ja hallinta on mahdollista toteuttaa GPRS-tekniikkaan yhdistetyn TCP/IP-protokollan (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) avulla./12/

GSM- tai GPRS-tekniikkaan perustuva kaukoluentajärjestelmä on helppo perustaa. Langattomuus tiedonsiirrossa pienentää kustannuksia alkuvaiheessa, kun kaapeleiden hankinta- ja asennuskulut jäävät pois.

Tiedonsiirto on aina maksullista GSM-verkossa. Yksittäisten mittareiden luku GSM-verkon kautta ei liene järkevää. Jos kuitenkin mittarinlukutiedot toimitetaan ensin keskittimelle maksutonta tekniikkaa käyttäen, riittää yksi soitto tai SMS-viesti (Short Message Service) toimittamaan tiedot keskustietokoneelle.

GPRS-tiedonsiirrossa laskutetaan lähetetyn tiedon, eikä auki olevan yhteyden keston mukaan. Tältä kannalta katsottuna GPRS veisi voiton GSM-tiedonsiirrosta, jonka laskutus perustuu puhelun pituuteen. Kerralla siirrettävän tiedon määrämittareita luettaessa on kuitenkin niin pieni, että merkittävämpi kustannus syntyy tarvittavien liittymien mahdollisista kuukausimaksuista.

5.6 Mitox Oy

Mitox Oy on Helsingin kaupungin omistama, Helsingin Energiasta vuonna 2005 yhtiötetty energianmittaus- ja kaukoluentaratkaisujen tarjoaja. Erilaisia palvelukonaisuuksia on tarjolla useita, esimerkiksi asiakkaan omistaman mittarikannan kaukoluennan toteutus Mitoxin toimesta. Kerätyt mittarilukemat toimitetaan asiakkaalle laskutusta varten tarkistuksen jälkeen./27/

Toinen mielenkiintoinen palvelu on Mitoxin kehittämä MultienergyMetering, jonka ideana on sähkö- ja lämpöenergia- ja vedenkulutustietojen hallinta yhdellä kaukoluentajärjestelmällä mittalaitteelta tietokantaan asti. Koko ketjun hallinta on mahdollista järjestelmällä, jossa molempien energiamuotojen ja veden mittaus-tiedot siirretään yhdellä tiedonsiirtokanavalla ja yhdellä laitteistolla./27/

Mitox Oy tarjoaa myös konsultointipalveluja kaukoluentajärjestelmään siirtyville tai mittarikannan uusimista suunnitteleville energiayrityksille ja kiinteistötoimijoille. Konsultointi sisältää energiatietojen raportoinnin ja laskutuksen lisäksi myös mittaustietojen integrointimahdollisuuksien selvittämistä muihin käytössä oleviin automaatiojärjestelmiin./28/ Konsultointipalveluun voi kuulua esimerkiksi nykyisen mittarikannan hyödyntämisen arviointi, tarjouskyselyt sekä tarjousten perusteella laadittava yhteenveto ja esitys hankittavista laitteista./29/

Raportointipalvelun ansiosta energiankulutusta voidaan seurata sovituin määrävällein sähköpostitse tai Internetin kautta vastaanotettavien raporttien avulla./30/

5.7 Tekmanni Oy /38/

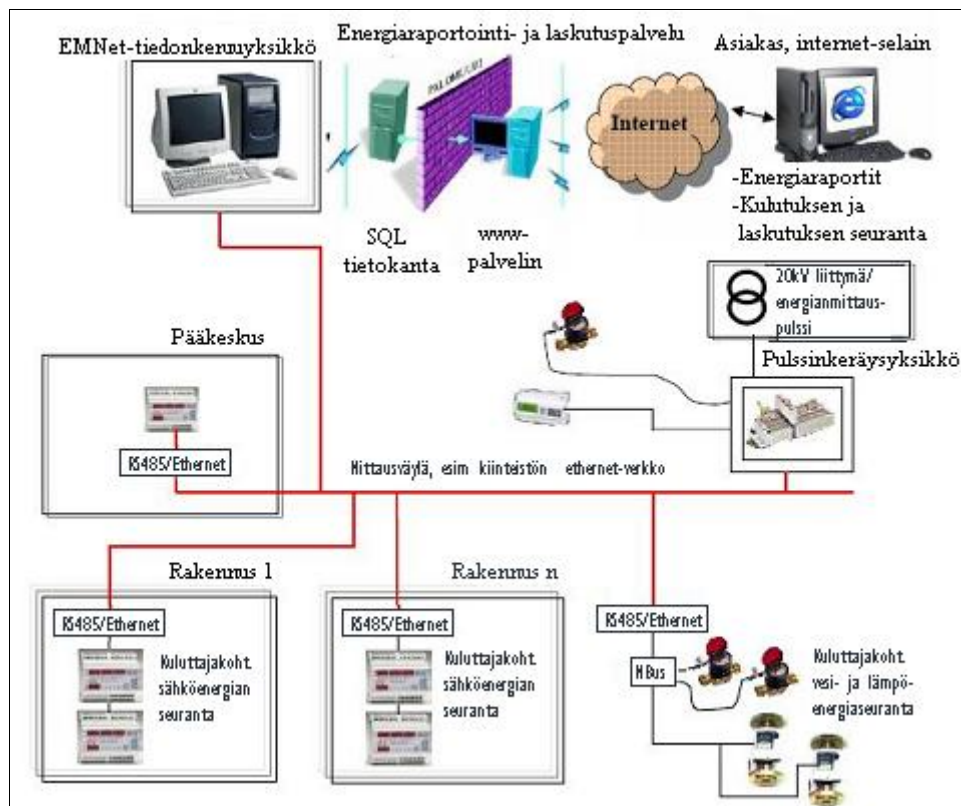
Tekmanni Oy:n EMNet-järjestelmä (Energy Metering Network) tarjoaa mahdollisuuden lukea energian ja veden kulutustietoja automaattisesti. Järjestelmä mittaa ja tallentaa mittarilukutiedot halutuin määräväleihin ja järjestelmään liitettävä laskutusohjelma tuottaa todelliseen kulutukseen perustuvat, käyttäjäkohtaiset kululaskut.

Järjestelmä perustuu väylätekniikkaan. Erillistä energianmittauskaapelointia ei välttämättä tarvita, vaan esimerkiksi kiinteistön Ethernet-verkkoa voidaan hyödyntää mittausväylänä. Järjestelmä mahdollistaa myös useamman kuin yhden tiedonsiirtoprotokollan käytön mittaustietojen keräämisessä. Pulssinkeräimen kautta on mahdollista liittää järjestelmään myös mittareita, joissa on väyläliitännöiden sijaan vain pulssilähtö. Järjestelmään voidaan liittää yli 1 000 mittalaitetta ja väylän pituus voi olla useita satoja metrejä/25/.

