



ENERGIAN MITTAUSTIEDON HYÖDYNTÄMINEN

Vesa Laakkonen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2015
Talotekniikka
Sähköinen talotekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma
Sähköinen talotekniikka

LAAKKONEN, VESA:
Energian mittaustiedon hyödyntäminen

Opinnäytetyö 39 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Toukokuu 2015

Energian mittaustietoa saadaan tällä hetkellä hyvin paljon. Sähkön-, veden- ja kaukolämmön kulutusta voidaan mitata jopa tunnin tarkkuudella. Lisäksi kiinteistöissä voi olla monia eri mittareita, joiden avulla kiinteistöjen eri osia, esimerkiksi keittiön vedenkulutusta, voidaan mitata. Mittaustiedon avulla voidaan tarkkailla kulutuksia ja puuttua poikkeamiin. Tampereen Tilakeskus Liikelaitos hallinnoi noin 800:aa kiinteistöä, joiden huolto- ja kunnossapidosta Tilakeskus vastaa noin 40-prosenttisesti. Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin teoreettisesti mittaustietoa ja sen hyödyntämistä. Lisäksi selvitettiin, mitä Tilakeskuksen kiinteistöistä tällä hetkellä mitataan ja miten seuranta tulee muuttumaan tulevaisuudessa. Käyttäjäkyselyn avulla selvitettiin, miten tietoa tällä hetkellä hyödynnetään. Kyselyn perusteella tunnistettiin ongelmat seurannassa ja laadittiin parannusehdotuksia.

Tuntimittaustiedon avulla voidaan havaita vikatilanteita tai puuttua tarkasti eri järjestelmien käyttämiin kulutuksiin, esimerkiksi mietittäessä niiden energiatehokkuutta. Kuukausimittauksia voidaan nopeasti vertailla edellisten vuosien kuukausimittauksiin ja tarkistaa, ettei merkittäviä muutoksia ole tapahtunut. Tällä hetkellä suurimmasta osasta Tilakeskuksen kiinteistöistä saadaan sähkön- ja kaukolämmön kulutus tunnin tarkkuudella, vedenkulutus luetaan vielä manuaalisesti ja tieto saadaan harvemmin. Tulevaisuudessa myös vedenkulutusta tullaan mittaamaan tarkemmin, kuten myös kaikkia lämmöntuottoon käytettyjä energiamuotoja. Tällä hetkellä Tilakeskuksessa mittaustiedon seuranta on satunnaista. Käyttäjäkyselyn perusteella mittaustietoa pidettiin hyödyllisenä, mutta tiedon tulkitsemisessa oli eroja. Vastausten perusteella kaikkea saatavilla olevaa tietoa ei hyödynnetä tai hyödyntäminen on liian satunnaista. Suurin ero vastaajien välillä löytyi näkemyksessä siitä, kenelle seuranta kuuluisi.

Käyttäjäkyselyn perusteella laadittiin kehitysehdotuksia, joiden avulla mittaustiedon seuraaminen olisi Tilakeskuksella johdonmukaisempaa. Tärkein asia mittaustiedon hyödyntämisessä on, että siitä on laadittu suunnitelma yritykselle tai yhteisölle. Suunnitelmassa tulee esitellä ja aikatauluttaa eri henkilöiden tehtävät, miten mittaustietoa tulkitaan ja miten siitä raportoidaan eteenpäin.

Asiasanat: energiankulutus, kulutusseuranta, mittaustieto, energiatehokkuus

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
Electrical Building Services Engineering

VESA LAAKKONEN:
Exploitation of Energy Measurement Data

Bachelor's thesis 39 pages, appendices 3 pages
May 2015

Nowadays energy measurement data is available in many different sources. The consumption of electricity, water and ground heat can be measured with the accuracy of one hour. Energy measurement data can be used for monitoring usage and detecting faults.

This thesis examined how energy measurement data is monitored in the Tampere Real Estate Services. In addition, the aim was to find suggestions for development-to allow broader exploitation of the measurement data.

The benefits of the energy measurement data are examined theoretically in this thesis. A questionnaire was sent to persons who are involved in monitoring measurement data to find out how they use the data and what kind of changes in monitoring practices they would like to see.

The results of the survey were drawn up into clear graphical charts. Based on the survey, suggestions were made how Tampere Estate Services could benefit more from the measurement data.

Key words: energy, electricity, measurement, consumption

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TAMPEREEN TILAKESKUS LIIKELAITOS.....	7
2.1	Tietojärjestelmät	8
2.1.1	Haahtela-Real estate system.....	9
2.1.2	Valvomot.....	10
2.2	Energiankäytön tehostamishankkeet.....	10
2.2.1	TAPRE-hanke	11
2.2.2	Energiakatselmukset	11
3	MITTAUSTIETO.....	13
3.1	Lainsäädäntö	13
3.2	Sähköenergian mittaus ja kaukoluenta	13
3.3	Mittaustiedon hyödyntäminen	14
3.4	Kulutusseuranta	15
4	ENERGIANMITTAUS TILAKESKUKSESSA	18
4.1	Nykyhetki.....	18
4.1.1	Sähköenergian mittaus	18
4.1.2	Kaukolämpöenergian mittaus.....	19
4.1.3	Vedenkulutuksen mittaus.....	20
4.1.4	Energiamittausten seuranta huoltotoiminnassa.....	20
4.2	Tulevaisuudessa	20
4.2.1	Sähköenergian mittaus	21
4.2.2	Lämmitysenergian mittaus	22
4.2.3	Vedenkulutuksen mittaus	23
5	KÄYTTÄJÄKYSELY	24
5.1	Käyttäjäkyselyn tulokset.....	24
6	TEKNISET JA TOIMINNALLISET EHDOTUKSET	32
6.1	Käyttäjäkyselyssä esille tulleet ehdotukset.....	32
6.2	Ehdotukset kulutusseurannalle.....	32
7	PÄÄTÄNTÄ	34
	LÄHTEET.....	35
	LIITTEET	37
	Liite 1. Käyttäjäkysely	37

LYHENTEET

AMR	Automatic Meter Reading, automaattinen mittarinluenta
ATK	Automaattinen tietojenkäsittely
COS φ	Tehokerroin, pätötehon suhde näennäistehoon
GPRS	General Packet Radio Service, pakettikytkentäinen datapalvelu
GSM	Global system for Mobile Communications, matkapuhelinjärjestelmä
Normeeraus	Lämpötilakorjattu kulutus normaalivuoteen nähden
KVar	Kilovaritunti, loisteho
KWh	Kilowattitunti, pätöteho
LonWork	Local Operating Network
Lämmitystarveluku	Rakennuksen lämmitysenergian tarvetta kuvaava luku
PLC-luenta	Power Line Communication Sähköverkon kautta tapahtuva luenta
SMS	Short Message Service, tekstiviesti
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
THD	Total Harmonic Distortion, harmoninen kokonaissärö
Tuntimittaus	Tunneittain mitattava lukema
Validointi	Tarkistetaan, että saadut tulokset täyttävät asetut kriteerit

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Tampereen Tilakeskukselle ja työssä perehdyttiin, miten energiaa mitataan Tilakeskuksen kiinteistöissä, miten sitä seurataan tällä hetkellä ja miten mittaustietoa voitaisiin hyödyntää paremmin. Työn idea syntyi siitä, että tällä hetkellä energian mittaustietoa löytyy hyvin paljon, mutta sitä ei hyödynnetä läheskään niin paljoa kuin olisi mahdollista.

Työssä käytetään hyväksi Tampereen kaupungin rakennusautomaatiojärjestelmien suunnitteluohjetta. Sitä apuna käyttäen tarkasteltiin tulevien kohteiden mitattavia suureita sähkön-, veden- ja kaukolämmön energiamittauksista. Energiamittauksille pohdittiin hyödyntämismahdollisuuksia. Käyttäjäkyselyn avulla laadittiin ehdotuksia, miten Tilakeskuksessa voitaisiin alkaa hyödyntää mittaustietoa arkipäiväisessä työelämässä enemmän.

Energiankäytön seurannalla ja tuntimittauksiin perehtymällä voidaan tehostaa energiankäyttöä ja havaita vikatilanteita. Motiva on energiakatselmuksista keräämien tietojen perusteella arvioinut sähköenergian säästöpotentiaaliksi palvelusektorilla 6 prosenttia ja Tampereen kaupunki on sitoutunut vähentämään energiankäyttöä 9 prosenttia vuoteen 2016 mennessä.

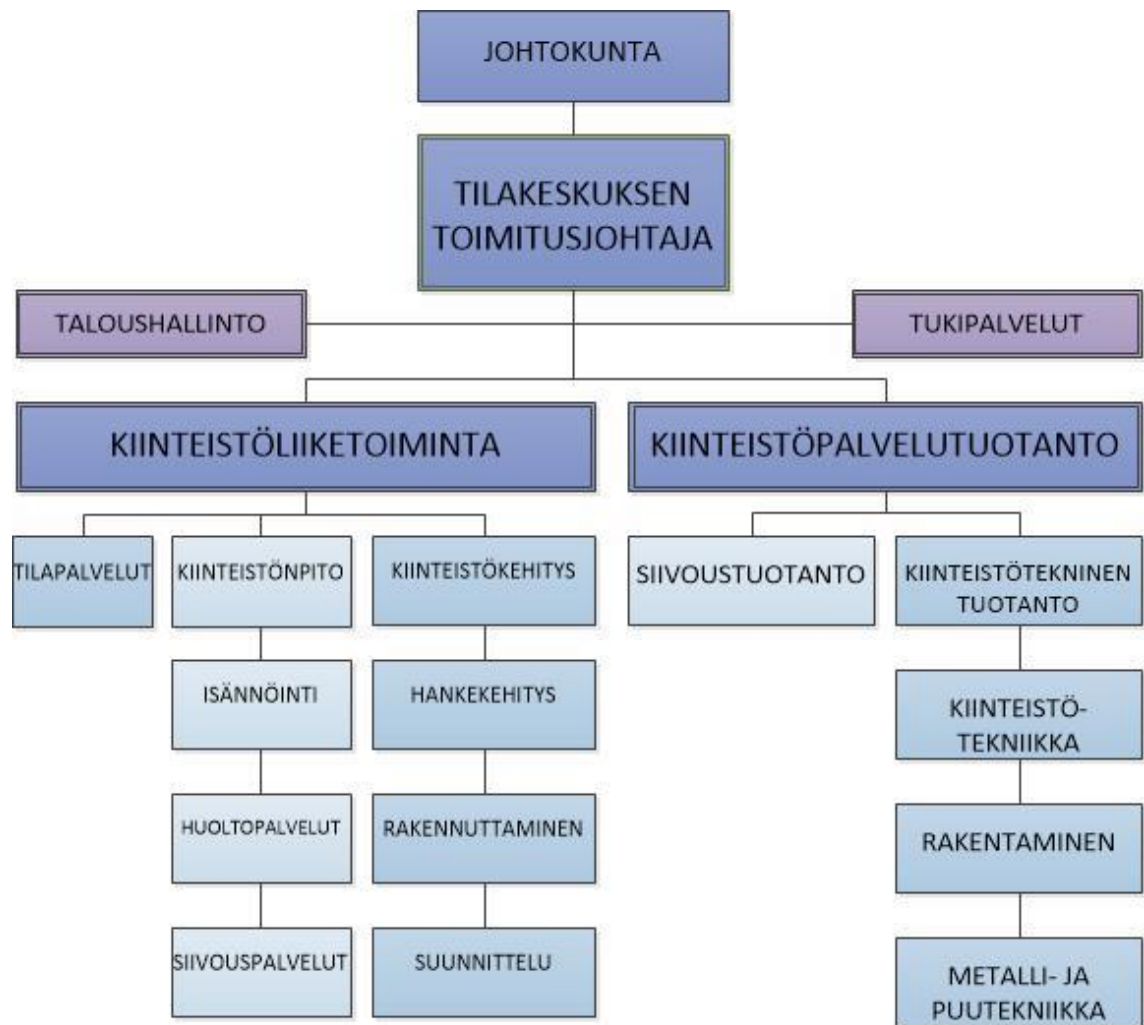
2 TAMPEREEN TILAKESKUS LIIKELAITOS

Tilakeskus on kunnan ja kuntalaisten toimintaa tukeva palveluorganisaatio, joka luo palveluillaan hyvät edellytykset kunnallisille palveluille. Tilakeskuksen tehtävänä on huolehtia Tampereen kaupungin noin 800 rakennuksen monikäyttöisyydestä, tarkoituksen mukaisesta käytöstä ja arvon säilymisestä. Lisäksi Tilakeskuksen hallinnassa on ulkoa vuokrattuja kiinteistöjä. [1].