Tiedot käsitellään tiedonkeruuyksikössä. Tekmanni tarjoaa myös raportointi- ja laskutuspalvelua, jolloin asiakkaan halutessa yhtiö hoitaa koko mittauksen ja tietojenkäsittelyn alusta loppuun. Toinen vaihtoehto on asiakkaan omana työnä toteutettu energiaraportointi ja laskutus paikallisen valvontatietokoneen avulla. Tarvittaessa energian ja veden loppukäyttäjät voivat seurata kulutustietojaan Internet-liittymän kautta millä tahansa selaimella.

Järjestelmän avulla voidaan valvoa energian- ja vedenjakelua, jolloin mahdollisiin poikkeamiin pystytään puuttumaan välittömästi. Tarvittaessa järjestelmään voidaan määrittää myös hälytysrajat, joiden ylittyessä hälytykset näytetään hälytysnäytössä ja tallennetaan hälytyshistoriaan. Päivystävän henkilön matkapuhelimeen voidaan myös automaattisesti lähettää tekstiviesti hälytyksen tapahtuessa.

Kuvassa 10 on esitetty Tekmannin EMNet-mittausjärjestelmän kuvaus.



Kuva 10 EMNet-mittausjärjestelmän kuvaus /38/

Tekmannin EMNet-järjestelmällä on tähän mennessä toteutettu maksimissaan muutaman sadan mittauksen järjestelmiä lähinnä pääkaupunkiseudulla. Suurimpana yksittäisenä kohteena on ollut Kampin keskus Helsingissä, jossa järjestelmään on liitetty 270 sähköenergiamittauspistettä ja 50 lämpöenergia- ja vesimittauspistettä./25/

5.8 Comsel System Oy

Comsel System Oy:n automaattinen mittarinlukujärjestelmä ComselAMR (Automatic Meter Reading) on mahdollista toteuttaa TCP/IP-protokollaan perustuvalla LAN-tiedonsiirtoverkolla (Local Area Network)./9/

LAN-lähiverkko on yleisnimitys tiedonsiirtojärjestelmälle, joka koostuu kahdesta tai useammasta toisiinsa liitetystä tietokoneesta. Tietokoneet vaihtavat keskenään tietoja TCP/IP-protokollan määrittelemässä muodossa verkkokorttien välityksellä.

Mittauspisteet on näin ollen varustettava verkkokortilla ja niillä on oltava oma IP-osoite yhteyden muodostamiseksi lähiverkkoon./24/

Comselin järjestelmällä voidaan kerätä sekä vesimittari- että sähkö- ja lämpö-energiatietoja. Comsel ei itse valmista mittareita, vaan toimittaa automaattisen mittarinlukujärjestelmän tiedonsiirtoon ja tietojenhallintaan liittyvät laitteet ja ohjelmistot./9/ Erityisenä etuna Comselin AMR-järjestelmässä on tiedonkeruuyksikkö, johon voidaan ottaa yhteys suoraan Internet-yhteyden kautta/3/. Ominaisuus helpottaa huomattavasti tietojenkäsittelyä.

Järjestelmä voidaan kytkeä suoraan olemassa olevaan mittaustietokantaan. Myös järjestelmän laajennus onnistuu ottamalla käyttöön esimerkiksi vaihevirhevalvonnan ja keskeytysrekisteröinnin ominaisuudet./9/

6 JÄRJESTELMIEN VERTAILU

Puolustushallinnon rakennuslaitoksen Tampereen paikallistoimiston hallinnoimiin alueisiin sisältyy 18 käyttötarkoitukseltaan ja kooltaan erilaista varuskuntaa, varikkoa ja viestiasemaa. Noin sadan rakennuksen varuskunta-alueen mittarinluku kannattaa toteuttaa eri järjestelmällä kuin muutaman rakennuksen viestiaseman mittaus.

Sopivaa järjestelmää mietittäessä on otettava huomioon ainakin seuraavat asiat:

- mittauspisteiden määrä ja tiedonsiirtoetäisyys
- helppokäyttöisyys
- helppo muunneltavuus tulevaisuuden tarpeisiin
- perustamiskustannukset
- mittarilukemien jatkokäsittely

Yhdellä alueella mittaroitavia rakennuksia voi enimmillään olla noin sata. Jos jokaisen rakennuksen osalta mitataan sekä sähkön, lämmön että veden kulutus, voi luentajärjestelmään liitettävien mittarien määrä nousta 300 mittariin. Käytännössä jokaisessa rakennuksessa ei kuluteta kaikkia energiamuotoja. Mahdollista on myös käyttää järjestelmässä esimerkiksi sähkömittareita, joihin voidaan liittää sekä lämpöenergiamittari että vesimittari. Näin ollen itse mittarinlukujärjestelmään liitettävien mittarien lukumäärää voidaan vähentää.

6.1 MBus- ja Modbus-väylät

Väylien ominaisuudet maksimipituuden ja orjien määrän suhteen riittävät energiamittareiden lukemistarkoitukseen. Mikäli automaattinen mittarinlukujärjestelmä kuitenkin laajenee yli sallitun mittarimäärän, on mahdollista rakentaa toinen, rinnakkainen väylä kapasiteetin kasvattamiseksi.

Tiedonsiirto väylässä tapahtuu sarjamuotoisena, joka on pulssijärjestelmiin verrattuna luotettava tiedonsiirtomuoto. Mittarien lähettämien pulssien laskentaan perustuvat järjestelmät ovat epävarmoja ja vaativat kalibrointia usein. Koska lähes kaikki nykyaikaiset mittarit ovat liitettävissä suoraan väylään, ei pulssinkeräimiä ole järkevää lisätä järjestelmään. Jos kuitenkin halutaan käyttää jo valmiina olevia mittareita, niiden liittäminen järjestelmään mahdollistuu keräimien kautta.

Yleisesti käytettyjen protokollien ansiosta laitteiden valinnassa ei tarvitse sitoutua yhden valmistajan tuotteisiin, vaan järjestelmään voidaan liittää sekaisin eri valmistajien laitteita. Myös useiden tiedonsiirtoväylien käyttö edistää järjestelmän laajennettavuutta ja riippumattomuutta tietystä valmistajasta. Verkon ulkoisia häiriöitä voidaan vähentää sopivan tiedonsiirtomedian valinnalla.

Järjestelmän haittapuolena voidaan pitää mittavia laitehankintoja energiamittareiden ja väyläsovittimien muodossa. Valitusta tiedonsiirtomediasta riippuen myös väylän rakennuskuluista voi muodostua merkittävä menoerä. Käyttöä jatkavan jälkeen väylien kustannukset jäävät kuitenkin pieniksi huoltotarpeen ollessa vähäinen.

Vanhojen, pulssilähdöllä varustettujen mittareiden hyödyntäminen on mahdollista, mutta käyttökelpoistenkin mittarien vaihtoa nykyaikaisiin laitteisiin kannattaa harkita.

6.2 LON pienjänniteverkossa

Tiedonsiirtoetäisyys sulkee käytännössä sähköverkkoa käyttävän LON-ratkaisun pois laajemmilla alueilla toteuttamiskelpoisten mittarinlukujärjestelmien joukosta. LON-protokollan käyttö mittausjärjestelmän osana on kuitenkin mahdollista ja yhdistäminen signaaliverkkoon onnistuu reitittimien välityksellä. Pienemmillä alueilla LON-järjestelmän käyttöönottoa saattaa hidastaa siihen soveltuvien pääte-laitteiden kallis hinta/1/.

LONTalk-protokollan käyttö tiedonsiirrossa edistää ennen kaikkea mittarinluku-järjestelmän avoimuutta. Kaikki järjestelmän osat voidaan hankkia erikseen eri valmistajilta ja tätä kautta hyödyntää kilpailutusmahdollisuudet. Myös laitteiden ohjelmointi voidaan toteuttaa kaikilla LONTalk-protokollaa tukevilla ohjelmis-toilla. Myös järjestelmän laajennus on helppoa, kun tietystä järjestelmätoimittajasta ei olla riippuvaisia.

LONTalk-protokolla mahdollistaa laitteiden laajan itsediagnostiikan, minkä ansiosta tieto mahdollisesta laiteviasta kulkeutuu lähes reaaliaikaisesti huolto-toimista vastaavien tietoon. Myös sähkönjakelun toimivuutta valvotaan sähkö-katkosrekisterin avulla.

Enermetin valmistamat energiamittarit ja muut pienjänniteverkkoon tarkoitetut LON-laitteet ovat elektronisia, joten mekaanisesti kuluvia osia ei ole. Tämä tarkoittaa käytännössä huoltovapaata laitteistoa. Pienjännitesähköverkon käyttö tiedon-siirtomediana tarkoittaa minimaalisia tiedonsiirtoväylän perustamiskustannuksia.

Pienjännitesähköverkko LONTalk-tiedonsiirtomediana vaatii korkeataajuisen signaalin käytön. Korkeataajuinen signaali on altis ulkopuolelta tuleville häiriöille

ja se myös aiheuttaa häiriöitä ulkopuolisille järjestelmille. Haittana voidaan pitää myös LON-verkon konfiguroinnin järjestelmää perustettaessa vaatimaa kovaa ammattitaitoa.

6.3 Vapaa radiotaajuus

Radiotaajuudella tietoa siirtävien järjestelmien etuna on perustamiskustannusten alhaisuus verrattuna järjestelmiin, joita varten on rakennettava tiedonsiirtomediaksi erityinen kaapeli. Käyttökustannuksia tiedonsiirron osalta ei vapaan radiotaajuuden käytön ansiosta ole.

Käyttäjän halutessa on mahdollista hankkia maksullinen taajuus mittarinlukua varten, jolloin voidaan varata tietty taajuus pelkästään energiatietojen keräämistä varten.

Radiomoduulin asennus mittariin on helppo ja nopea suorittaa, mittaritiedot voidaan lukea lähes välittömästi moduulin asennuksen jälkeen. Järjestelmän laajennuskin on toteutettavissa helposti. Uuteen mittariin asennetaan vain radiomoduuli, ja luenta onnistuu.

Olemassa olevia mittareita voidaan hyödyntää järjestelmässä. Jos käytössä on Kamstrupin valmistamia, tarvittavat liitännät sisältäviä mittareita, radiomoduulin asennus on helppo suorittaa ilman mittarin sinetöinnin purkamista. Muiden valmistajien pulssilähtöiset mittarit voidaan liittää radiomoduulin vapaisiin pulssituloihin pulssinkerääjän kautta.

Monilta tiedonsiirtoväyliin liittyviltä ongelmilta vältytään, kun mittarilukemat kerätään huoltomiesten toimesta kannettavaan terminaaliin. Jos etämittarinluku ei syystä tai toisesta onnistu, voi lukija korjata tilanteen välittömästi käymällä mittarin luona tarkistamassa lukeman.

Tietojen jatkokäsittely voidaan suorittaa heti kierroksen päätyttyä siirtämällä tiedot kulutusseurantaohjelmaan. Mittarinlukusykli on käyttäjän päätettävissä ja tarvittaessa sitä voidaan helposti muuttaa toteuttamalla kierros haluttuna aikana. Liiallinen tietomäärä ehkäistään, kun mittari ei lähetä lukematietoa esimerkiksi tunnin välein.

Järjestelmä ei kuitenkaan ole varsinaisesti automaattinen. Työmäärä vähenee, mutta ihmisen on kuitenkin vähintään kerran kuukaudessa kierrettävä alue mittareiden lukemiseksi. Mittausreittien laatiminen käsiterminaaliin ja terminaalin lukematietojen siirto tietokoneelle voivat osoittautua hankalaksi ja vievät ainakin uuteen järjestelmään totutella runsaasti aikaa.

Huomioon on otettava myös radiosignaalin heikkoudet, kuten rakennusten ja muiden signaalin kulun estävien kiinteiden esteiden vaikutukset. Radiotaajuuksinen tiedonsiirto voi myös – valmistajan mainosteksteistä huolimatta – häiriintyä muista radiolaitteista. Samalla taajuudella voi toimia esimerkiksi autojen keskuslukituksen kauko-ohjaus, murtohälytinjärjestelmät ja ikäihmisten hätäpainikkeet. Näistä ominaisuuksista johtuen kaikkien mittareiden luku ei välttämättä onnistu kaukoluentana, vaan mittarin luona voi joutua käymään lukemassa lukema manuaalisesti.

6.4 PSTN, GSM ja GPRS sekä LAN

PSTN-, GSM- ja GPRS-tiedonsiirtotavat soveltuvat jo muilla tavoilla keskittimille kerättyjen lukematietojen siirtoon keskustietokoneelle. Rakennuslaitoksen tapauksessa tällainen keskitetty tietojen keräys voitaisiin perustaa esimerkiksi paikallistoimistoihin. Koko toimiston toimialueen mittarilukemat kerättäisiin yhdelle koneelle, jossa tapahtuisi myös tietojen jatkokäsittely.

Lukemien kerääminen yksittäisiltä mittareilta puhelin- tai GSM-verkossa ei ole kustannuksiltaan kilpailukykyinen muihin tiedonsiirtotapoihin verrattuna. Sen sijaan paikallinen, TCP/IP-protokollaan perustuva tiedonsiirtoverkko voisi olla

toteuttamiskelpoinen myös alueen sisäisessä tiedonsiirrossa. Useimpien valmistajien mittarien liittäminen järjestelmään on mahdollista ainoastaan tiedonsiirtomoduulia vaihtamalla. Tosin tässäkin ratkaisumallissa tiedonsiirtoverkon rakentaminen ja siihen liittyvät verkkolaitteet lisäävät kustannuksia.