Tilakeskuksen toiminta jakaantuu kahteen päätoimialaan; kiinteistöliiketoimintaan ja kiinteistöpalvelutuotantoon, joihin taloushallinto ja tukipalvelut tarjoavat palveluitaan (KUVIO 1).

Kiinteistöliiketoiminnassa työskentelee noin 45 henkilöä. Kiinteistönpitotoiminta huolehtii kiinteistöomaisuuden arvon hallinnasta ja kiinteistöjen tehokkaasta huolehtimisesta. Yksikön toiminta jakaantuu isännöintiin, tila- ja käyttäjäpalveluihin sekä kiinteistöpalveluihin. Ennakoiva kiinteistönpito turvaa kiinteistöjen toimivuuden sekä taloudellisen ylläpidon korjaustarve- ja energiaselvityksillä. [1].

Kiinteistöpalvelutuotanto huolehtii tämän hetkisten kiinteistöjen ylläpidosta. Yksikössä työskentelee noin 370 henkilöä, joista 180 siivoustuotannossa. Kiinteistötekniinen tuotanto käsittää sisällään kiinteistötekniikan yksikön, rakentamisen sekä metalli- ja puutekniikan. Kiinteistötekniinen tuotanto korjaa kiinteistöjen vikoja ja tekee muutostöitä pienistä keikoista aina suurempiin perusparannuksiin. Uudisrakennukset ja isot saneeraukset teetetään yleensä yksityisillä toimijoilla. Kiinteistötekniisessä tuotannossa työskentelee 16 huoltomiestä, 32 sähköasentajaa ja 17 LVI-asentajaa. Lisäksi yksikköön kuuluu ennakoiva huolto- ja kunnossapito, joka työllistää kolme henkilöä.



KUVIO 1. Tilakeskuksen organisaatiokaavio.

Tilakeskuksen kunnossapidettävien kiinteistöjen bruttopinta-ala on noin 1 326 000 m². Oman kiinteistöttekniikan osuus huolto- ja kunnossapidosta on tästä määrästä noin 40 prosenttia. [2].

Huolto- ja kunnossapidossa käytetään apuna Haahtela-huoltokirjaa. Kiinteistöihin voidaan määritellä huoltotoimenpiteitä, niiden suoritettava aika ja toimenpiteen suorittaja. Esimerkiksi huoltomiesten on täten helppo avata kuukauden tehtävälista.

2.1 Tietojärjestelmät

2.1.1 Haahtela-Real estate system

Tilakeskus käyttää Haahtela RES-järjestelmää (KUVA 1), joka on selainpohjainen huoltokirja. Järjestelmään kootaan kiinteistön lähtötiedot ja asetetaan hoidettavat huoltotoimenpiteet [3]. Tilakeskus on tehnyt Haahtelaan mallikiinteistön, josta huoltotoimenpiteitä voidaan kopioida uuden kiinteistön huolto-ohjelmaan, muuttaen vain huoltovälin ja suorittavan osapuolen.

Kaikki Tilakeskuksen hallinnassa olevien kiinteistöjen vikailmoitukset tulevat Haahtelan kautta. Vikailmoitukset menevät työnjohdolle tai suoraan vian korjaavalle henkilölle, jos henkilö on vikailmoituksen lähettäjän tiedossa. Vikailmoituksia voi myös hallita mobiililaitteilla.

Huoltohistoriasta voidaan seurata huolto-ohjelman toteutumista ja kiinteistölle tulleita vikailmoituksia. Vikailmoitusten avulla saadaan muun muassa seurattua kuinka paljon jokin järjestelmä/laitte aiheuttaa vikakeikkoja, kun mietitään uuden investointia.

Kulutusraportointi onnistuu järjestelmässä tunti-, kuukausi-, vuosi- tai mittaritasolla riippuen, mitä tietoja kohdekiinteistöstä on saatavana. Yleisemmin saadaan kulutustiedot vesi-, lämpö- ja sähköenergioiden osalta. Kohteet voidaan ryhmitellä esimerkiksi lämmitysmuodon mukaan ja julkaista kulutustietoa ryhmiteltynä, jos kohteiden kiinteistötiedot on määritelty. Kulutustiedot voidaan näyttää ominaiskulutuksena neliöiden-, tilavuuden- tai absoluuttisen kulutuksen mukaan. Lämmityksen energiankulutus voidaan näyttää myös normeerattuna. [3].

TAMPEREEN TILAKESKUS LIIKELAITOS

Real Estate System
TRE - Tilakeskus

RAPORTOINTI

Vuosikulutukset Tuntikulutukset Mittarikulutukset

Vuosikulutukset

Valitse kiinteistö

Ryhmittely: Ryhmittely

Kiinteistöryhmä: *

Kiinteistö: *

Valitse raporttilaji

Kohteen kuukausikulutukset

Kohteen vuosikulutukset

Kohteiden vuosikulutukset

Ryhmiä vuosikulutukset

Vuodet: 2012 - 2013 Kuukaudet: 1 - 12

Raportin muotoilu

Kulutustaji: Energia

Kulutus: Ominaiskulutus

Järjestys: Vuosittain nimen mukaan

Jakaja: Rm²

Vertailuvuosi: 2012

Normeerattu lämpöenergia

Näytä lukemat myös taulukkona

Näytä tvhiät

KUVA 1. Näyttökuva Haahtela-järjestelmän käyttöliittymä [4].

2.1.2 Valvomot

Valvomokäytöllä voidaan hallita kiinteistön eri järjestelmiä. Yleiset tavoitteet valvomokäytöllä on pitää olosuhteet tavoitteiden mukaisina, valvoa eri laitteiden toimintaa, hoitaa kiinteistöä energiataloudellisesti sekä raportoida isännöitsijälle kulutuksista ja huoltotoimenpiteistä. Valvomokäytöllä saadaan seurattua myös eri laitteiden trendikäyriä. Trendikäyrien avulla nähdään esimerkiksi mittausantureiden lukemat ja venttiilin toiminta. Tällä nähdään, että venttiili toimii oikein, eikä jää huojumaan eli avautuu/sulkeutuu tiheästi aiheuttaen energiankulutusta sekä mekaanista kulumaa. [5]. Tilakeskuksella on käytössä kolmen eri toimittajan etäkäytettäviä valvomoratkaisuja.

2.2 Energiankäytön tehostamishankkeet

2.2.1 TAPRE-hanke

Tampereen alueen palvelurakennukset energiatehokkaiksi (TAPRE) on Tilakeskuksen hallinnoima hanke, jossa on mukana kiinteistöjen omistajina Tampereen kaupungin lisäksi Tampereen kaupunkiseudun muut kunnat, Kesko, Pirkanmaan osuuskauppa, Pirkanmaan sairaanhoitopiiri, Tampereen ev-lut. seurakuntayhtymä ja Suomen yliopisto-kiinteistöt Oy. Mukana on myös rakennus- ja huolto liikkeitä, arkkitehtitoimistoja sekä suunnittelu- ja konsulttitoimistoja. Tavoitteena on luoda yhtenäiset energiatehokkaat sopimus- ja toimintaperiaatteet helpottamaan sekä tehostamaan kaikkien osapuolien työtä. [6].

TAPRE on työkalu energiatehokkaaseen rakentamiseen kuvaamalla ja luomalla periaatteita ja sopimusmalleja, joiden avulla energiatehokkuustavoitteet saavutetaan. Hanke ei ota kantaa, mikä on energiatehokasta ja mikä ei, vaan sen päättää rakennushankkeen tilaaja tai hänen käyttämänsä asiantuntija. TAPRE-dokumentaatio kattaa koko rakennuksen elinkaarivaiheet energiatehokkuustavoitteiden asettamisesta suunnitteluun, rakentamiseen ja käyttöön. [6].

Kiinteistöjen omistajatahot ovat allekirjoittaneet vapaaehtoisen energiatehokkuussopimuksen työ- ja elinkeinoministeriön kanssa. Tavoitteena on 9 %:n energiansäästö vuoden 2005 tasosta vuoteen 2016 mennessä, jonka yksi työkalu TAPRE-hanke on. [6].

TAPRE-dokumentit ovat julkisia ja käytettävissä Tampereen kaupungin nettisivuilla, jotta paikalliset energiatehokkuusmarkkinat voisivat syntyä.

2.2.2 Energiakatselmukset

Tilakeskus kiinnittää huomiota ja yrittää parantaa kiinteistöjensä energiankulutusta tekemällä energiakatselmuksia. Tällä hetkellä katselmus on tehty yli 200 kiinteistöön alkaen vuodesta 1995.

Energiakatselmuksen tavoitteena on analysoida kokonaisenergian käyttöä, selvittää säästöpotentiaali ja esittää säästötoimenpiteitä kannattavuuslaskelmineen sekä selvittää uusiutuvien energialähteiden käyttömahdollisuuksia. [7].

Esimerkiksi päiväkodista tehtävässä energiakatselmuksessa selvitetään ensin kohteen perustiedot, mistä energia hankitaan sekä energiankulutukset. Tämän jälkeen arvioidaan seuraavat järjestelmät

- lämmitysjärjestelmät
- vesi- ja viemärijärjestelmät
- ilmanvaihtojärjestelmät
- jäähdytysjärjestelmät
- sähköjärjestelmät
- muut järjestelmät
- rakennusautomaatio
- rakenteet.

Jokaisen järjestelmän osalta laaditaan ehdotetut toimenpiteet ja raportoidaan muut havainnot [8].

3 MITTAUSTIETO

3.1 Lainsäädäntö

Valtioneuvoston asetuksessa on määritelty, että tuntimittauksella tarkoitetaan tunneittain tapahtuvaa sähkömäärän mittausta ja mittaustiedon rekisteröintiä mittauslaitteiston muistiin. Asetuksessa myös määritetään tuntimittausvelvoite, joka tarkoittaa, että sähkönkulutuksen mittauksen tulee perustua tuntimittaukseen ja mittauslaitteiston etäluettavuuteen. Asiakkaalla on oikeus saada ilman erillistä korvausta omaa sähkönkulutustaan koskeva mittaustieto, joka on kerätty mittauslaitteistosta. [9].

3.2 Sähköenergian mittaus ja kaukoluenta

Sähköenergian mittaustapoja on suora- ja epäsuoramittaus. Suoraa mittaustapaa käytetään sulakkeen ollessa enintään 63 ampeeria, koska virta kulkee suoraan mittarin läpi. Epäsuorassa mittauksessa virta kulkee virtamuuntajien läpi, jolloin tapaa käytetään yli 63 ampeerin sulakelähdöissä. [10].

Mittaustapoja on yleismittaus, jossa käytössä on yksi mittari. Sarjamittauksessa päämittarin jälkeen on lisää mittareita, jolla voidaan esimerkiksi seurata kiinteistön eri alueiden kulutuksia. Rinnakkaismittauksia voi olla esimerkiksi suurissa kiinteistöissä, jossa kokonaiskulutus on kaikkien mittarien summa. [10].