6.5 Tekmanni EMNet

Tekmannin automaattisessa mittarinlukujärjestelmässä tiedonsiirto tapahtuu esimerkiksi olemassa olevaa Ethernet-väylää pitkin. Valmiina olevan Ethernet-kaapelin hyödyntäminen on tietysti positiivinen asia, mutta jälkikäteen kaapelin vetäminen erillään oleviin rakennuksiin kasvattaa kustannuksia nopeasti.

Mittauspisteiden reilu lukumäärä, yli tuhat, mahdollistaa suurimpienkin varuskunta-alueiden liittämisen järjestelmään ilman pelkoa kapasiteetin riittämättömyydestä. Myös MBus- ja Modbus-liitäntäisten mittareiden kytkeminen samaan järjestelmään on EMNet-järjestelmän etu. Laajennus helpottuu, kun mittarivalmistajista, eikä edes tiedonsiirtotavasta olla riippuvaisia, vaan voidaan valita kulloinkin paras vaihtoehto. Pulssinkeräimen kautta järjestelmän osana voidaan käyttää myös jo valmiiksi asennettuja mittareita, vanhojen mittareiden hyödyntäminen mahdollistaa laitteistoinvestointien minimoimisen.

6.7 Mittarinluvun ulkoistaminen

Tällä hetkellä energiamittareiden luku Puolustushallinnon rakennuslaitoksessa on rutiininomaista toimintaa, joka työllistää muutenkin kiireisiä huoltohenkilöitä turhaan. Automaattiseen mittarinlukuun siirryttäessäkin järjestelmän ylläpito ja huolto vaatii henkilökunnan työpanosta. Mittaustoiminnan ostaminen ulkopuoliselta, pelkästään kyseiseen toimintaan keskittyneeltä yritykseltä voisi olla varteen otettava vaihtoehto.

Erityisesti ulkopuolinen kaukoluentapalvelu sopii alueille, joissa pienjännitejakeluverkko on rakennuslaitoksen omistuksessa. Tällöin voidaan käsitellä muuntoaseman jälkeistä verkkoa omana mittauspiirinään, jonka mittauksen voi antaa ulkopuolisen yrityksen hoidettavaksi. Sähkön toimittavan energiayhtiön vastuulle jäisi tällöin energianmittaus ostopisteelle asti./3/ Rakennuslaitoksen alueilla on myös omaa lämmön- ja käyttövedentuotantoa, jolloin niidenkin osalta koko jakeluverkko on rakennuslaitoksen hallinnassa.

Esimerkiksi kaukoluentapalveluita tarjoavalla Mitox Oy -yrityksellä on tarjolla kokonaisvaltainen palvelu kaukoluentajärjestelmään siirryttäessä: koko uuteen toimintatapaan siirtyminen konsultoinnista ja suunnitteluvaiheesta järjestelmän perustamisen kautta toimivaan mittarinluentaan ja kulutustietojen raportointiin asti voidaan antaa yrityksen toteutettavaksi. Tähän ratkaisuun päätyminen tarkoittaisi rakennuslaitoksen kannalta asian hoitamiseen kulutettavien voimavarojen minimoimista. Kuitenkin mittarikannan omistajallakin on hyvä olla kaukoluentajärjestelmien alalta riittävästi ammattitaitoa omaava henkilö, joka pystyy hoitamaan mittarikantaa ja asioita palveluntarjoajaan päin.

Jos koko mittausjärjestelmän muutosta ei haluta antaa ulkopuolisen hoidettavaksi, tarjoaa Mitox laajuudeltaan suppeampia palveluja. Esimerkiksi mittarikanta voi jäädä asiakkaan omistukseen, jolloin Mitoxin tehtäväksi jää pelkkä mittarinluenta ja kulutustietojen raportointi. Konsultointipalveluna teetetyt selvitykset perusteella erilaisten alueiden tarpeet mittarinluennan suhteen tulisi selvitettyä perusteellisesti. Selvityksen perusteella kullekin alueelle sopivin kaukoluentajärjestelmä on helpompi valita.

Haittana voidaan pitää mittausten luisumista ulkopuolisen palveluntarjoajan käsiin. Palveluntarjoajalla voi olla myös mittarikantaa koskevia rajoituksia, kuten pelkkien pulssimittareiden käyttö. Yleensä järjestelmät eivät kuitenkaan ole riippuvaisia tietyn valmistajan mittareista, vaan tiedonsiirto-ominaisuuksiltaan sopivat mittarit käyvät kaukoluentajärjestelmän osaksi.

7 KULUTUSSEURANTAOHJELMAAN LIITTYMINEN

7.1 Tilanne tällä hetkellä

Puolustushallinnon rakennuslaitoksessa on otettu käyttöön Insinööritoimisto Olof Granlund Oy:n kehittämä RYHTI-kulutusseurantaohjelma, jonka avulla voidaan tarkkailla sähkö- ja lämpöenergian, veden ja polttoaineiden käyttöä. Toistaiseksi toimintamalli on ollut riippuvainen ihmisvoimin tehdystä työstä, kun koko ketju mittarinluennasta lukematietojen tietokantasiirtoon on ollut täysin manuaalinen. Automaattiseen mittarinlukuun siirryttäessä on mahdollista siirtyä myös kulutusseurannan osalta kokonaan automaattiseen tiedonsiirtoon, jossa seurantaohjelman tietokanta on liitetty osaksi mittarinlukujärjestelmää. Kuitenkin osittainenkin kulutusseurantaketjun automatisointi vapauttaa työvoimaa tärkeämpiin ja mielekkäämpiin tehtäviin.

7.2 RYHTI-ohjelma

RYHTI-ohjelma koostuu neljästä moduulista, joita yhdistelemällä erilaisille yrityksille voidaan räätälöidä haluttu kokonaisuus/31/. Rakennuslaitoksen RYHTI-järjestelmä koostuu Perus-, Huolto-, HelpDesk-, Dokumentti-, Sopimus- ja KulutusRYHTI-moduuleista/7/. Liitteessä 2 on esitetty esimerkki KulutusRYHTI-ohjelman näkymästä.

KulutusRYHTI-ohjelmaan voidaan tallentaa kiinteistön sähkö- ja lämpöenergian, veden ja tarvittaessa vapaasti muodostettavien seurantakohteiden, kuten polttoaineiden, kulutustiedot. Ohjelman avulla seurataan kulutusten tavoitteenmukaisuutta ja poikkeamien havaitseminen helpottuu. Ohjelman SQL-tietokantaan (Structured Query Language) tallennetaan perustiedot kiinteistöistä, minkä ansiosta esimerkiksi kiinteistön pinta-alan tai tilavuuden perusteella on mahdollista verrata kulutuksia toisiaan vastaavien rakennusten välillä. Kulutushistoria on luettavissa ohjelmasta ja vertailu nykytilanteeseen on helppoa./31/

Ohjelmaan syötetään halutulla syklillä kiinteistön pää- ja alamittausten energia- ja vesimittarilukemat, joiden perusteella ohjelma laskee kuukausittaisen kulutuksen kullekin kulutuslajille./31/ Tarvittaessa myös valmiiksi laskettu kulutustieto on mahdollista tallentaa ohjelmaan. Jos mittarinlukutiedot on saatavissa, kulutuksen laskeminen erikseen ei ole tarkoituksenmukaista. Varsinkin polttoaineiden kohdalla tiedossa saattaa kuitenkin olla vain kulutetun tavaran määrä, jolloin kulutustiedon tallennusmahdollisuus on tarpeen.

Tietojen tuonti on mahdollista yksitellen kullekin rakennukselle tai massasiirtona tekstitiedoston tai taulukkolaskentaohjelman välityksellä. Ohjelma ottaa laskennassa huomioon mittarinlukupäivämäärän ja paikkakuntaakohtaisen lämmitystarveluvun/31/.

RYHTI-kulutus seurantaohjelmasta voidaan tuottaa raportteja graafisessa tai numeerisessa muodossa vuositasolta aina tuntitasoiseen raportointiin asti. Kiinteistölle sovitun, lasketun tai historiatietojen perusteella määritetyn tavoitekulutuksen avulla kulutuspoikkeamat voidaan havaita raportoinnin yhteydessä helposti. Ohjelman tuottamat raportit voidaan lukea tietokoneen näytöltä, tulostaa paperille tai niitä voidaan käsitellä taulukkolaskentaohjelmalla./31/

7.3 Liittymismahdollisuudet

Rakennuslaitoksen tietojenkäsittely tapahtuu puolustusvoimien suljetussa verkossa. Tämä käytännössä estää kulutus seurantaohjelman suoran liittämisen rakennuslaitoksen kiinteistöautomaatioverkkoon, vaikka RYHTI-kulutus seurantaohjelman SQL-tietokanta liittämisen mahdollistaisikin./7/

Rakennuslaitoksen tapauksessa helpoin tapa siirtää automaattisesti luetut mittarilukemat RYHTI-ohjelmaan on sähköisessä muodossa olevan tekstitiedoston tallennus tietokantaan. Ohjelmaan määritellään tiedostokansio, johon tekstitiedosto tallennetaan. Tiedosto voi olla mikä tahansa ASCII-muotoinen (American Standard

Code for Information Interchange) tekstitiedosto, joka sisältää mittarin yksilöivän tunnuksen, mittarilukeman ja lukuajankohdan./7/

Ohjelma hakee tiedoston kansioista, tulkitsee sisällön ja tallentaa lukemat mittarin yksilöintitunnuksen perusteella tietyn rakennuksen kulutustietoihin. Tietojen tallennus on mahdollista suoraan alueelta, jolta lukemat on kerätty. Tosin mahdollisten tiedonsiirto-ongelmien ilmetessä alueella ei ole riittävästi ammattitaitoa automaattiseen tietojenkäsittelyyn liittyvien ongelmien ratkaisemiseksi. Tällaisessa tilanteessa apuun on riennettävä yleensä toimistolta, mistä taas seuraa ylimääräisiä kuluja ja vaivaa./7/ Keskitetty tiedonsiirto toimistolta käsin poistaisi tämän ongelman, mutta toisaalta se lisää rutiininomaista työtä, joka voitaisiin hoitaa myös hajautetusti.

Jos päädytään mittauspalvelun ostoon ulkopuoliselta palveluntarjoajalta, tiedonsiirto kulutusseurantaohjelmaan ei muodostu yhtään hankalammaksi. Palvelun toimittaja voi lähettää tarkastetut tiedot tiedostona sähköpostin välityksellä. Mahdollista on myös kulutuksen seuranta Internetin välityksellä./30/ Vastaanotetut tiedot ovat siirrettävissä RYHTI-ohjelmaan tiedostomuodosta riippuen joko sellaisenaan tai muodostamalla tiedoista yhteensopiva tekstitiedosto.

8 PÄÄTELMÄT

8.1 Pulssimittaus vai sarjaliikenne

Yleisesti hyväksytyjen standardien puute vaivaa energiamittareiden kaukoluentaan siirtymistä. LON-kenttäväylästä on odotettu ratkaisua standardiongelmaan, mutta ainakaan toistaiseksi sekään ei ole itseään läpi lyönyt. Mittareiden lähettämiin pulsseihin perustuva kaukoluenta on poistumassa ajan myötä. Pulssimittauksen ongelmat liittyvät mittaustavan epätarkkuuteen. Asiakkaan mittarista tarkastaman lukeman ja kaukoluentajärjestelmän välittämän kulutustiedon välillä voi esiintyä ristiriitaisuuksia, kun pulssinkeräin ei olekaan kyennyt vastaanottamaan kaikkia lähetettyjä signaaleja./3/

Suoraan mittarilukeman välittävä, sarjaliikenteeseen perustuva tiedonsiirto on pulssimittausta luotettavampi tapa kerätä kulutustietoja. Kuitenkin joidenkin energiamuotojen mittaukseen, erityisesti vesimittareihin, ei vielä ole laajasti saatavilla pulssimittausta edistyneempiä tiedonsiirtotapoja./4/

Nykyaikaiset mittarit keräävät pelkän energiankulutustiedon lisäksi paljon muutakin tietoa järjestelmästä. Sähkökatkorekisterit, huipputeholaskurit ja vieläkin kehittyneemmät sähkönlaadun analysointiin liittyvät ominaisuudet voidaan liittää kaukoluentajärjestelmiin. Mittarien näiden tietojen perusteella muodostamien rekisterien luku ei ole mahdollista pulssitekniikalla. Tulevaisuuden tarpeisiin soveltuva tiedonsiirtoa mietittäessä ainoa vaihtoehto on siis väylätekniikkaan perustuva automaattinen mittarinlukujärjestelmä.

8.2 Mittarinlukujärjestelmä

Nykyinen toimintamalli energianmittauksessa Puolustushallinnon rakennuslaitoksessa ei voi jatkua pitkään. Varuskunta-alueilla toimivien tahojen lisääntyessä on lähes jokaiseen rakennukseen järjestettävä sähkön, lämmön ja veden kulutuksen mittaus. Nykyistä useampien mittareiden luenta manuaalisesti taas ei ole nykyisillä tehokkuusvaatimuksilla mahdollista. Täten ainoaksi vaihtoehdoksi jää mittarien luennan jonkin asteinen automatisointi.

Seuraavassa on esitetty kolme toteuttamiskelpoista vaihtoehtoa Puolustushallinnon rakennuslaitoksen kaukoluentajärjestelmiksi.