Energiamittausten kaukoluentajärjestelmillä (AMR) saadaan luettua mittarit jakeluyhtiölle. Kaukoluentatekniikoita on useita ja tuntimittauksen lisäksi on myös muita toimintoja, kuten kaksisuuntaisuus, jonka avulla asiakas saa esimerkiksi tietoa kulutuksesta ja energiatehokkuudesta. [11].

Mittarin lukemisessa jakeluyhtiölle on käytössä sähköverkkoa hyödyntäen PLC-luenta ja LonWorks. Perinteistä puhelinverkkoa käytetään ja kehitetään edelleen luennassa, kuten myös GSM- ja GPRS -tekniikoita. Jos siirrettävä tietopaketti on pieni, se onnistuu myös SMS-viestillä. Lisäksi ATK-yhteyksien ollessa yleisiä, voidaan hyödyntää TCP/IP-protokollaan liittyvää luenta. [10,11].

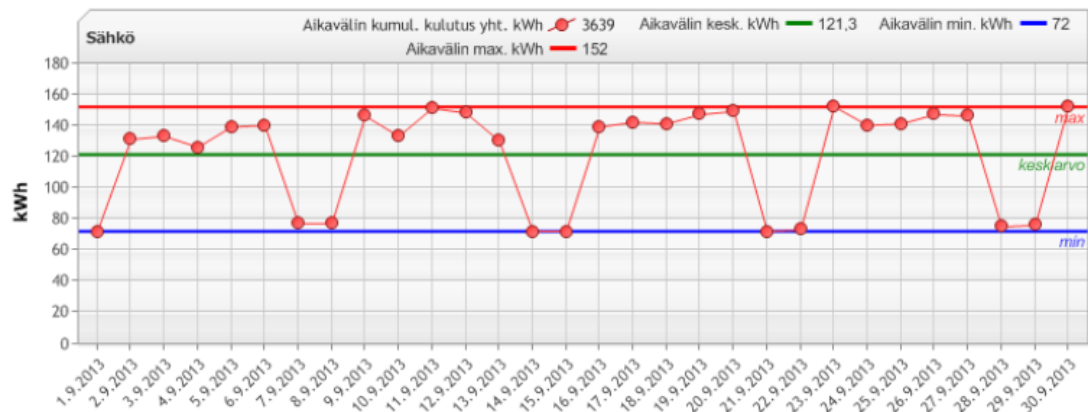
3.3 Mittaustiedon hyödyntäminen

Energian mittaus- ja seurantajärjestelmällä saadaan energiankäyttöä tehostettua ja voidaan puuttua ongelma-kohtiin. Mittaustiedon avulla voidaan vertailla esimerkiksi samantyyppisten kiinteistöjen energiankulutuksia. Tuntimittauksella voidaan perehtyä tarkemmin eri ajanjaksojen kulutuksiin ja tarkemmin havainnoida, onko energiankäytön tehostaminen mahdollista. Lisäksi voidaan hakea oikeanlaista kulutuskäyrää, jolla pitää olosuhteet hyvänä käyttäjille sekä kiinteistölle. Poikkeamien huomaaminen hyvissä ajoin auttaa havaitsemaan vikatilanteita ja säästämään kustannuksissa. [12].

Sähkön ominaiskulutusta, esimerkiksi vuosikulutusta tarkastelemalla ei saada käsitystä kuluttaako kiinteistö energiaa paljon vai vähän. Kuitenkin vertailemalla samaa pinta-alaa olevia sekä saman ikäisiä kiinteistöjä keskenään saadaan kuitenkin suuntaa, onko kulutus sitä luokkaa, mitä sen pitäisi olla. [12].

Kuukausikulutusta vertailemalla saadaan jo hieman tarkempaa tietoa energiankulutuksesta. Vertailemalla kulutusta kiinteistön aikaisempien vuosien samaan ajanjaksoon nähden huomataan, miten kulutus on muuttunut. Vertailu muiden kiinteistöjen kuukausikulutuksiin on hyödyöntä, koska se ei kerro mitään oleellista kyseisestä kiinteistöstä. Kuukausikulutuksen vertailussa on hyvä myös tarkkailla, onko kiinteistössä tapahtunut muutoksia, remonteja tai käyttäjien vaihtumista. [12].

Tuntikulutustiedon ollessa saatavilla, saadaan esimerkiksi kuukauden ajalta kulutuskäyrä. (KUVIO 2). Kulutuskäyrästä on helppo tarkastaa poikkeamia ja kulutuksen käyttäytymistä viikonloppuna. Haahtela-järjestelmässä kuvaajalta voidaan avata yksittäisiä päiviä tarkasteluun, joissa näkyy vuorokauden kulutus tunnein välein, esimerkiksi yöajan kulutuksen tarkastamista varten.



KUVIO 2. Päiväkohtainen kulutus [4].

Vain mittareiden lisääminen olemassa oleviin kiinteistöihin ei yleensä ole taloudellisesti kannattavaa, jollei sitä tehdä muiden muutostöiden ohessa. Kiinteistöihin voidaan kuitenkin tehdä energiamittausten tarkentamista, jotta energiankulutusten poikkeamat olisi helpompi analysoida. Tämän voi toteuttaa esimerkiksi pitämällä luentaväli pisimmillään kuukaudessa ja tarkastelemalla sähköenergian pohjakulutuksia päivä-/yöaikojen suhteen tuntimittaustiedon avulla. [13].

Tuntimittauksen avulla voidaan tarkastella jatkuvasti päällä olevia kuormia, jossa aikaa myöten kuluu huomattavan paljon energiaa. Lisäksi voidaan tarkastella hiljaisempien aikojen kuormia, jossa niiden tarpeellisuutta tai pienentämistä voidaan pohtia. Tuntitieto paljastaa myös eri vuorokauden- ja vuodenajoilta normaalisti huomaamatonta kulutusta, johon voidaan puuttua. [11]

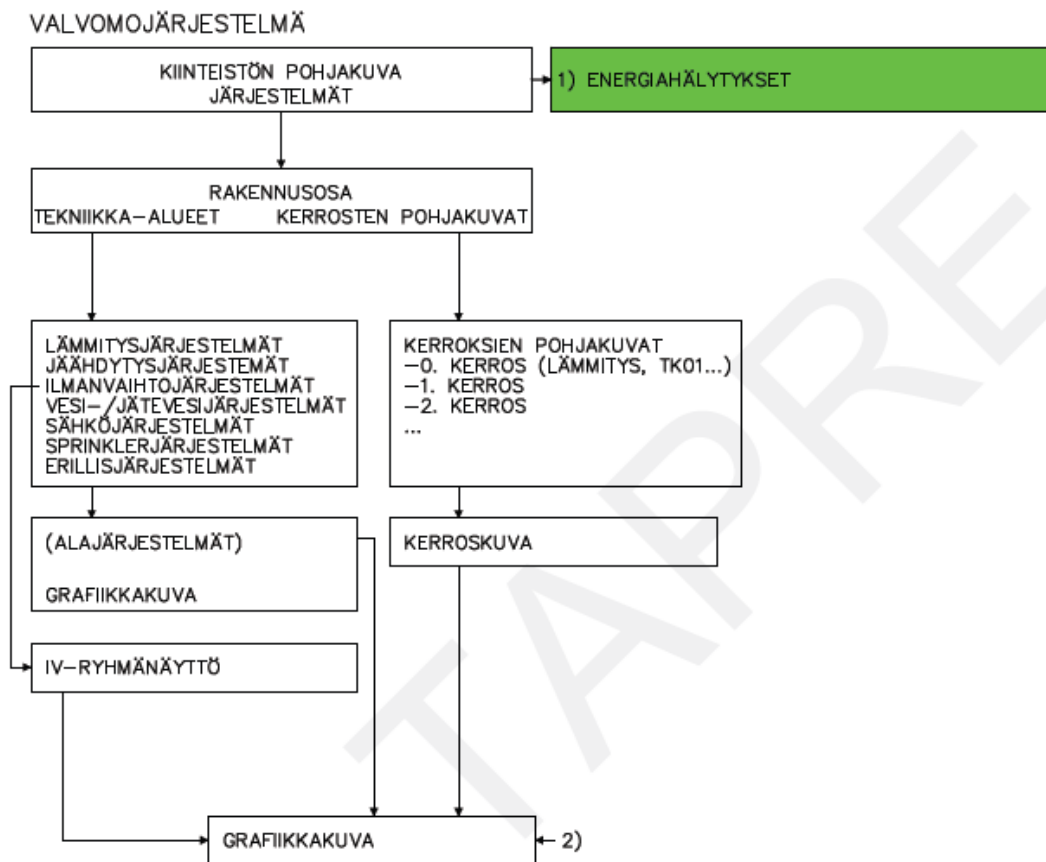
Rakennusten energiatehokkuus määräyksen mukaan rakennukset on varustettava energiankäytön mittauksella tai mittausvalmiudella siten, että eri energiamuotojen käyttö voidaan selvittää helposti [14].

3.4 Kulutusseuranta

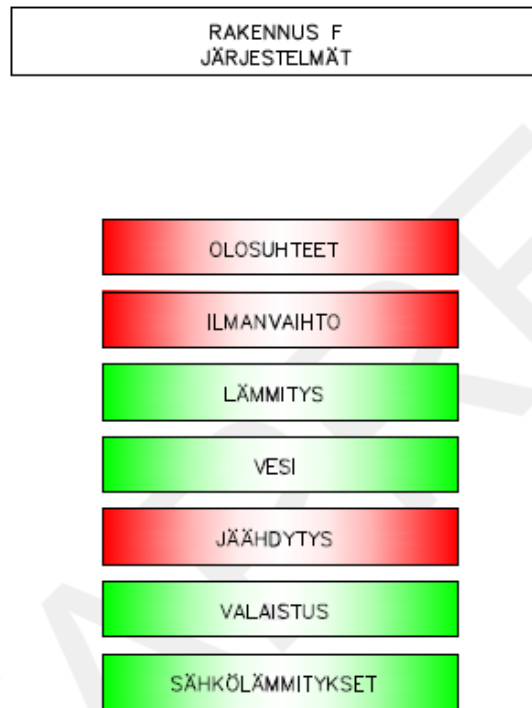
Kattavan mittaroinnin ansiosta kulutusseurannasta voidaan tehdä analyysyjä energiankulutusten muutoksista. Yleensä tähän riittää jo kiinteistöjen nykyiset mittaukset.

Kulutusseurantaa tehtäessä on hyvä myös ottaa avuksi kiinteistön muita tiedonlähteitä, kuten rakennusautomaatiojärjestelmä ja huoltokirja. [13].

Kulutusseurannassa selkeä valvomokäyttö ja hälytysten ilmaiseminen ovat oleellisia asioita. Havainnollisesta energiavalvomosta on esimerkkinä alle oleva kuvio (KUVIO 3), jossa tarkastelu on selkeää sekä loogista, seurattiin joko teknisiä järjestelmiä tai rakennuksen eri osia. Alemmassa kuvassa (KUVA 2) on TAPRE-dokumentista otettu graafinen valvomokuva, miten hälytysten ilmoittamisen kuuluisi tulevaisuudessa näkyä.



KUVIO 3. Esimerkki energiavalvomosta [13].



KUVA 2. Esimerkkikuva selkeästä hälytysgraafiikasta [13].