Vaihtoehto 1

Puolustushallinnon rakennuslaitoksen kohteisiin sopii Kamstrupin valmistama, vapaalla radiotaajuudella toimiva kaukoluentajärjestelmä. Järjestelmä ei ole kokonaan automaattinen, vaan perustuu lukemien keräämiseen kädessä pidettävään terminaaliin. Järjestelmä kuitenkin helpottaa huomattavasti mittarinluentaa verrat-

tuna nykytilanteeseen, vaikka sitookin alueittain yhden henkilön työpanoksen ainakin kerran kuukaudessa.

Järjestelmä soveltuu rakennuslaitoksen kohteisiin edullisten perustamiskustannustensa puolesta. Rakennuslaitoksen kohteissa ei myöskään tarvita tunneittain kerättävää lukematietoa, vaan kuukausittainen kulutustieto riittää. Tällöin on turhaa käyttää paljon tietoa tuottavaa, tunneittain lukemat keräävää järjestelmää.

Tulevaisuudessa järjestelmän laajentaminen on helppoa. Uusi mittari tarvitsee ainoastaan varustaa radiomoduulilla, minkä jälkeen etäluenta on mahdollista. Vastaavasti mittarien poisto järjestelmästä ei aiheuta mitään ylimääräisiä ohjelmointeja, vaan mittarin siirtäminen pois alueelta riittää.

Tämän järjestelmän suuri heikkous on sitoutuminen yhden valmistajan mittalaitteisiin. Jos rakennuksessa on sekä sähkö-, lämpö-, että vesimittarit, ainakin lämpöenergiamittarin on oltava Kamstrupin valmistama radiomoduulin asennuksen mahdollistamiseksi. Kaksi muuta mittaria voidaan liittää moduulin pulssituloihin.

Vaihtoehto 2

Toinen toteuttamiskelpoinen, kokonaan automaattinen mittarinlukujärjestelmä on Tekmannin EMNet-järjestelmä. Järjestelmän kapasiteetti riittää varmasti tämän hetken ja tuleviin tarpeisiin suurimmillakin varuskunta-alueilla. Mahdollisuus olemassa olevan Ethernet-väylän käyttöön tiedonsiirrossa alentaa perustamiskustannuksia.

Hyvää on myös tiedonsiirto sarjamuotoisena, jolloin pulssien laskentaan liittyvistä ongelmista päästään eroon. Tämä järjestelmä ei ole myöskään riippuvainen mittarivalmistajista, vaan mittarit voidaan hankkia parhaan tarjouksen perusteella. Järjestelmän huono puoli on Ethernet-verkon laajennus rakennuksiin, joissa sitä ei valmiina ole. Asennus saattaa olla hankala toteuttaa rakennetulla alueella erillään sijaitseviin rakennuksiin.

Vaihtoehto 3

Kolmas, varsinkin rakennuslaitoksen suuremmilla alueilla toteuttamiskelpoinen vaihtoehto on mittaustoiminnan ulkoistaminen. Toiminnan tehokkuusvaatimusten kasvaessa jää yhä vähemmän aikaa toisarvoisille, rutiininomaisille työtehtäville. Tiettyjen tehtävien, kuten energiamittareiden kaukoluentapalvelun, ostaminen ulkopuoliselta, kyseiseen toimintaan erikoistuneelta yritykseltä voi olla järkevää.

8.3 KulutusRYHTI-ohjelmaan liittyminen

Kulutus seurantaohjelmaan liittyminen on Puolustushallinnon rakennuslaitoksen siirtyessä energia- ja vesimittareiden kaukoluentaan tärkeässä asemassa järjestelmän ominaisuuksia valittaessa. Mahdollisimman helppo tiedonsiirto mittarinluku järjestelmän ja KulutusRYHTI-ohjelman välillä on yksi tavoiteltava hyöty, kun nykyjärjestelmää uudistetaan.

KulutusRYHTI-kulutus seurantaohjelman ominaisuudet mahdollistavat automaattisen mittarinluku järjestelmän liittämisen suoraan ohjelman tietokantaan. Käytännön olosuhteet rakennuslaitoksessa ja sen asiakkaiden vaatimukset kuitenkin estävät kokonaan automaattisen tiedonsiirron.

Rajapinta KulutusRYHTI-ohjelman tietokantaan voidaan kuitenkin toteuttaa yksinkertaisella tekstitiedostolla, joka sisältää mittarin tunnuksen, luentapäivämäärän ja itse mittarin lukeman. Tiedoston tallennus KulutusRYHTI-ohjelmaan määriteltyyn kansioon voidaan suorittaa suoraan alueella, josta lukematiedot on kerätty. Tällöin tietojen lähettelyltä eteenpäin, esimerkiksi paikallistoimistoihin, vältytään ja mittarinluenta voidaan suorittaa kokonaisuudessaan hajautetusti rakennuslaitoksen alueilla.

9 YHTEENVETO

Tässä työssä selvitettiin Puolustushallinnon rakennuslaitoksen Tampereen paikallistoimiston alueen toimipaikoille sopivaa energia- ja vesimittareiden kaukoluentajärjestelmää. Toteuttamiskelpoisia järjestelmiä löytyi toteutuessaankin työvoimaa sitovasta radiokaukoluennasta mittaustoiminnan kokonaisvaltaiseen ulkoistamiseen.

Työn tarkoituksena oli erityisesti vertailla järjestelmien tiedonsiirtotapoja ja käytettävyyttä. Kaukoluentajärjestelmään siirtymisestä aiheutuvien kustannusten vertailu ei ollut työn tarkoitus, eikä sitä käytännössä voinut suorittaa suurpiirteistä arviointia tarkemmin. Ennen tarkempaa taloudellista tarkastelua on selvitettävä ainakin hankittavan järjestelmän laajuus, järjestelmästä saatavien raporttien laatu, mahdolliset kaapelointireitit sekä mittarikannan uusimistarve.

Energiamittareiden kaukoluentaan liittyvät järjestelmät ovat tällä hetkellä alan polttopisteessä. Markkinoilla on jo tällä hetkellä useita valmistajia ja markkinat ovat jatkuvassa kasvussa. Päätöksen kaukoluentaan siirtymisestä syntyessä myös Puolustushallinnon rakennuslaitoksella on varmasti hyvät mahdollisuudet löytää tarpeisiinsa sopiva kaukoluentajärjestelmä.