4 ENERGIANMITTAUS TILAKESKUKSESSA

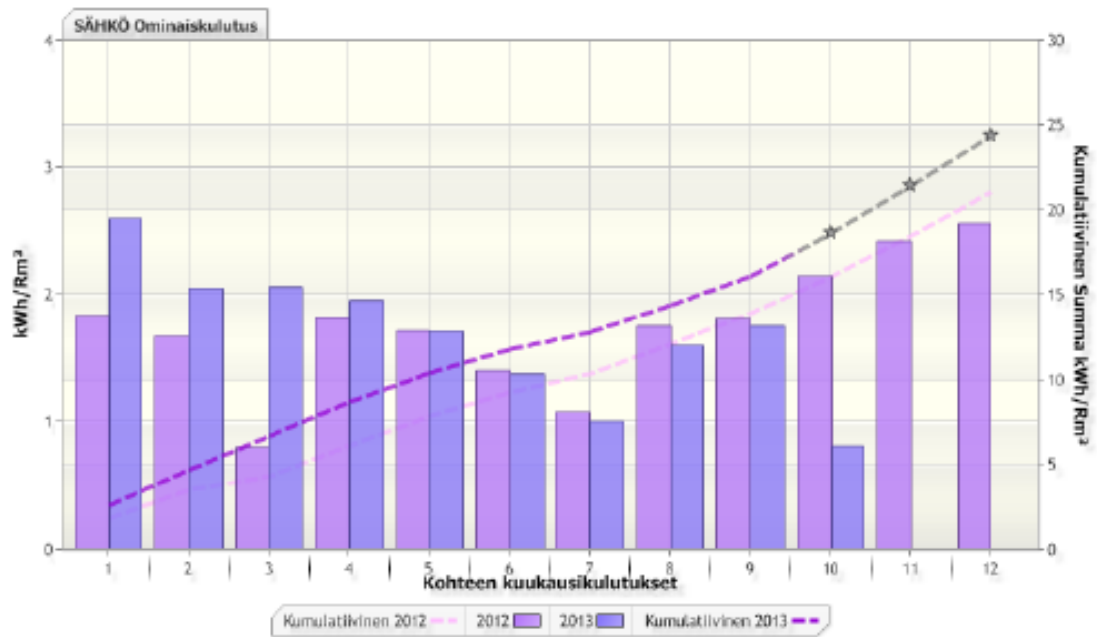
4.1 Nykyhetki

Tilakeskuksen energianmittaustieto tulee Haahtela-järjestelmään, jossa tekninen henkilöstö pääsee seuraamaan kulutuksia. Tällä hetkellä kohteita seurataan satunnaisesti.

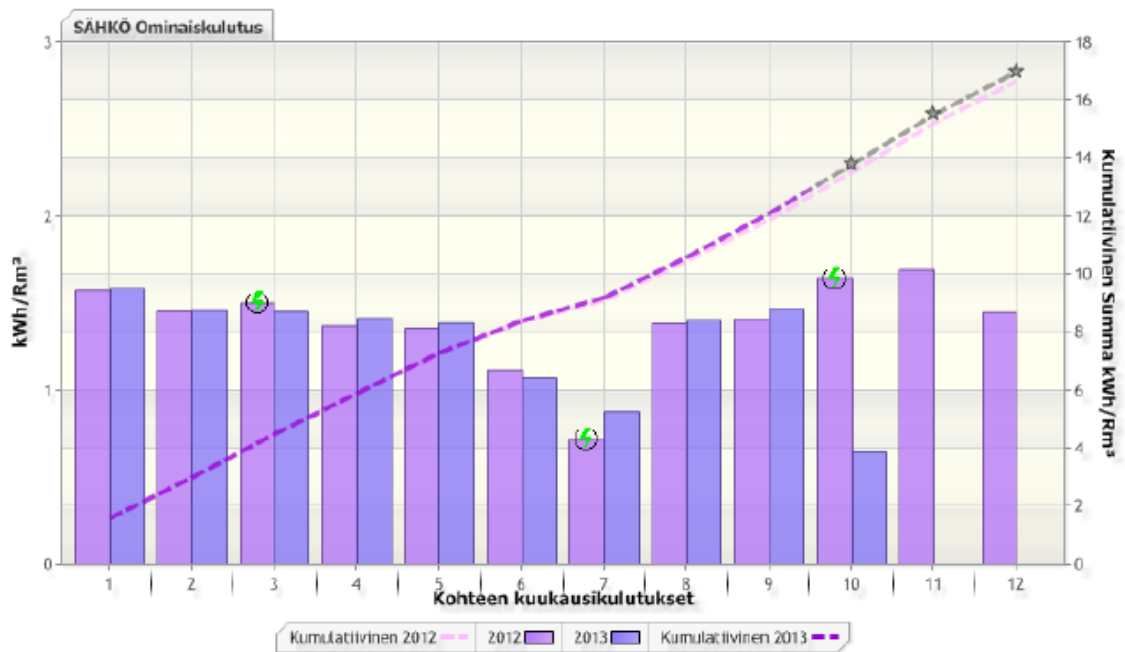
4.1.1 Sähköenergian mittaus

Tilakeskuksen kiinteistöissä, joissa on alle 63 ampeerin liittymä, mitataan vain pätöenergiaa. Yli 63 ampeerin kiinteistöissä mitataan myös induktiivista- tai kapasitiivista loistehoa. Molemmissa liittymäluokissa mitataan tuntimittaussarjoja sekä kuukausimitaussarjoja. Mittaustiedon luenta tapahtuu käyttäen radio-, GSM- tai GPRS-tekniikkaa, väyläpohjaista tiedonsiirtoa tai PLC-luentaa. Tallennuttu data siirretään Tilakeskuksen palvelimelle, josta se siirtyy Haahtela-järjestelmään. [15].

Alla olevissa kuvioissa on esitetty Haahtela-järjestelmästä otettuja sähkön ominaiskulutuksen kuvaajia. Kuviossa (KUVIO 4) on vanhemman päiväkodin sähkönkulutus kahden vuoden ajalta, kun taas kuviossa (KUVIO 5) on uudemman päiväkodin saman ajanjakson kulutus. Kulutukset ilmoitetaan kilowattitunneissa kuutiota kohden. Vertailua tehtäessä huomataan vanhemman kiinteistön yleisesti suurempi sähkönkulutus ja alkuvuoden noin 60 %:n kulutuksen nousu verrattuna edellisvuoteen. Jos kiinteistöissä tehdään energiankäyttöön liittyviä toimenpiteitä, ne kirjataan Haahtelaan ylös ja näkyvät kulutuskaavioissa vihreänä salamana.



KUVIO 4. Sähkön ominaiskulutus, vanhempi päiväkoti [4].



KUVIO 5. Sähkön ominaiskulutus, uudempi päiväkoti [4].

4.1.2 Kaukolämpöenergian mittaus

Kaukolämpöenergiaa mitataan kiinteistöön tulevasta liittymästä, yleensä liittymiä on yksi kappale, mutta suuremmissa kiinteistöissä voi olla useampia. Mittarit ovat ultraäänimittareita, joilla mitataan virtaamaa sekä veden sisään- ja ulostulolämpötiloja. Kaikki

mittarit ovat etäluettavia ja tällä hetkellä luenta suoritetaan kuukauden välein, jolloin kulutuslukemat lisäksi validoidaan. Data siirretään Tilakeskuksen palvelimelle, josta se siirtyy Haahtelaan. Mittareista saadaan tieto ulos myös pulssidatana, joka voidaan asiakkaan halutessa siirtää rakennusautomaatiojärjestelmään. Tulevaisuudessa voidaan alkaa luenta siirtää myös päivittäin. [16].

4.1.3 Vedenkulutuksen mittaus

Tällä hetkellä Tilakeskuksen kiinteistöjen vedenkulutusta mitataan lähinnä siipipyörämittareilla. Kohteissa, jotka sijaitsevat lähellä toisen kunnan rajaa on käytössä magneettimittareita. Etuna magneettimittareissa on, että pystytään tarkemmin mittaamaan kulu- tusta molempiin suuntiin, jos vettä myydään ja ostetaan eri kuntien välillä. [17].

Vesimittarin lukemisen hoitaa asiakas tai huoltomies kerran vuodessa ja lähettää tiedon vesilaitokselle. Lähitulevaisuudessa ei ole näköpiirissä, että Tampereen Vesi alkaisi mitata Tilakeskuksen kiinteistöjä etäluettavilla mittareilla, joista myös saataisiin tarkempaa kulutusdataa. [17]. Tällä hetkellä muutamissa kohteissa kokeillaan tunnin tarkkuudella mittaavia etämittareita.

4.1.4 Energiamittausten seuranta huoltotoiminnassa

Tällä hetkellä huoltomiehet tekevät kiinteistöissä energiatehokkuuteen tähtääviä toimenpiteitä. Tähän kuuluu kaukolämmön osalta meno- ja tulovesien lämpötilojen tarkkailu, ottaen huomioon ulkolämpötila. Ilmalämpöpumppujen toimintaa tarkkaillaan, etenkin ettei lämmitetä ja toisaalla jäähdytetä samaan aikaan. Ilmanvaihdossa tarkkailaan sisäänpuhallusilman lämpötilaa ja koitetaan löytää oikeanlainen lämmityskäyrä koneelle, ottaen muut lämmityslähteet huomioon. Lisäksi tarkkaillaan, että ilmavirrat ovat oikein asetettu sekä mitoitettu ja koneiden käyntiajat ovat oikeat. Sähköjärjestelmien käyttöä ja käyntiaikoja myös tarkkaillaan. [18].

4.2 Tulevaisuudessa

Tampereen kaupungin rakennusautomaatiojärjestelmien suunnitteluohjeen tarkoituksena on ohjata suunnittelua siten, että kohteiden säätö-, ohjaus-, mittaus ja valvontatoimintojen toteutus olisi mahdollisimman yhdenmukaista riippumatta siitä, kuka on kohteen suunnittelija. Suunnitteluohje liittyy kiinteästi kaupungin rakennusautomaation hankintoihin. [19].

Suunnitteluohjeen energiatehokkaana lähtökohtana on, että talotekniset järjestelmät suunnitellaan ja toteutetaan niin, että saavutetaan turvalliset, terveelliset ja viihtyisät olosuhteet [19].

4.2.1 Sähköenergian mittaus

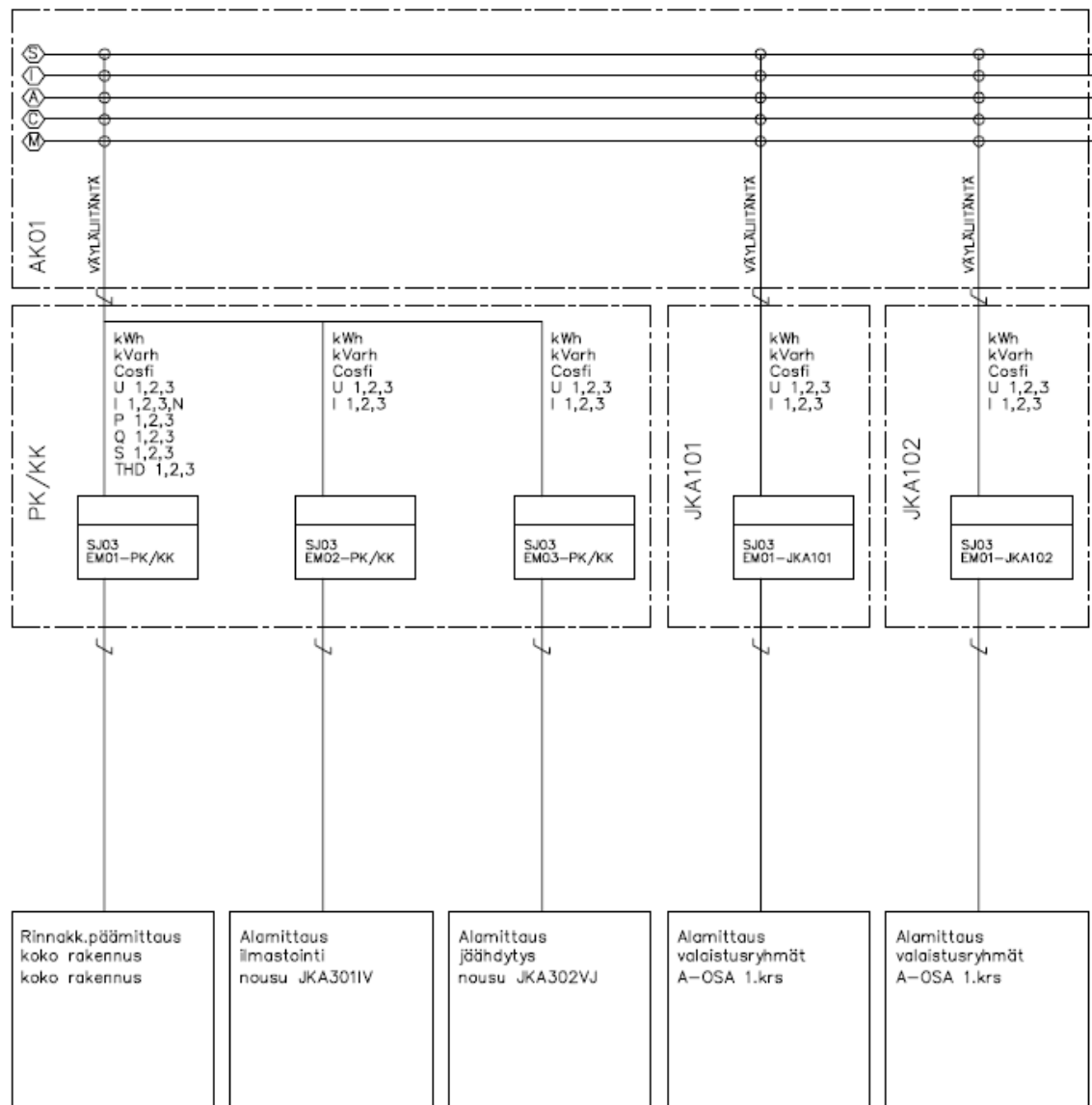
Järjestelmän tehtävä on liittää rakennusten sähköenergiamittarit automaatiojärjestelmään ja antaa laskentatoimintojen avulla paremmat mahdollisuudet rakennusten energiatehokkaaseen käyttöön [19].

Valaistukseen, ilmastointiin sekä jäähdytykseen käytettyä energiaa mitataan. Sähkökeskukset varustetaan väyläliitännäisillä alamittauksilla, jolloin voidaan lukea mittareiden muisteista vähintään

- pätöenergia (kWh)
- loisenergia (kVarh)
- vaihesiirtokulma ($\cos \varphi$)
- vaihejännitteet (U)
- vaihevirrät (I).

Päämittari varustetaan rinnakkaisella energia-analysointilaitteella, jolla saadaan edellisten lisäksi mitattua nollajohtimen virta (I), pätöteho (P), loisteho (Q), näennäisteho (S) sekä särö (THD). Energia-analysointilaitteeseen asetetaan myös huipputehon-, virtasärön- sekä jännitesärön ylärajahälytykset sekä mittarin yleishälytys. [19].

Suunnitteluohjeessa on esitetty mallikaavio sähköenergian mittaus säätökaaviosta (KUVIO 6), jossa näkyy alakeskukselle liittyviä alamittauksia ja eri keskuksilla mitattavia suureita.



KUVIO 6. Esimerkkikuva sähköenergian mittauksista [20].

4.2.2 Lämmitysenergian mittaus

Lämmitysjärjestelmässä mitataan kaikkia energiamuotoja, joita on käytetty lämmitysenergian tuottamiseen [14]. Esimerkiksi mitataan kaukolämmöstä otettua energiamäärää sekä erillisten sähkölämmitysten ottamaa energiaa.

Lämpöpumppulaitteistosta mitataan sähkönkulutus kaikilta lämmöntuottoon liittyviltä laitteilta, jotta voidaan laskea lämpöpumppujärjestelmän lämpökerroin [19].

Tuloilmakoneilla tuloilman jälkeen mitataan lämmöntalteenoton jälkeistä lämpötilaa, jolla valvotaan hyötysuhdetta. Sisäänpuhalluslämpötilasta, lämmityspatterin-, laudelämmityspatterin- sekä jäädytyspatterin jälkeisestä lämpötilasta saadaan laskennallinen lämmitys- ja jäädytysenergian kulutustarve tuloilmakoneen ilmavirran kanssa. [19].

4.2.3 Vedenkulutuksen mittaus

Pääkulutusta mitataan vähintään pulssinantolaitteella päävesimittarilla. Lämpimän käyttöveden kulutusta mitataan lisäksi väyläliitännäisellä alamittauksella sekä suurien kohteiden, kuten keittiön tuotantotilojen kylmän- että lämpimän vedenkulutusta mitataan. Lämpimän käyttöveden kulutuksen seurannalla voidaan kulutusjakaumaa tarkastella paremmin. [19]. Jatkuvaa virtaamaa näyttävillä mittareilla hallitaan riskejä ja havaitaan vesivuotoja [13].

5 KÄYTTÄJÄKYSELY

Tilakeskuksen huoltomiehille, isännöitsijöille ja muutamalle muulle huoltotoimintaan liittyvälle henkilölle lähetettiin kysely koskien tämän hetkistä energiankäytön seuranta.

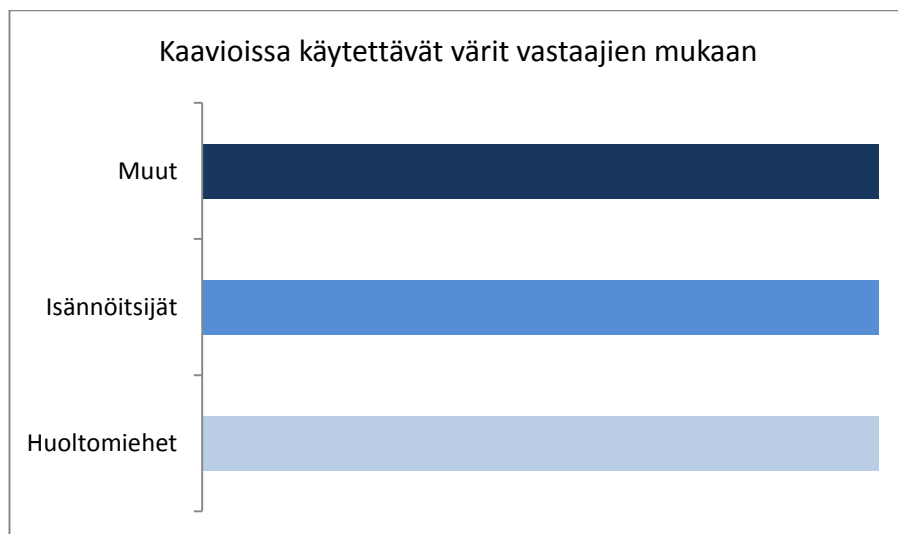
Kyselyllä pyrittiin selvittämään muun muassa

- mitä tällä hetkellä seurataan
- paljonko aikaa seuraamiseen kuluu
- kenen haluttaisiin seuraavan kulutuksia
- Haahtelan toimintaan liittyviä asioita.

Kyselyssä edelliset vastaukset vaikuttivat seuraaviin kysymyksiin, joten kaikki eivät ole vastanneet jokaiseen alla olevissa kaavioissa esitettyihin tuloksiin. Käyttäjäkysely löytyy kokonaisuudessaan liitteestä (LIITE 1).

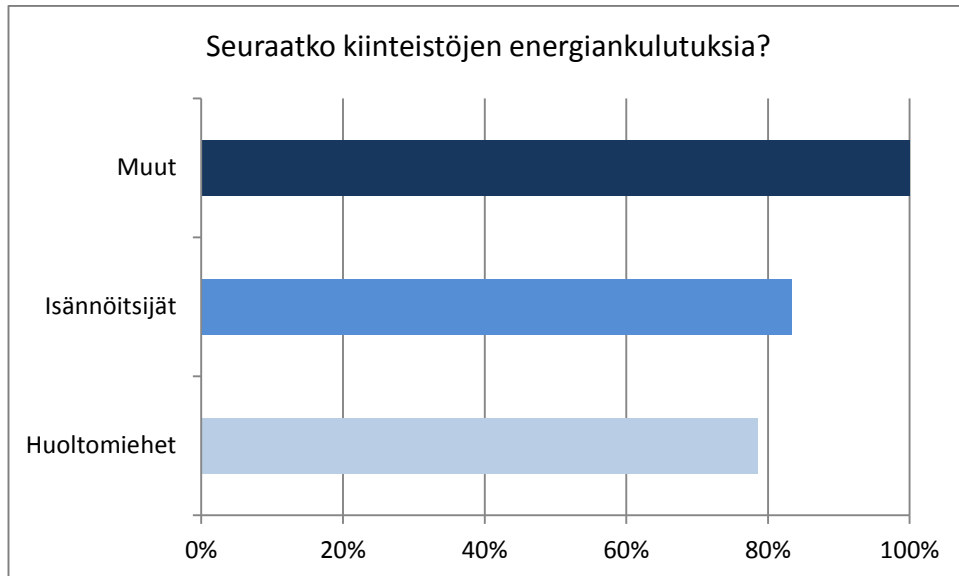
5.1 Käyttäjäkyselyn tulokset

Kyselyyn vastasi 15 huoltomiestä, kuusi isännöitsijää ja kolme muuhun huoltotoimintaan liittyvää henkilöä. Alla olevissa kaavioissa on esitetty saadut tulokset. Jokaisessa kaaviossa huoltomiesten, isännöitsijöiden ja muun huoltohenkilökunnan vastaukset näkyvät omalla värillään (KUVIO 7).



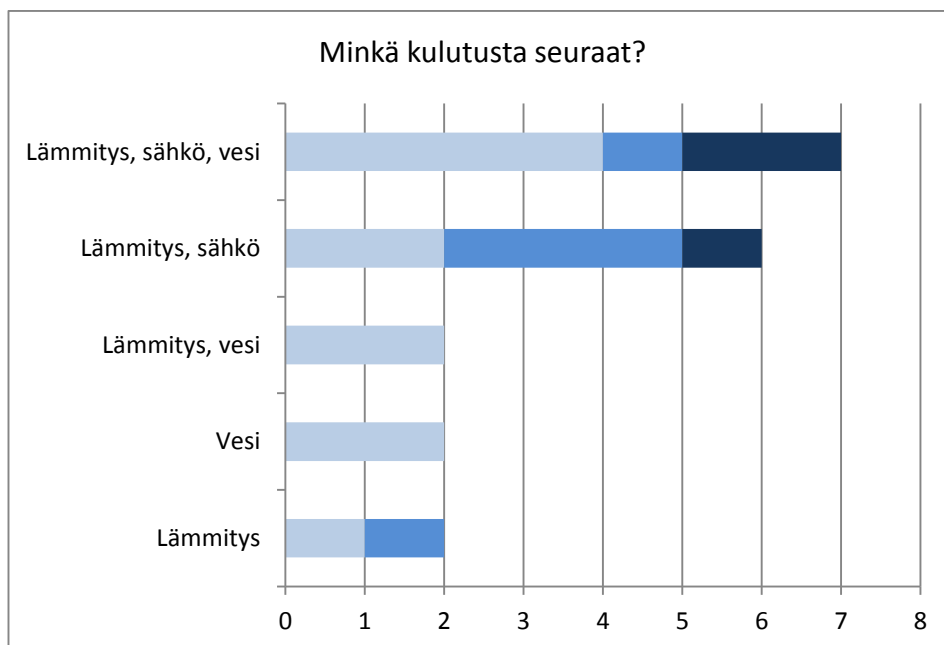
KUVIO 7. Kyselyyn vastaajat.

Energiankulutuksia seuraa keskimäärin 83 prosenttia vastanneista (KUVIO 8). Vastajista huoltomiehillä oli heikoin seurantaprosentti.