LÄHTEET

Painetut lähteet

- 1 Piikkilä, Veijo, LONWorks-tekniikan perusteet. Tammertekniikka. Tampere 2004.
- 2 Schneider Electric. Transparent Ready™ Technical Guide 2006

Painamattomat lähteet

- 3 Kuosmanen, Tuomo, tuotepäällikkö, Mitox Oy. Keskustelu 25.10.2006
- 4 Liukkonen, Raimo, myynti-insinööri, Kamstrup A/S. Keskustelu 25.10.2006
- 5 Salo, Aarne, sähköpäällikkö, PhRakL Tampereen paik.tsto. Keskustelut kesä 2006
- 6 Salo, Aarne, sähköpäällikkö, PhRakL Tampereen paik.tsto–
Kataja, Pekka, turvallisuusinsinööri, Pääesikunnan turvaosasto. Puhelinkeskustelu 12.10.2006
- 7 Tuominen, Miikka, sähköinsinööri. Keskustelu 11.10.2006

Sähköiset lähteet

- 8 Auma. Electric actuators Information with fieldbus interface. [www-sivu]. [viitattu 21.9.2006] Saatavissa: http://www.auma.com/uploads/media/sp_imports/prospekte/steuerungen/feldbus/in_feldbus_en.pdf
- 9 Comsel System Oy. [www-sivu]. [viitattu 13.9.2006] Saatavissa: <http://www.comsel.fi/finnish/amr.htm>
- 10 DLMS User Association. [www-sivu]. [viitattu 10.10.2006] Saatavissa: http://www.dlms.com/en/faq/Q_A.htm

- 11 Enermet Oy. [www-sivu]. [viitattu 5.10.2006] Saatavissa:
http://www.enermet.com/fi/metering/Iv_plc.php
- 12 Enermet Oy. [www-sivu]. [viitattu 18.9.2006] Saatavissa:
<http://www.enermet.com/fi/metering/gsm.php>
- 13 Heikkinen, Jarmo J., RE: Energiamittareiden radioluenta.
[sähköpostiviesti]. 19.10.2006.
- 14 IntelliCom. [www-sivu]. [viitattu 21.9.2006] Saatavissa:
<http://www.intellicom.se/modbus.shtml>
- 15 Kamstrup A/S. [www-sivu]. [viitattu 19.9.2006] Saatavissa:
http://www.kamstrup.com/contents/tech_info/data_sheets/skema/data/for%20EVL/5810-414fi.pdf
- 16 Kamstrup A/S. [www-sivu]. [viitattu 19.9.2006] Saatavissa:
http://www.kamstrup.com/contents/tech_info/manuals/5512-069-FI-SE-GB.pdf
- 17 Kamstrup A/S. [www-sivu]. [viitattu 20.9.2006] Saatavissa:
http://www.kamstrup.com/contents/tech_info/leaflets/5811-220GB.pdf
- 18 Kamstrup A/S. [www-sivu]. [viitattu 20.9.2006] Saatavissa:
http://www.kamstrup.com/contents/tech_info/manuals/FI/5512-255-FI.pdf
- 19 Kamstrup A/S. [www-sivu]. [viitattu 5.10.2006] Saatavissa:
www.kamstrup.com/contents/tech_info/data_sheets/skema/data/for%20el/gsm5i/5810-477gb.pdf
- 20 Kamstrup A/S. [www-sivu]. [viitattu 5.10.2006] Saatavissa:
www.kamstrup.com/contents/tech_info/data_sheets/skema/data/for%20el/gsm5i_RF/5810-518-GB.pdf
- 21 Kamstrup A/S. [www-sivu]. [viitattu 5.10.2006] Saatavissa:
http://www.kamstrup.com/contents/tech_info/data_sheets/skema/data/for%20el%20and%20heat/Mbus%20master/5810-197gb.pdf
- 22 Kamstrup A/S. [www-sivu]. [viitattu 5.10.2006] Saatavissa:
http://www.kamstrup.com/contents/tech_info/manuals/5512-159-GB.pdf

- 23 KamstrupA/S. [www-sivu]. [viitattu 6.10.2006] Saatavissa:
http://www.kamstrup.com/contents/tech_info/data_sheets/skema/calculators/MULTICAL401/5810-463fi.pdf
- 24 Karkkulainen, Toma, Sähkölaitteiden kaukoluennan kannattavuus ja käyttöönotto sähköverkkoyhtiössä. Diplomityö. Lappeenranta teknillinen yliopisto. Energia- ja ympäristötekniikan osasto. Lappeenranta. [www-sivu]. [viitattu 30.9.2006] Saatavissa:
http://www.ee.lut.fi/fi/tutkimus/Diplomityo_Karkkulainen.pdf
- 25 Lehtinen, Tero. RE: EMNet-järjestelmä. [sähköpostiviesti]. 20.10.2006.
- 26 Matikainen, Mika, Kaukoluennamittareiden käyttö ja kannattavuus sähköjakeluverkoissa. Seminaarityö. Lappeenranta teknillinen yliopisto. Sähkömarkkina-laboratorio. [www-sivu]. [viitattu 12.9.2006] Saatavissa:
http://www.ee.lut.fi/fi/opi/kurssit/Sa2710800/matikainen_kaukoluennamittareiden_kaytto_ja_kannattavuus.pdf
- 27 Mitox Oy. [www-sivu]. [viitattu 25.9.2006] Saatavissa:
http://www.mitox.fi/images/Mitox_tul.pdf
- 28 Mitox Oy. [www-sivu]. [viitattu 25.9.2006] Saatavissa:
http://mitox.fi/pdf/Mitox-kiinteistön_energianhallinta_midres.pdf
- 29 Mitox Oy. [www-sivu]. [viitattu 25.9.2006] Saatavissa:
http://mitox.fi/pdf/Mitox_energianmittausratkaisujen_asiantuntemus_midres.pdf
- 30 Mitox Oy. [www-sivu]. [viitattu 25.9.2006] Saatavissa:
http://mitox.fi/pdf/Mitox-energiatietojen_raportointi_midres.pdf
- 31 Motivan julkaisu 2/2001. Kulutus seurantaohjelmistot ja -palvelut. [www-sivu]. [viitattu 5.10.2006] Saatavissa:
<http://www.motiva.fi/attachment/f16d4d543f99d7a59f54560a69063a0e/f5ff0dac7967cd255dd824fa1de25d91/kulutusseuranta.pdf>*
- 32 Puolustushallinnon rakennuslaitos. [www-sivu]. [viitattu 13.9.2006] Saatavissa:
[http://www.phrakl.fi/phrakl/Publish.nsf/\\$all/29E9D8BF8EA83C04C2256FC50042E0EF](http://www.phrakl.fi/phrakl/Publish.nsf/$all/29E9D8BF8EA83C04C2256FC50042E0EF)

- 33 Puolustushallinnon rakennuslaitos. [www-sivu]. [viitattu 13.9.2006]
Saatavissa:
[http://www.phrakl.fi/phrakl/Publish.nsf/\\$all/B66205203EBD001FC2256FC50042D01C](http://www.phrakl.fi/phrakl/Publish.nsf/$all/B66205203EBD001FC2256FC50042D01C)
- 34 Puolustushallinnon rakennuslaitos. [www-sivu]. [viitattu 13.9.2006]
Saatavissa:
[http://www.phrakl.fi/phrakl/Publish.nsf/\\$all/26B62B5136E29966C2256FC70048CC8C](http://www.phrakl.fi/phrakl/Publish.nsf/$all/26B62B5136E29966C2256FC70048CC8C)
- 35 Puolustushallinnon rakennuslaitos. [www-sivu]. [viitattu 13.9.2006]
Saatavissa:
[http://www.phrakl.fi/phrakl/Publish.nsf/\\$all/4893ECCEFBB08E53C2256FC50042B92D](http://www.phrakl.fi/phrakl/Publish.nsf/$all/4893ECCEFBB08E53C2256FC50042B92D)
- 36 Puolustushallinnon rakennuslaitos. [www-sivu]. [viitattu 13.9.2006]
Saatavissa:
[http://www.phrakl.fi/phrakl/Publish.nsf/\\$all/CF2274585142AD9CC2256FC7004932F9](http://www.phrakl.fi/phrakl/Publish.nsf/$all/CF2274585142AD9CC2256FC7004932F9)
- 37 Rantanen, Pasi, RE: DLMS/COSEM. [sähköpostiviesti]. 16.10.2006.
- 38 Tekmanni Oy. EMNet-energianmittausjärjestelmä – energiakustannukset kuriin. [www-sivu]. [viitattu 13.9.2006] Saatavissa:
<http://www.tekmanni.fi/attachment.asp?section=6834&Item=9187>

Kohde / Mittari Numero	Puolustushallinnon rakennuslaitos				Lukulomake TRE ALUE sähkö	
	Edellinen	Lukupäivä	Uusi	Lukupäivä	Nimimerkki	Huomautukset
13050056 lämmin varasto 1						
13050056 30 Sähkömittari 40048004	61129	15.12.2005				Päiväsähkö
13050003 esikunta						
13050003 30 Sähkömittari 26699099	185325	15.12.2005				Päiväsähkö
13050029 autokatos						
13050029 30 Sähkömittari 18299882	25817	15.12.2005				Päiväsähkö
13050039 autohuoltola						
13050039 30 Sähkömittari 6414160	5743	30.12.2002				Päiväsähkö
13050040 korjaamorakennus						
13050040 30 Sähkömittari PK1 14350086	13961	15.12.2005				Päiväsähkö
13050040 31 1 Sähkömittari PK2 1614228	59698	15.12.2005				Päiväsähkö
13050040 31 2 Sähkömittari PK2 Val 1583810	800571	15.12.2005				Päiväsähkö
13050040 31 3 Sähkömittari PK2_Kälvikkö C187205	334789	15.12.2005				Päiväsähkö
13050046 varasto						
13050046 30 Sähkömittari 22431231	44944	31.12.2003				Päiväsähkö
13050051 puut.varasto						
13050051 30 Sähkömittari 18431769	1248	15.12.2005				Päiväsähkö
13050053 Suunnittelupaja						
13050053 30 Sähkömittari 18026975	45144	15.12.2005				Päiväsähkö
13050057 lämmin varasto 2						
13050057 30 Sähkömittari 40024563	101191	15.12.2005				Päiväsähkö
13050058 lämmin varasto 3						
13050058 30 Sähkömittari 1827934	70630	15.12.2005				Päiväsähkö
13050067 nokivarasto						
13050067 30 Sähkömittari 6343756	9476	15.12.2005				Päiväsähkö

Kohde / Mittari Numero	Edellinen	Lukupäivä	Uusi	Lukupäivä	Nimimerkki	Huomautukset
13050076 varasto						
13050076 30 Sähkömittari 5698345	60749	22.8.2006				Päiväsähkö
13050076 31 Sähkömittari Varavoima C106555	204	15.12.2005				Päiväsähkö
13050036 varasto						
13050036 30 Sähkömittari 18431773	39682	15.12.2005				Päiväsähkö
13050059 varasto						
13050059 30 Sähkömittari 18340290	27652	15.12.2005				Päiväsähkö
13050064 varasto						
13050064 30 Sähkömittari 22431218	61891	15.12.2005				Päiväsähkö
13050066 varasto						
13050066 30 Sähkömittari 22431237	62275	15.12.2005				Päiväsähkö
13050068 ajoneuvokatos						
13050068 30 Sähkömittari 123535	36411	15.12.2005				Päiväsähkö
13050072 varasto						
13050072 30 Sähkömittari 366827	419949	15.12.2005				Päiväsähkö
13050073 varasto						
13050073 30 Sähkömittari 93708	456057	15.12.2005				Päiväsähkö
13050074 varasto						
13050074 30 Sähkömittari 93711	411988	15.12.2005				Päiväsähkö
13050075 varasto						
13050075 30 Sähkömittari 93712	487483	15.12.2005				Päiväsähkö
13050060 LÄMPÖKESKUS						
1305D060 30 Sähkömittari 1618439	9907	15.12.2005				Päiväsähkö
1305 ALUE						
1305IPP 30 Sähkömittari 1905269	96661	15.12.2005				Päiväsähkö
1305Sonera 30 Sähkömittari 22431385	63298	15.12.2005				Päiväsähkö

KulutusRYHTI-ohjelman esimerkinäkymä

KULUTUS 3.9
Tiedosto Muokkaa Näytä Ohje

Alueelle perustetut rakennukset

- 13050003 esikunta
 - 13050003 20 Lämpömittari
 - 13050003 H20 Lämpömittari
 - 13050003 30 Sähkömittari
 - 13050003 40 KV-mittari
- 13050021...0024 VARASTOT
- 13050029 autokatos
- 13050036 varasto
- 13050036...0075 VARASTOT
- 13050039 autohuoltola
- 13050040 korjaamorakennus
- 13050046 varasto
- 13050051 puut.varasto
- 13050053 Suunnittelupaja
- 13050056 lämmin varasto 1
- 13050057 lämmin varasto 2
- 13050058 lämmin varasto 3
- 13050059 varasto

Rakennukseen perustetut mittarit

Tunnus	Nimi
1305 13050003	13050003 20 Lämpömittari
1305 13050003	13050003 H20 Lämpömittari
1305 13050003	13050003 30 Sähkömittari
1305 13050003	13050003 40 KV-mittari

Valitun rakennuksen mittarit

Mittarilukemat | Lukulomakkeet | Raportit | Tallennetut raportit | Liitetyt mittarit | Attribuutit

Päivämäärä	Lukema (Mittarilukema)	Nimimerkki	X
15.12.2005	185 325	nn	
21.12.2004	108 975	nn	
30.12.2003	28 765	nn	
30.12.2002	148 338	nn	
28.12.2001	69 136	nn	
29.12.2000	98 074	nn	
31.12.1999	32 204	nn	
31.12.1998	70 143	nn	
30.12.1997	13 360	nn	

Valitun mittarin viimeisimmät mittarilukemat

Uusi...

Muokkaa...

Poista...

X = Mittarin vaihto

Välilehtiä valitsemalla ohjelman muita ominaisuuksia saadaan esiin