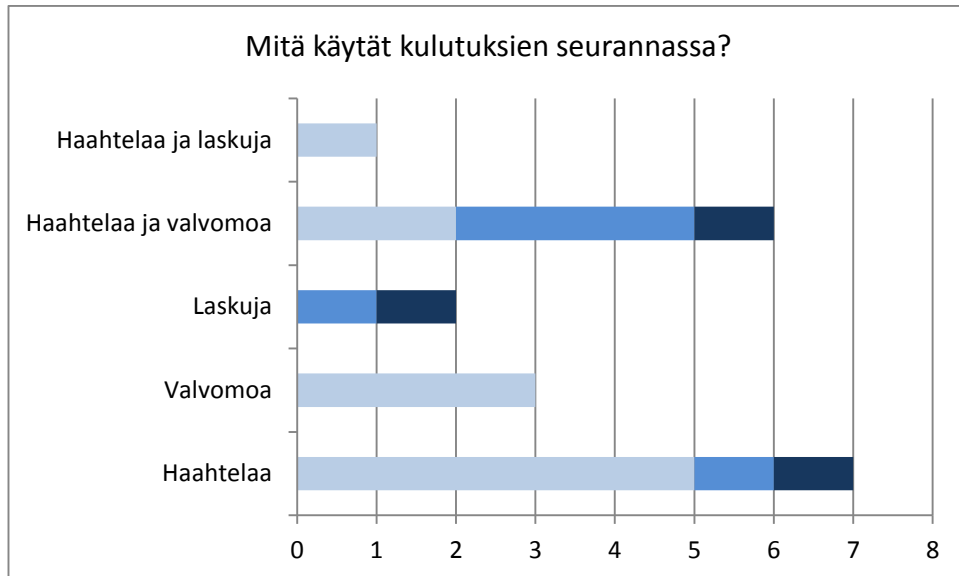
KUVIO 8. Kulutusseurannan aktiivisuus eri henkilöiden välillä.

Lähes kaikki kulutusseurantaa tekevät seuraavat ainakin lämmitysenergiankulutusta. Vedenkulutusta seuraa 58 prosenttia ja sähkönkulutusta 68 prosenttia. 21 prosenttia ilmoitti seuraavansa vain yhtä kulutusmuotoa, tässä tapauksessa joko veden- tai lämmitysenergian kulutusta (KUVIO 9).



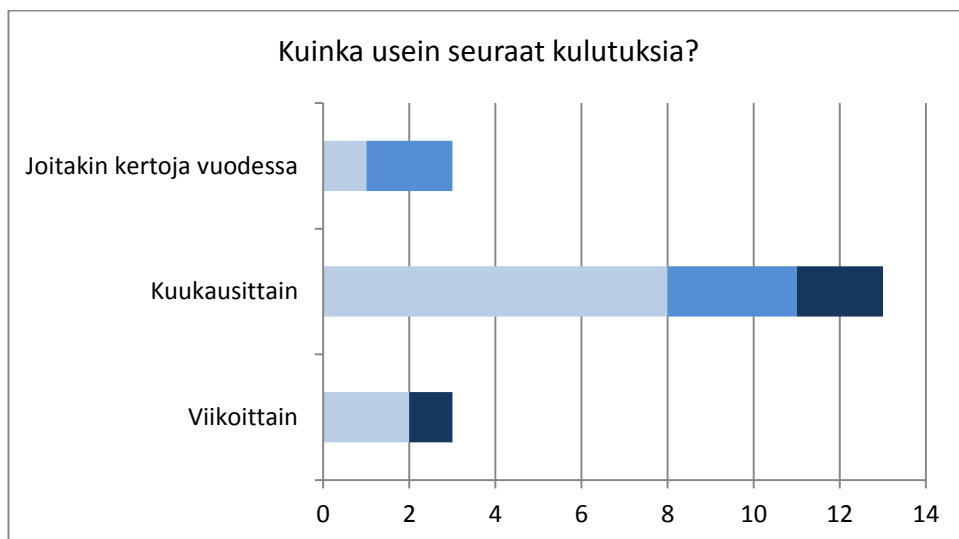
KUVIO 9. Eri energiamuotojen seuraaminen.

Kulutusseurannassa käytetään avuksi eniten Haahtelaa ja/tai valvomoa. Myös muutamat seuraavat energiayhtiöiltä tulevia laskuja (KUVIO 10).



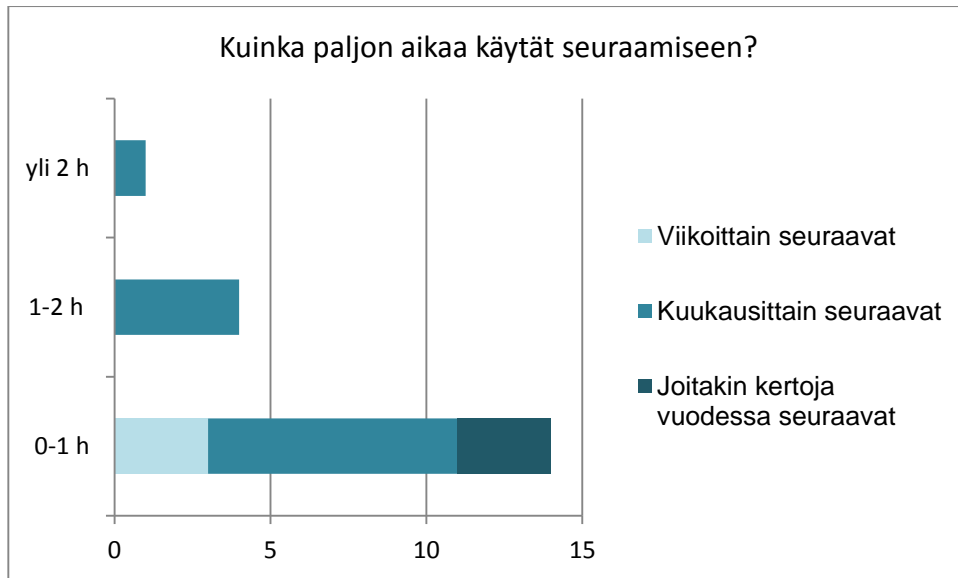
KUVIO 10. Kulutusseurannassa käytettävät työkalut.

Suurin osa seuraa kulutuksia kuukausittain. Noin 16 prosenttia seuraa viikoittain ja sama määrä myös vain joitakin kertoja vuodessa (KUVIO 11).



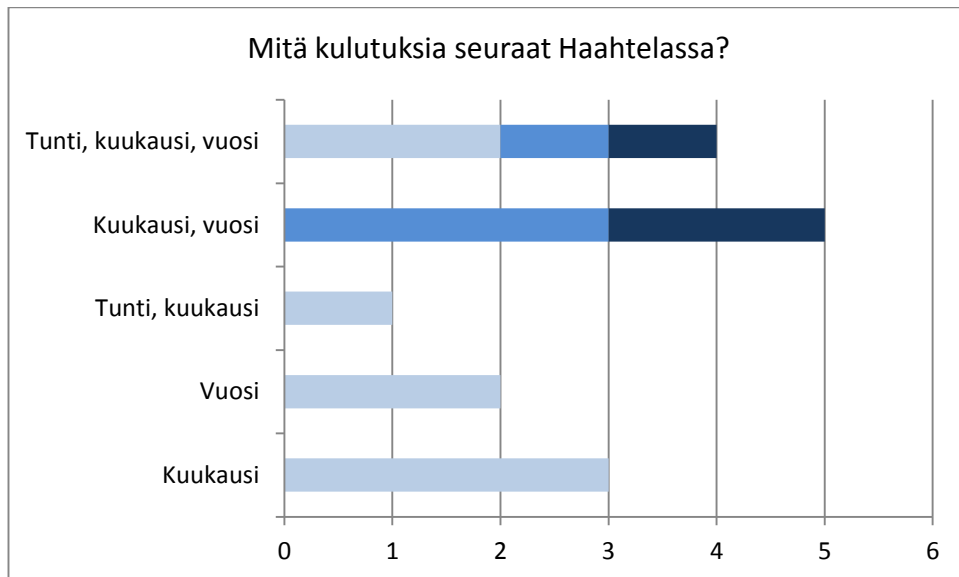
KUVIO 11. Kulutusseurannan aikaväli.

Kaaviossa (KUVIO 12) on edellisen kysymyksen perusteella jaoteltu paljonko viikoittain, kuukausittain ja joitakin kertoja vuodessa seuraavat käyttävät aikaa seurantaan. Yleisintä on käyttää aikaa alle tunti, vaikka seurantaan tehtäisiin vain joitakin kertoja vuodessa. Viisi kuukausittain seuraava henkilöä käytti aikaa yli tunnin.



KUVIO 12. Kulutusseurantaan käytettävä aika.

Kysymykseen seuraatko tunti-, kuukausi- vai vuosikulutusta isännöitsijät ja muut huoltotoimintaan liittyvät henkilöt seuraavat kaikilla kolmella eri ajanjaksolla tai ainakin kahdella. Huoltomiehistä yli puolet seuraavat vain vuosi tai kuukausikulutuksia (KUVIO 13).



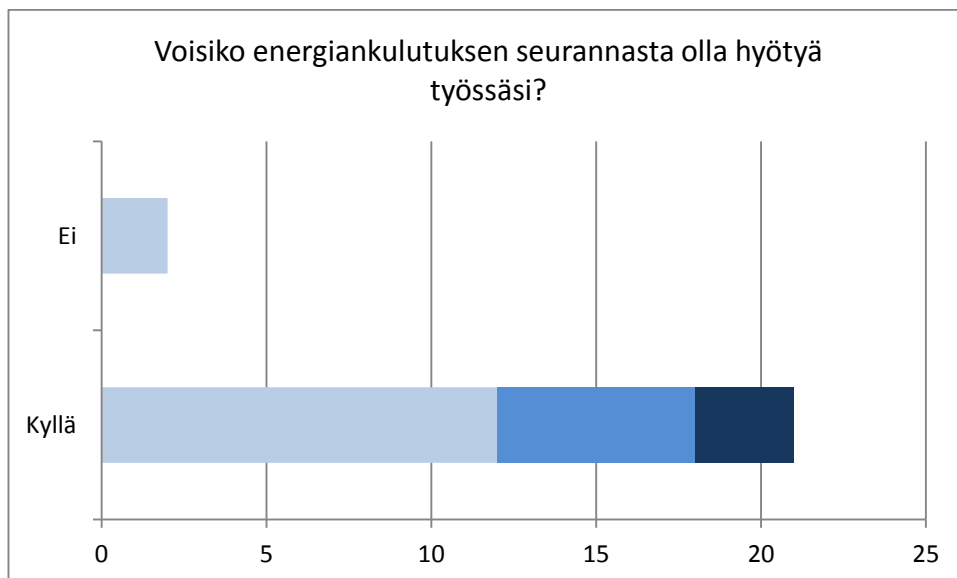
KUVIO 13. Eri aikavälillä saatavien kulutustietojen seuraaminen.

Kulutustietoja vertaillaan yleisimmin saman kiinteistön muihin vuosiin. Vastausvaihtoehtoina oli lisäksi vertailla muihin kiinteistöihin nähden ja katsoa, näyttääkö kuluskäyrä oikeanlaiselta. Yleisimmin valittiin kaikki kolme vaihtoehtoa (KUVIO 14).



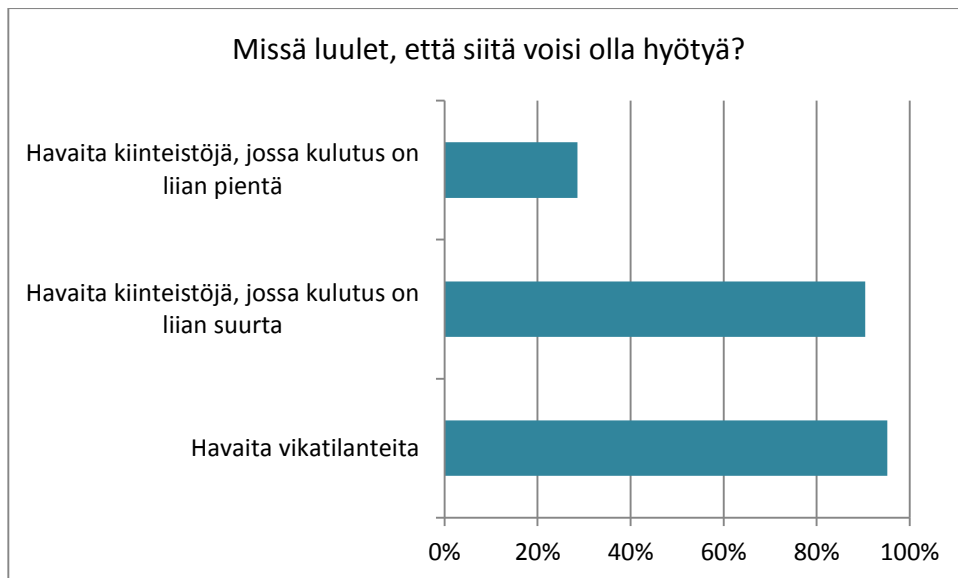
KUVIO 14. Monivalinta kysymys, miten kulutustietoja tarkastellaan.

Kahta huoltomiestä lukuun ottamatta kaikki vastasivat, että energiankulutuksen seurannasta voisi olla hyötyä omassa työssään (KUVIO 15).



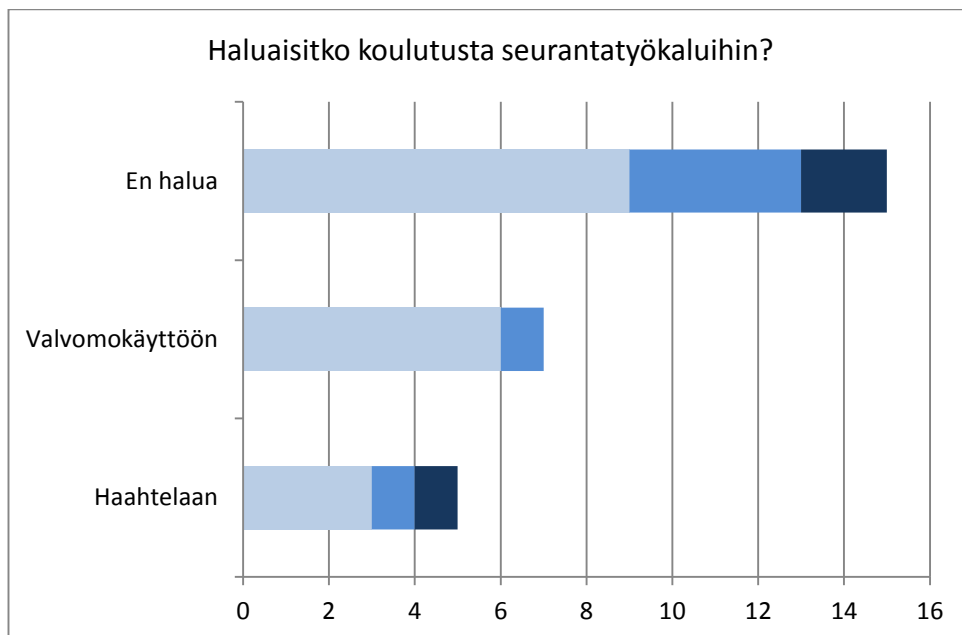
KUVIO 15. Kulutusseurannan hyöty omassa työssään.

Jatkokysymykseen missä tilanteissa kulutusseurannasta voisi olla hyötyä, yleisimmiksi vastauksiksi muodostuivat vaihtoehdot havaita vikatilanteita ja havaita kiinteistöjä, jossa kulutus on liian suurta (KUVIO 16).



KUVIO 16. Miten kulutusseurantaa voisi hyödyntää.

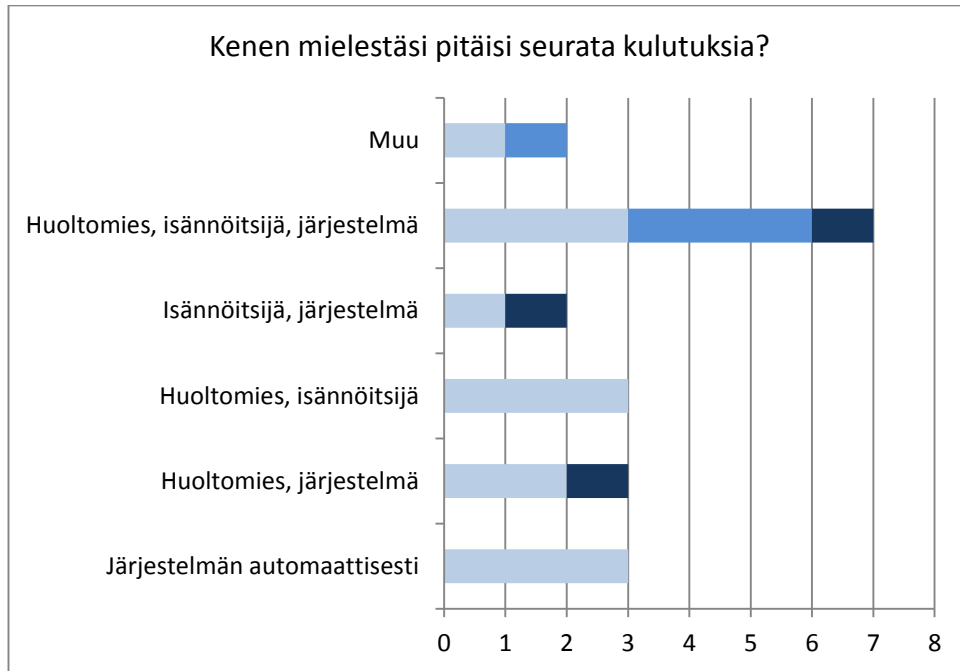
Kaikista vastaajista 65 prosenttia ei halua kulutusseurannassa hyödynnettäviin valvomiin ja Haahtelaan enempää koulutusta. Kolme huoltomiestä haluaisi sekä valvomoon että Haahtelaan koulutusta, muuten valittiin jompikumpi vaihtoehto. (KUVIO 17).



KUVIO 17. Lisäkoulutuksen tarve.

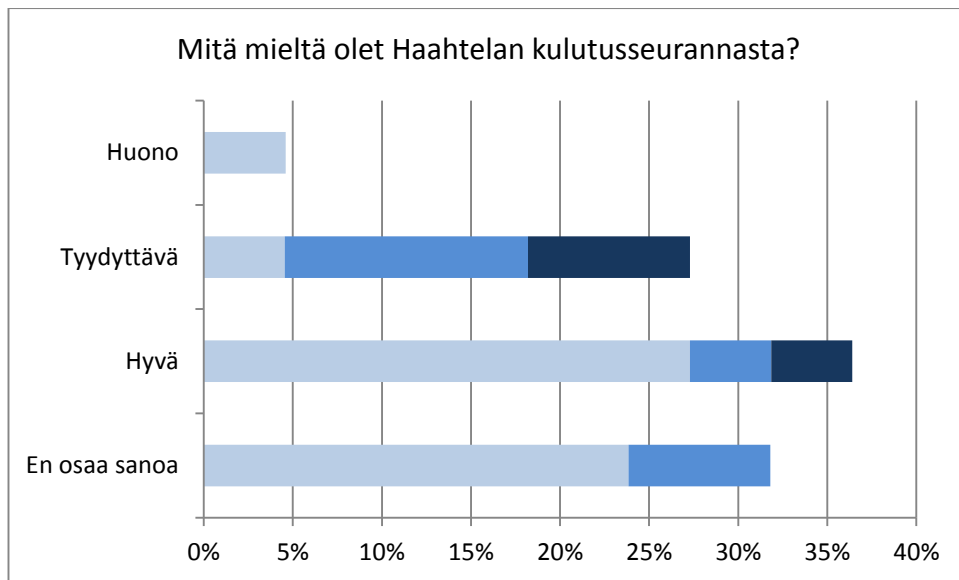
Kysymykseen kenen pitäisi seurata kulutuksia, muodostui suurin hajonta. Vastausvaihtoehtoina oli huoltomies, isännöitsijä tai järjestelmä. Järjestelmällä tarkoitettiin, että jokin järjestelmä automaattisesti tunnistaisi poikkeamat ja ilmoittaisi niistä. Kysymyk-

seen pystyi valitsemaan yhden tai useamman vastausvaihtoehdon. Isännöitsijöistä 75 prosenttia vastasi kulutusseurannan kuuluvan kaikille kolmelle vaihtoehdolle. Huoltomiesten vastauksissa ehdotettiin lähes kaikkia yhdistelmiä, kuitenkin suurin osa vastasi, että myös oma osallistuminen kuuluu kulutuksen seurantaan. (KUVIO 18).



KUVIO 18. Monivalintakysymys kenelle seuranta kuuluisi.

Haahtelan kulutusseurantaa enemmistö huoltomiehistä piti hyvänä, isännöitsijät tyydyttävänä. Noin neljännes huoltomiehistä ja kaksi isännöitsijää eivät osanneet antaa arvosanaa. Tähän kysymykseen vastasivat kaikki osallistujat, vaikka eivät käyttäisikään kulutusseurantaa, joka osalta selittää, minkä takia 30 prosenttia vastanneista ei antanut arviota. (KUVIO 19).



KUVIO 19. Tyytyväisyys haahtelaan.

Lisäksi kysyttiin, onko havaittu kulutusseurannalla muutoksia, jotka ovat johtaneet toimenpiteisiin. Vastanneista 60 prosenttia oli havainnut muutoksia, joilla oli voitu puuttua lisääntyneeseen kulutukseen. Näitä olivat mm. vesivuodot, ilmanvaihdon käyntiajat sekä mittarissa ollut virheellinen mittausrarvo.

Vastaajat, jotka valvomokäyttöä hyödyntävät seurannassa kiinnittivät sen avulla huomiota toimilaitteiden avautumiin IV-koneessa, lämmityskäyriin sekä IV-koneiden käyntiaikoihin.

6 TEKNISET JA TOIMINNALLISET EHDOTUKSET

6.1 Käyttäjäkyselyssä esille tulleet ehdotukset

Käyttäjäkyselyssä yksi henkilö ehdotti lämpötilatietojen tuomista mukaan kulutusseurantaraportteihin sekä lämmitystarveluvun laskemista. Kulutuksia varten ehdotettiin raja-arvoja, joista tulisi hälytys/ilmoitusikkuna Haahtelassa. Kaksi henkilöä ehdotti, että kulutusseuranta varten nimettäisiin perehtynyt asiantuntija, joka hoitaisi kaiken valvonnan.

6.2 Ehdotukset kulutusseurannalle

Energiankulutustietojen jatkuva ja suunnitelmallinen hyödyntäminen ovat avainasioita, joilla saadaan energiankäyttöä tehostettua ja vikatilanteita havaittua.

Käyttäjäkyselyn perusteella monissa vastauksissa oli hajontaa ja päällekkäisyyttä, joiden perustella olisi hyvä laatia suunnitelma kulutusseurantaan, jossa

- määritellään kuka seuraa
- milloin seurataan
- miten kulutustietoja tulkitaan
- tietojen raportointi.

Tähän voitaisiin nimetä vastuhenkilö, joka tekisi kulutusseurannasta suunnitelman ja kehittäisi sitä.

Kyselyn perusteella 62 prosenttia huoltomiehistä nimeää itsensä ainakin yhdeksi osaksi, joille kulutusseuranta kuuluu. 23 prosenttia huoltomiehistä kannatti seuranta pelkälle automaattiselle järjestelmälle. Huoltomiehet tuntevat huollettavan kiinteistönsä parhaiten, joten heidän on helpoin tulkita kulutusraportointia. Huoltomiehet tietävät esimerkiksi onko ollut käyttökatkoksia tai muita kulutuksen muutokseen liittyviä tekijöitä, vai onko syytä epäillä vikatilannetta. Joten viikoittainen seuranta sopisi huoltomiehille parhaiten.

Kyselyssä huomattiin, että aikaa seurantaan käytetään yleisimmin vain alle yksi tunti. Seurannalle voisi varata viikossa tai ainakin kuukaudessa oman paikkansa kalenteriin, jossa olisi riittävästi aikaa käydä kaikkien kohteidensa tiedot läpi ja näin myös seurannasta tulisi järjestelmällistä. Kulutuspoikkeamien tullessa ilmi tuntiseurantaa tulisi hyödyntää, jotta nähdään mihin aikaan muutos tapahtuu ja näin ollen saatetaan jo päätellä, mikä on muutoksen mahdollinen aiheuttaja.

Kulutusseurantaa moni tekee jo sähkön-, veden-, ja lämmityksen osalta. Silti suuri osa seuraa vain yhtä tai kahta näistä. Suuresta osasta kiinteistöistä on kuitenkin saatavilla näiden kaikkien kulutustiedot, joten seurantaa tekevät voisivat tarkastaa, mitä tietoja on saatavilla ja käyttää niitä hyväksi.

Tampereen Tilakeskuksella Haahtelan kulutusseuranta on helpoin ja selkein tapa seurata muutoksia. Käyttäjäkyselyssä ehdotettiin Haahtelaan raja-arvoasetuksia, joista tulisi hälytys. Myös säätietoja ehdotettiin kulutusraportteihin, joista näkisi muun muassa, onko lämpötilalla ollut vaikutusta kulutukseen. Näiden toteutusmahdollisuutta kannattaa alkaa selvittämään. Lisäksi erilaisten tunnuslukujen käytön aloittamista tulisi pohtia, esimerkiksi kulutus per oppilas antaisi kiinteistöjen välillä hyvää vertailutietoa.

Kulutustietoja kannattaa vertailla kiinteistön edellisiin vuosiin. Ottaen huomioon, onko kiinteistössä tehty jotain energiankulutukseen vaikuttavia toimenpiteitä. Nämä toimenpiteet näkyvät Haahtelassa vihreällä nuolella. Kulutuksen nousemisen lisäksi myös kulutuksen laskemisen syyt tulee selvittää, jottei se esimerkiksi johdu ilmaston väärästä käyntiajoista.

Muiden seurantaa tekevien tulisi ilmoittaa isännöitsijöille kiinteistöistä, jossa on kulutus normaalia suurempaa. Isännöitsijät päättävät parempaan energiatehokkuuteen tähtäävistä investoinneista ja heille kulutustiedoista on energiakatselmuksien ohella apua investointikohteita valittaessa. Kaikki isännöitsijät eivät seuranneet kulutuksia ja lisäksi on hyvä, että myös muiden huomiot tulevat esille, vaikka isännöitsijä jo kulutusseurantaa tekisikin. Koulutusta Haahtelaan ja etenkin valvomoihin tulisi sitä halunneille järjestää. Lisäksi yleinen koulutus kulutusseurannasta, mitä tietoja katsoa ja miten niitä tulkita olisi hyvä järjestää. Mittaustiedon jatkuva lisääntyminen tuo myös koulutustarvetta, jotta pysytään ajan tasalla uusista mahdollisuuksista hyödyntää tietoa.

7 PÄÄTÄNTÄ

Energiankulutuksen pienentäminen ei ole helppoa. Tampereen kaupunki on jo useiden vuosien ajan yrittänyt pienentää kulutusta, mutta vielä tällä hetkellä tulokset ovat heikkoja. Yksi merkittävä syy tähän on, että sisäilmaongelmia on havaittu useissa kiinteistöissä ja sen takia ilmastointia on lisätty.

Energiankäytön seuraamisen avulla voidaan puuttua pieniin kulutuspoikkeamiin, joista kertyy ajan myötä huomattavia säästöjä. Lisäksi voidaan kiinnittää huomiota kulutukseen suuriin kiinteistöihin, joihin voidaan kohdistaa investointeja.

Tällä hetkellä Tampereen Tilakeskus saa suurimmasta osastaan hallinnoimistaan kiinteistöistä sähkön- ja kaukolämmön kulutustiedot tuntisarjoina automaattisesti Haahtelajärjestelmään. Veden kulutuskulutustiedot vielä syötetään käsin järjestelmään.

Tulevaisuudessa mittaustietoa tulee yhä enemmän. Uusimpien määräysten mukaan kaikkea lämmitys- ja jäähdytysenergian tuottoon käytettyä energiaa tulee mitata. Valaistukseen käytettyä energiaa tulee mitata, kuten myös esimerkiksi suurien tuotantotilojen, esimerkiksi keittiön vedenkulutusta.

Käyttäjäkyselyssä suurin osa halusi seurata kulutustietoja itse, oli sitten huoltomies tai isännöitsijä. Järjestelmän suorittamaa automaattista seuraamista toivottiin myös tähän rinnalle. Mittaustiedon määrän lisääntyessä, myös automaattisella seurannalla on suuri merkitys. Automaattinen seuranta ilmoittaa poikkeamista heti ja lisäksi sillä säästetään henkilökunnan työaikaa seurannalta.

LÄHTEET

- [1] Tampereen Tilakeskus Liikelaitos. 2014. Tampereen kaupunki. Viitattu 29.1.2015. <http://www.tampere.fi/tilakeskus/kiinteistonpito.html>
- [2] Tampereen Tilakeskus esittely. 2014. Tampereen kaupunki, Tilakeskus Liikelaitos. Tampereen kaupungin sisäisestä tietojärjestelmästä.
- [3] Käyttöohje. 2011. Haahtela-kehitys Oy. Viitattu 26.2.2014. https://res.haahtela.fi/main/Ohje_RES_2011.pdf
- [4] Tilakeskuksen Haahtela-huoltokirjan näkymä. 2014. Haahtela Oy. Sisäinen näkymä.
- [5] Kosonen, H, 2012. Valvomot ver 1.1. Mikkelin ammattikorkeakoulu Oy. Viitattu 30.3.2015. http://cna.mikkeliyamk.fi/Public/KosonenH/s%C3%A4hk%C3%B6_ja_automatio/Valvomot%20Ver%201.1.pdf
- [6] TAPRE-Tampereen alueen palvelurakennuksen energiatehokkaiksi. 2013. Tampereen kaupunki. Viitattu 8.11.2013. <http://www.tampere.fi/tampereinfo/projektit/kaupunkikonserninhankeet/e-co2-hanke/hankkeet/tapre.html>
- [7] Energiakatselmustoiminta. 2015. Motiva Oy. Viitattu 29.1.2015. <http://www.motiva.fi/toimialueet/energiakatselmustoiminta>
- [8] Ahonen, M., Erkiö, E., Hietaniemi, J., Husu, T., Koski, P., Suomi, U. 2005. Kiinteistön energiakatsastuksen toteutus- ja raportointiohjeet. Motiva Oy. Viitattu 20.3.2014. http://www.motiva.fi/files/744/KAT_katsastus_toteutusohje_esimerkkiraportti_2005.pdf
- [9] Valtioneuvoston asetus. 2009. Helsinki. Sähkötoimitusten selvityksestä ja mittauksesta. Viitattu 29.1.2015. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090066>
- [10] Heiska, M. 2006. Sähköenergian mittausta ja kaukoluenta. Tutkintotyö. Tampereen ammattikorkeakoulu.
- [11] Seppälä, M. 2004. Tuntimittausvelvoitteen laajentamisen vaikutus sähkömarkkinoihin ja tyyppikäyrämenettelyyn. [http://julkaisurekisteri.ktm.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/All/D9ACF549A1F7C86DC2256EBB0040E5CF/\\$file/Enease_Tuntimitt_raportti.pdf](http://julkaisurekisteri.ktm.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/All/D9ACF549A1F7C86DC2256EBB0040E5CF/$file/Enease_Tuntimitt_raportti.pdf)
- [12] Wilen, H. 2011. Toimistokiinteistön sähköenergian mittaustiedon analysointi ja hyödyntäminen. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto.

- [13] Energianhallinnan mittaukset. 2013. Tampereen kaupunki. Viitattu 29.1.2015.
http://www.tampere.fi/material/attachments/e/6GSjmeEVx/Energianhall_mittaukset_TAPRE20130521.pdf
- [14] D3 Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet. 2012.
- [15] Lundström, M. 2013. Service manager. Tampereen Sähköverkko Oy. Haastattelu.
- [16] Muurinen P. 2013. Myyntipäällikkö. Tampereen kaukolämpö Oy. Haastattelu.
- [17] Niittyniemi J. 2013 Toimistorakennusmestari. Tampereen Vesi Liikelaitos. Haastattelu.
- [18] Kovanen, F. 2014. Huoltotoiminnan kehittäminen. Sisäinen julkaisu.
- [19] Rakennusautomaatiojärjestelmien suunnitteluohje. 20.8.2013. Tampereen kaupunki. Viitattu 20.3.2015.
http://www.tampere.fi/material/attachments/r/6JZf2ecj7/RAU_SUUNNITTELUOHJE.pdf
- [20] Suunnitteluohjeen mallikaaviot, s-energiamittaukset. 2014. Tampereen kaupunki. Viitattu 29.1.2015.
<http://www.tampere.fi/tilakeskus/rakennuttaminen/suunnitteluohjeet.html>

LIITTEET

Liite 1. Käyttäjäkysely

1 (3)

***1. Ammatti**

- Huoltomies
 Isännöitsijä
 Muu

***2. Seuraatko kiinteistöjen energiankulutuksia?**

- Kyllä
 En

***3. Kuinka usein seuraat kulutuksia?**

- Viikottain
 Kuukausittain
 Joitakin kertoja vuodessa

***4. Kuinka paljon aikaa kuluu kuukausittain seuraamiseen?**

- 0-1 h
 1-2 h
 yli 2h

5. Minkä energiankulutusta seuraat?

- Vesi
 Sähkö
 Lämmitys

***6. Oletko havainnut seuraamalla muutoksia, jotka ovat johtaneet toimenpiteisiin?**

- En
 Kyllä, mihin?

***7. Mitä käytät kulutuksien seurannassa?**

- Haahtelaa
 Valvomoa
 Laskuja
 Muuta?

8. Mitä kulutuksia seuraat Haahtelassa?

- Tunti
 Kuukausi
 Vuosi
 Muita

9. Miten käytät Haahtelan kulutusraportointia?

- Katson näyttääkö kiinteistön kulutuskäyrä oikean näköiseltä
 Vertailen kulutusta saman kiinteistön muihin vuosiin
 Vertailen kiinteistön kulutusta muihin kiinteistöihin nähden
 Muuten, miten?

10. Jos seuraat valvomo-grafiikasta kulutukseen liittyviä tietoja, niin mitä seuraat?***11. Voisiko energiankulutuksen seurannasta olla hyötyä työssäsi?**

- Kyllä
 Ei

***12. Missä luulet, että siitä voisi olla hyötyä?**

- Havaita vikatilanteita
- Havaita kiinteistöjä, joissa kulutus on liian suurta?
- Havaita kiinteistöjä, joissa kulutus on liian pientä?
- Muu, missä?

***14. Kenen mielestäsi kuuluisi seurata kiinteistöjen kulutuksia?**

- Huoltomies
- Isännöitsijä
- Järjestelmän automaattisesti ilmoittaa muutoksesta ja/tai kuukausikulutuksista
- Muun/muuten?

***15. Haluaisitko koulutusta kulutusten seurantaan?**

- En
- Haahtelaan
- Valvomokäyttöön

***16. Mitä mieltä olet Haahtelan kulutusraportoinnista?**

- En osaa sanoa
- Hyvä
- Tyydyttävä
- Huono

17. Mitä parannusehdotuksia toivoisit kulutusseurantaan? (Haahtela, valvomot)